

Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

D6.2

Barcelona Port Authority (APB)



CORE LNGas
hive



Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas

2014-EU-TM-0732-S

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

Due date of deliverable: 31st December 2021

Actual submission date: 25 January 2022

Start of project: 01 January 2014

Duration: 72 Months

Lead Contractor for this deliverable: Barcelona Port Authority

Revision: 1

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance



Co-financed by the European Union
Connecting Europe Facility

Dissemination level

PU	Public	x
CO	Confidential, only for members of the consortium (including the Commission Services)	

Revision History

Deliverable Administration and summary		
Project Acronym: CORE LNGas Hive	INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196	
Document Identifier: D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance		
Leading partner: Barcelona Port Authority (APB)		
Report version: 1		
Report preparation date: 31-12-2021		
Classification: Public		
Author(s) and contributors: Barcelona Port Authority (APB), Port Authority of Vigo (PAV), Port Authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT), Suardiaz, Bureau Veritas (BVI), HAM, Siemens (former Guascor Power, GP)		
Status		Plan
		Draft
		Working
	x	Final
		Submitted
		Approved

The Core LNGas Hive consortium has addressed all comments received, making changes as necessary. Changes to the document are detailed in the change log table below.

Date	Edited by	Status	Changes made
25-1-2022	APB		Siemens corrections on the power achieved in pilots

Copyright

This report is © CORE LNGas Hive Consortium 2015. Its duplication is allowed only in the integral form for personal use or for the purposes of research and education.

Citation

Port Authority of Barcelona, Port Authority of Vigo, Port Authority of Santa Cruz de Tenerife, Suardiaz, Bureau Veritas, HAM, Siemens (2021). **D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance.** CORE LNGas Hive consortium, www.corelngashive.eu

Acknowledgements

The work presented in this document has been conducted in the context of the action INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196 CORE LNGas Hive. CORE LNGas HIVE is a 72 months project started on January 1st, 2014.

The project consortium is composed by: Enagás Transporte, S.A.U. (Enagás), Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidade de Santiago de Compostela (USC), ENTE VASCO DE LA ENERGÍA (EVE), Autoridad Portuaria de Barcelona - Port de Barcelona (APB), Port Authority of Cartagena (PAC), AUTORIDAD PORTUARIA DE FERROL-SAN CIBRAO (APF), Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras (APBA), Port Authority of Huelva (PAH), COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE PETRÓLEOS S.A.U. (CEPSA), Regasificadora del Noroeste, S.A. (RdN), HAM CRIOGENICA, S.L. (HAM), BUREAU VERITAS IBERIA SLU (BVI), SIEMENS ENGINE SAU (Former Guascor Power SA (gp), IDIADA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY S.A (IAT), FLOTA SUARDIAZ, S.L. (Suardiaz), ITSAS GAS BUNKER SUPPLY SL (ITSAS), COMPAÑIA DE REMOLCADORES IBAIZABAL, S.A. (IBAI), TERMINAL DE CONTENIDORS DE BARCELONA, S.L. (TCB), Terminal Catalunya, S.A. (TC), UTE REMOLCADORES DE BARCELONA-SAR, UNION TEMPORAL DE EMPRESAS, LEY 18/1982 (URB), ASTILLEROS ARMON, S.A. (AA), GAS NATURAL SDG, S.A. (GN), INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA (IEG), Fundación de la Comunidad Valenciana para la Investigación, Promoción y Estudios Comerciales de Valenciaport (Fundación Valenciaport) (FV), Planta de Regasificación de Sagunto, S.A. (PRS), MOLGAS ENERGÍA, SAU (ME), Autoridad Portuaria de Valencia (APV), SEAPLACE SL (Seaplace), BOLUDA CORPORACION MARITIMA S.L. (BCM), Autoridad Portuaria de Bilbao (APBi), RENFE MERANCÍAS S.A. (Renfe), Puertos del Estado (PdE), Dirección General de la Marina Mercante (DGMM), PORT AUTHORITY OF GIJON (PAG), Port Authority of Melilla (PAM), Santander Port Authority (SPA), Port Authority of Tarragona (PAT), Port Authority of Vigo (PAV), Port Authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT) and REN Gasoductos, S.A. (RENG).



D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

More Information

Public CORE LNGas HIVE reports and additional information related with the project execution and results are available through CORE LNGas Hive public website at www.corelngashive.eu

Table of contents

1.	Introduction.....	10
2.	Risk Analysis of the pilot in the port of Barcelona	11
3.	Risk Analysis of the pilot in the port of Vigo	13
4.	Risk Analysis of the pilot in the port of Santa Cruz de Tenerife	14
5.	LNG supply logistics in Barcelona, Vigo and Tenerife	16
6.	Report of the pilot test in the Port of Barcelona	18
7.	Report of the pilot test in the Port of Vigo.....	20
8.	Report of the pilot test in the Port of Santa Cruz de Tenerife.....	22
9.	Emissions Measurements. Diesel Engines of the ship and new built natural gas engine.....	25
9.1.	Diesel auxiliary engines emissions measurements	26
9.2.	Natural gas engine emissions measurements	28
9.3.	Emissions comparison: Diesel vs Gas Engine	30
10.	Conclusions	31

Annexes

Annex 1: Risk Analysis of the pilot in the Port of Barcelona

Annex 2: Risk Analysis of the pilot in the Port of Vigo

Annex 3: Risk Analysis of the pilot in the Port of Tenerife

Annex 4: LNG supply logistics in Barcelona, Vigo and Tenerife

Annex 5: Report of the pilot test in the Port of Barcelona

Annex 6: Report of the pilot test in the Port of Vigo

Annex 7: Report of the pilot test in the Port of Tenerife

Annex 8: Emissions Measurements. Diesel Engines of the ship and new built natural gas engine.

List of tables

Table 1.	Port side diesel auxiliary engines emissions measurements.	27
Table 2.	Starboard Diesel auxiliary engines emissions measurements.	27
Table 3.	Natural gas engine emissions measurements. Parameters.	28
Table 4.	Natural gas engine emissions measurements.	29
Table 5.	Emissions comparison Diesel vs Gas Engine.....	30
Table 6.	NOx Emissions in the diesel auxiliary Engines.	30
Table 7.	NOx Emissions in the natural gas engine.	30
Table 8.	NOx Emissions in the diesel auxiliary Engines vs natural gas engine. ...	31

List of figures

Figure 1.	Implementation of the equipment on the quayside (Port of Barcelona).	12
Figure 2.	Explosives Zones (EX-Zones, ATEX) (Port of Barcelona).....	12
Figure 3.	Implementation of the equipment on the quayside and safety distances (Port of Vigo)	13
Figure 4.	Example of the dispersion model (Port of Vigo).	14
Figure 5.	Four possible locations for the pilot (Port of Tenerife).	15
Figure 6.	Example of a Phast simulation of a gas cloud (Port of Tenerife).....	15
Figure 7.	Itinerary between the Enagás LNG tanker loading bay and the Poniente Norte quay (Port of Barcelona).....	16
Figure 8.	Itinerary between the Reganosa plant (Ferrol) and the Ro-Ro terminal at the Port of Vigo.	17
Figure 9.	Itinerary between the Huelva plant and the Trasmediterranea terminal at the Port of Tenerife.	17
Figure 10.	Pilot location in Muelle Poniente of the Port of Barcelona.	18
Figure 11.	Pilot of 24 November 2017. All equipment. It is possible to make out the condensation of the ambient humidity due to the cold of the LNG plant.	19
Figure 12.	Pilot of 8 December. All equipment.....	19
Figure 13.	Pilot Location in the Ferry vehicle terminal of Bouzas (Port of Vigo). .	21
Figure 14.	Pilot location (Port of Vigo).....	21
Figure 15.	Pilot location. Muelle de Ribera (Port of Santa Cruz de Tenerife).....	23
Figure 16.	Pilot location. Muelle de Ribera (Port of Santa Cruz de Tenerife).....	24
Figure 17.	Emissions measurements and communication event (Port of Santa Cruz de Tenerife).....	25
Figure 18.	Diesel auxiliary engines emissions measurements.	26
Figure 19.	Natural gas engine emissions measurements (Port of Tenerife).....	28
Figure 20.	Liquefied natural gas supply (HAM in the Port of Barcelona).	32
Figure 21.	Electricity connection (Port of Barcelona).	32
Figure 22.	Communication event (Port of Barcelona).....	33
Figure 23.	Pilot location in the Port of Vigo.	33
Figure 24.	Pilot location in the Port of Santa Cruz de Tenerife.	34
Figure 25.	Part of the technicians participating in the 3 pilots of the EPT1 sub-activity.	34

1. Introduction

The EPT1 sub-activity of the Core LNGas Hive project consists of the construction of a natural gas generator to provide electricity to a vessel during port calls.

The Natural gas genset was built by Siemens (former Guascor Power); the liquefied natural gas (LNG) plant was built by HAM; the vessels on which the shore-side electricity connection was tested were adapted by Suardiaz; the marine use of the generator were certified by Bureau Veritas; and 3 different tests were developed in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife.

The following report is intended to be a compilation of the partial reports generated during the implementation of the different pilots of the EPT1 sub-activity of the Core LNGas Hive project in the ports of Barcelona, Vigo and Santa Cruz de Tenerife.

In the end, the natural gas engine generator was only tested on land, but not on the ship, at sea, as initially planned. Due to technical complications (engine cooling, location on the ship, location of a gas plant with dangerous goods on board, among other reasons), the engine generator was not tested on board. Even so, the engine generator is classified for marine use and during the tests carried out in all ports the engine generator operated as an external auxiliary engine, shutting down the diesel auxiliary engines.

Before the pilot could be carried out in these 3 ports, it was necessary to carry out a risk analysis to study the possible risks of implementing the pilot in each of them. Afterwards, a study of the LNG supply logistics in each port was carried out to find out where the LNG would come from and how it would be supplied in each port. Finally, a report on the development of the pilot in each of these 3 ports was drawn up. It is also included the emissions measurements report of the natural gas generator carried out during the last pilot, in the port of Tenerife, as well as the characterisation of the emissions of the ship's diesel auxiliary engines, which were to be replaced by the supply of electricity with the gas generator.

The following partial reports are included in the annexes:

- Annex 1: Risk analysis of the pilot in the port of Barcelona
- Annex 2: Risk analysis of the pilot in the port of Vigo
- Annex 3: Risk analysis of the pilot in the port of Tenerife
- Annex 4: LNG supply logistics in Barcelona, Vigo and Tenerife
- Annex 5: Report of the pilot test in the Port of Barcelona
- Annex 6: Report of the pilot test in the Port of Vigo
- Annex 7: Report of the pilot test in the Port of Tenerife
- Annex 8: Emissions measurements. Diesel Engines of the ship and new built natural gas engine.

The following is a brief summary of each of the reports, but for more details, please refer to the annexes. The reports of the different risk analyses in each of the ports are written in Spanish, in order to avoid safety problems caused by translation errors into English during the implementation of the pilots.

2. Risk Analysis of the pilot in the port of Barcelona

The risk analysis required to study the risks of the pilot's implementation in the port of Barcelona can be consulted in Annex 1. A summary presentation of this risk analysis can be found in the annexes of this report.

The objective of this analysis is the identification of potential operational risks and issues that may affect safety, environment, property and port operations, arising from the operation of a mobile, LNG-fuelled shore-side power generation unit to supply electricity to a ship. These activities include the transit of an LNG tanker through the Port of Barcelona, the unloading of LNG into a tank, the storage of LNG, as well as the LNG supply system to a natural gas engine, both in 40' containers.

Hazard identification was carried out by means of a *What if...?* study. This technique is an inductive method that uses process-specific information to generate a series of relevant questions during the lifetime of an installation. It consists of defining trends, formulating questions, developing answers and evaluating them, including the widest possible range of consequences.

A quantitative risk analysis of the hypothetical accident scenarios was then carried out and the planning and domino effect zones were defined. Afterwards, the graphic representation of the consequences was generated on plans of the quay and port facilities.

In annex 5, report of the pilot test in the Port of Barcelona, the safety drawings and the emergency plan drawn up for the implementation of the pilot are also included.

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

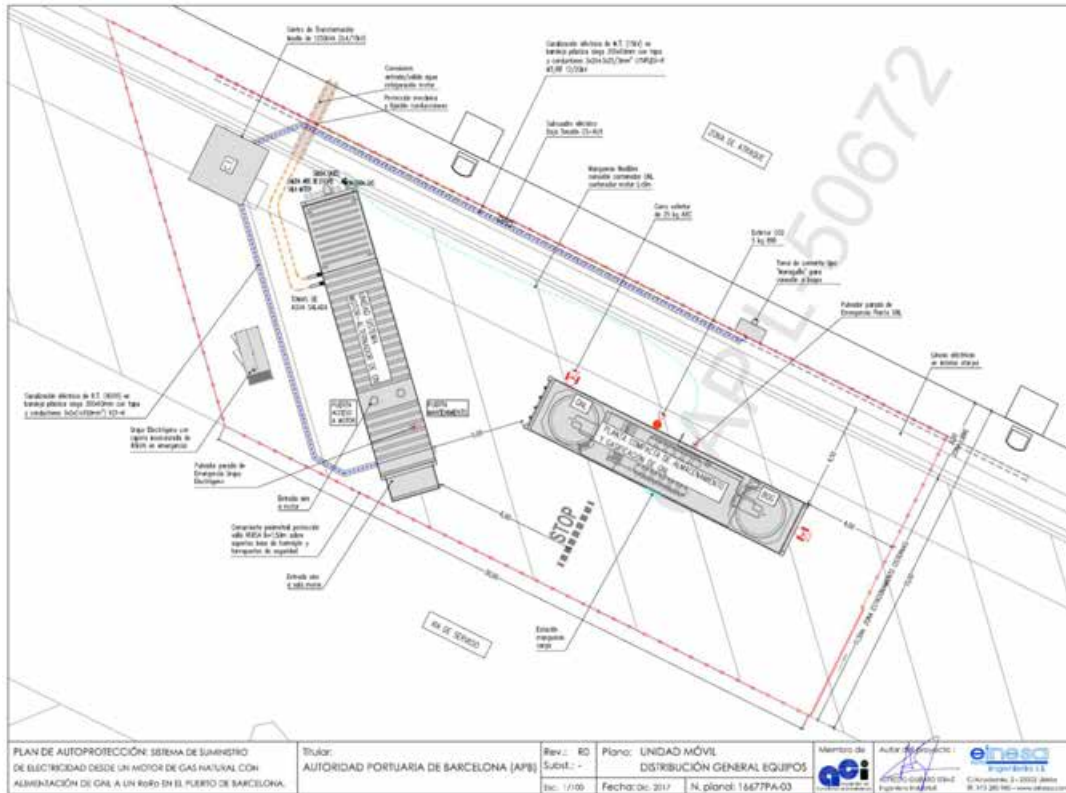


Figure 1. Implementation of the equipment on the quayside (Port of Barcelona).

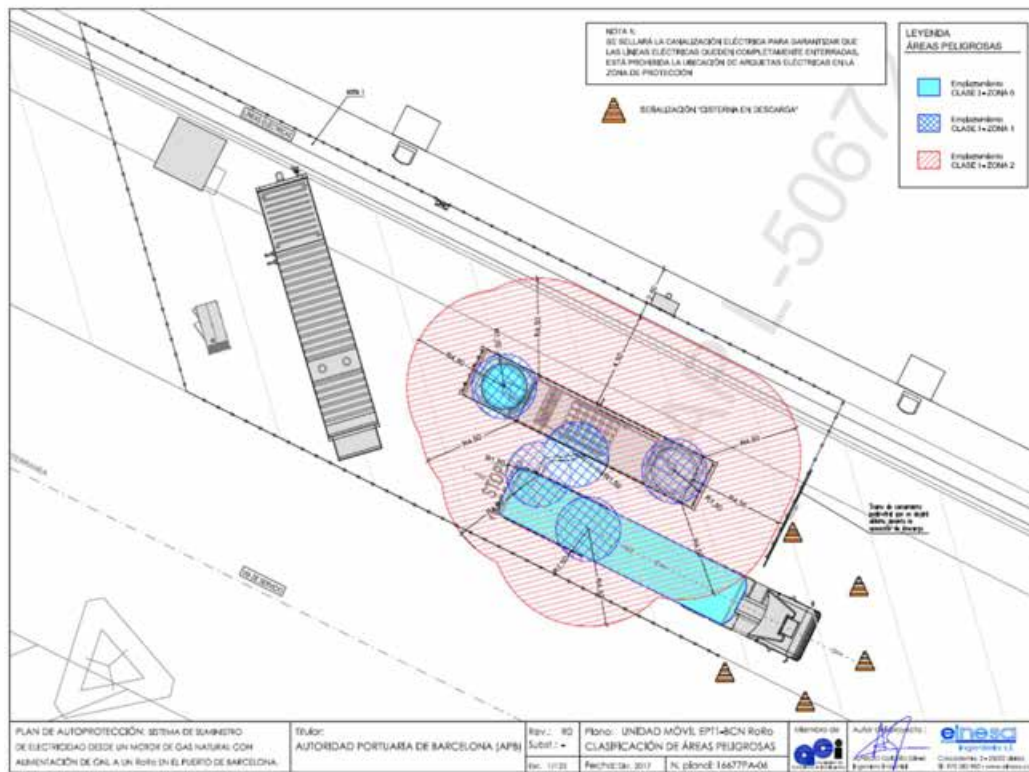


Figure 2. Explosives Zones (EX-Zones, ATEX) (Port of Barcelona).

3. Risk Analysis of the pilot in the port of Vigo

In Annex 2, we can consult the risk analysis carried out for the implementation of the pilot in the port of Vigo.

In the risk analysis, the quayside location was studied and safety distances were defined. It was also identified the risks related to LNG, NG, and its operation, and determined their possible causes and consequences, and after that a quantitative risk analysis was developed.

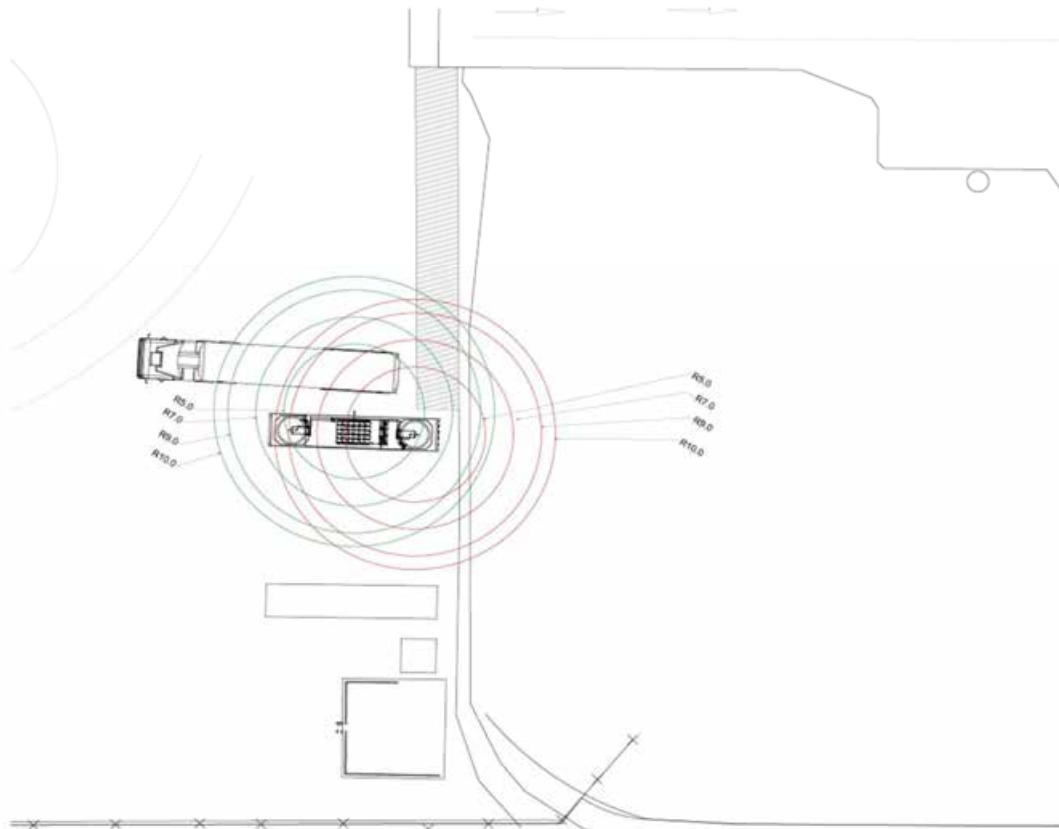


Figure 3. Implementation of the equipment on the quayside and safety distances (Port of Vigo)

Domino effect with own and neighbouring facilities was also studied. One of the worst situations in the risk assessment of a possible LNG accident is not the direct damage but the chain effects that may occur. For this reason, it is important to take into account the situation and circumstances of all elements in the proximity of the system.

Following the analysis set out in the previous sections, a series of measures were proposed to reduce the level of risk identified.

A simulation study of the LNG cloud was also performed with Open Source Field Operation and Manipulation (OpenFOAM).

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance



Ilustración 2.5: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

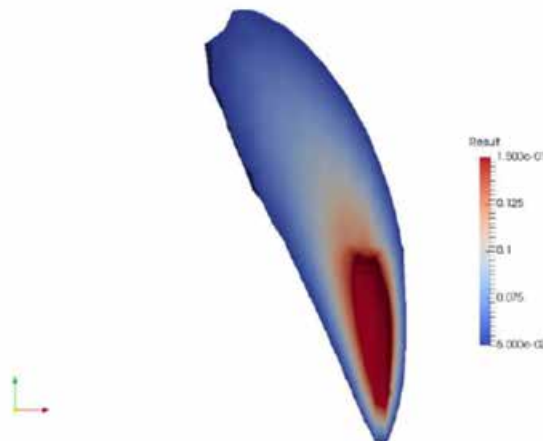


Figure 4. Example of the dispersion model (Port of Vigo).

4. Risk Analysis of the pilot in the port of Santa Cruz de Tenerife

In Annex 3, we can consult the risk analysis carried out for the implementation of the pilot in the port of Santa Cruz de Tenerife.

As in the other ports, a pilot implementation study was also carried out in Tenerife, in which the safety zones or areas with explosive atmospheres (ex-zone, atex) were studied, in this case, in 4 possible pilot locations.



Figure 5. Four possible locations for the pilot (Port of Tenerife).

An analysis of the risks related to the operation of the system with NG and LNG was carried out. It was determined which risk factors would have the most unfavourable causes and therefore need to be studied to serve as a basis for developing emergency response plans to enable rapid action in the event of an incident.

The consequences of the different events that may cause exposure to thermal radiation in the event of accidents involving partial or total loss of LNG containment were calculated. For the calculation of the distances affected, simulations have been carried out using the Phast software.

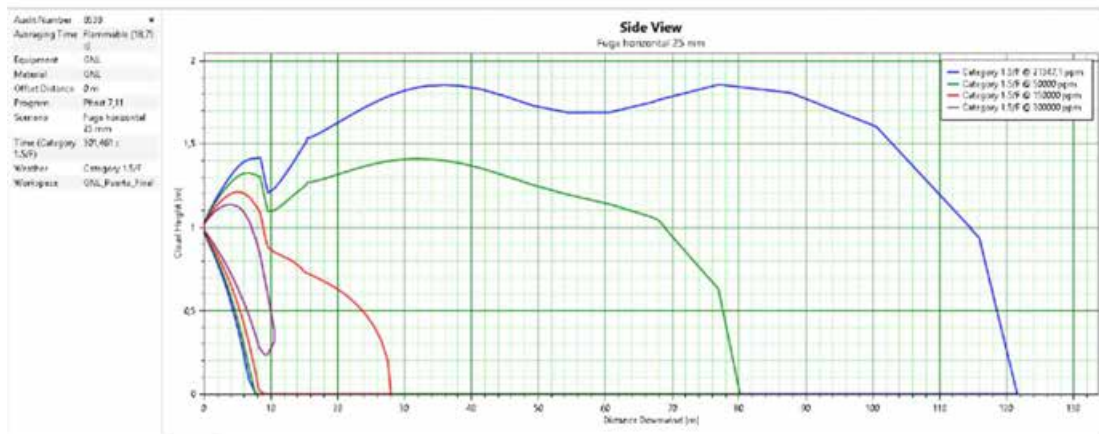


Figure 6. Example of a Phast simulation of a gas cloud (Port of Tenerife).

5. LNG supply logistics in Barcelona, Vigo and Tenerife

Annex 4 contains the LNG supply logistics studies for the 3 ports. In this report, the source of LNG closest to the port and the routes to move the LNG from the regasification plant to the port are studied. In the port of Barcelona, as it was the first port to implement the pilot, the logistics required to inertise and cooling down the LNG tanks with nitrogen are also described.

In the annexes of this report, the procedures for cooling down the LNG tanks with nitrogen, as well as the LNG loading and unloading procedure, the check-list for unloading of Dangerous Goods in tanks or the technical instructions of the LNG plant, are also described.

The LNG supply logistics were particularly important in the Port of Tenerife, where there is currently no regasification plant or regular supply of LNG, so it was necessary to determine how to transport the LNG to the island. Finally, a tanker was loaded at the Huelva regasification plant and transported by ship to the Canary Islands, more than 1300 km away. This made the LNG supply for the test very expensive and economically unfeasible for a continuous operation unless a regasification plant or a small-scale tank is installed in the island of Tenerife.

The Port of Barcelona has a regasification plant in the same port and the port of Vigo is about 130 km away, so the logistics for the LNG supply were simpler.

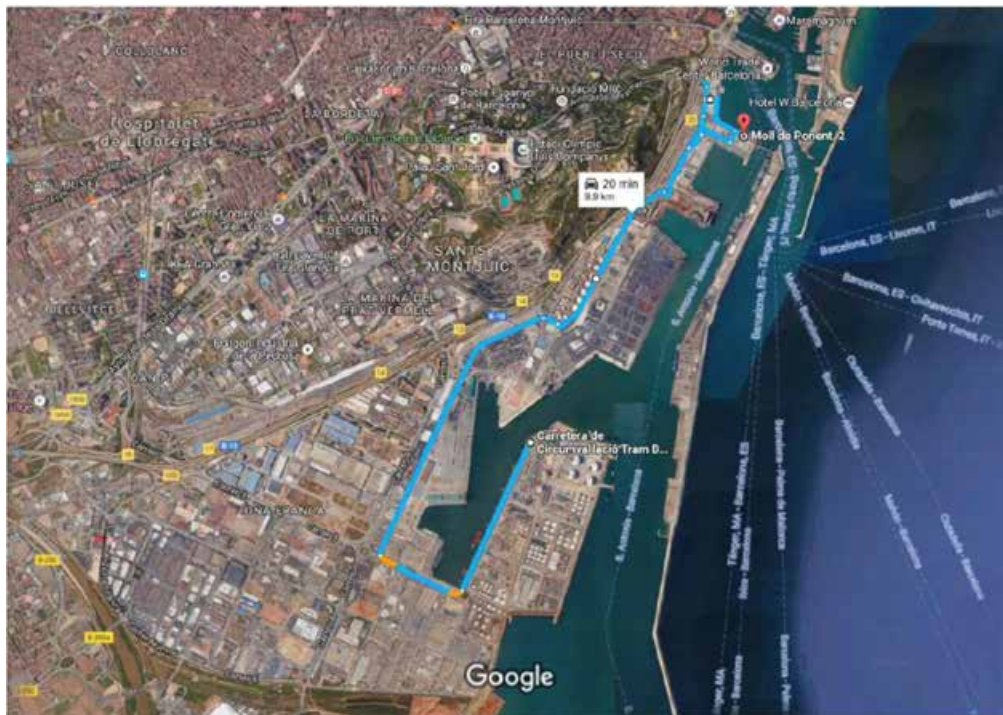


Figure 7. Itinerary between the Enagás LNG tanker loading bay and the Poniente Norte quay (Port of Barcelona).

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

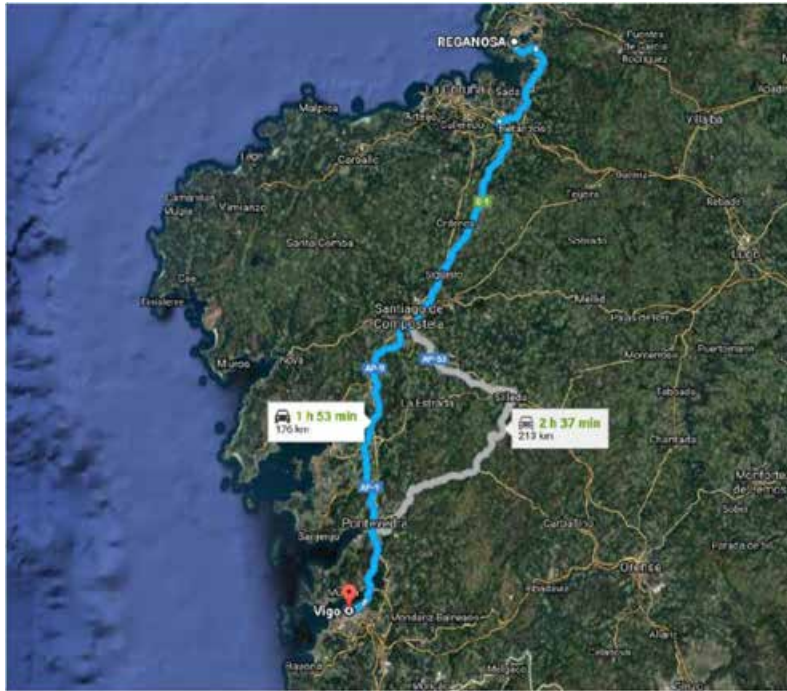


Figure 8. Itinerary between the Reganosa plant (Ferrol) and the Ro-Ro terminal at the Port of Vigo.



Figure 9. Itinerary between the Huelva plant and the Trasmediterranea terminal at the Port of Tenerife.

6. Report of the pilot test in the Port of Barcelona

In annex 5 it could be seen the partial deliverable of the pilot test in the port of Barcelona (D8.1 Performing tests at each port. A. Pilot test in the Port of Barcelona).

The pilot of the EPT1 sub-activity of the Core LNGas hive project to supply the L'Audace ship with electricity generated by a gas-engine generator located on the wharf (Onshore Power Supply, OPS) took place over four weeks from 24 November to 15 December 2017 in the port of Barcelona. Both the engine generator and the LNG tanks were installed in 40 feet isocontainers to facilitate their transfer.

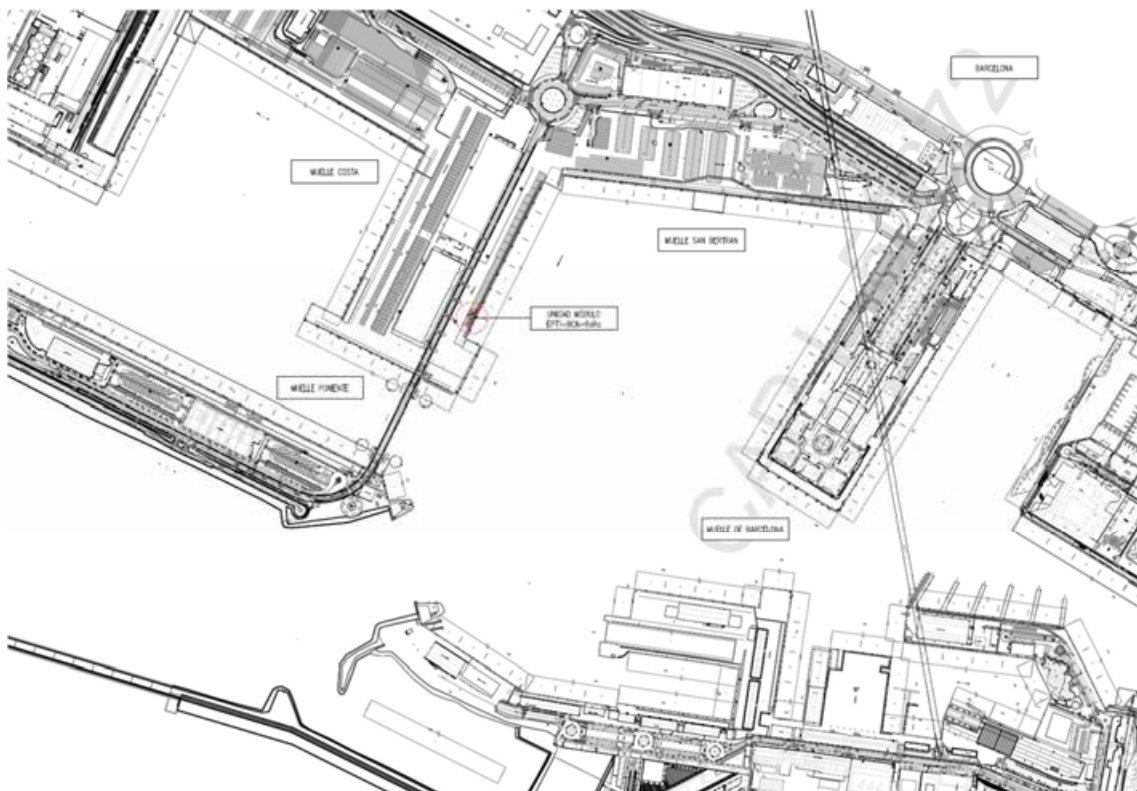


Figure 10. Pilot location in Muelle Poniente of the Port of Barcelona.

During these four days of the pilot (every Friday), it was possible to check that the equipment was working correctly, generating 110% of the engine power (900 kWe) and providing 100% of the power needs of the ship (in average about 400 kWe, with a maximum peak of 650 kWe). The communication between the ship's control panel and the engine allowed the generator on land to function as an additional auxiliary engine for the ship, providing the necessary energy at all times, making it possible to shut down the ship's auxiliary diesel engines during the port call. The regasification plant functioned correctly throughout the operation, with the gas flow provided feeding the engine correctly and the LNG refuelling operation was performed without incident.



Figure 11. Pilot of 24 November 2017. All equipment. It is possible to make out the condensation of the ambient humidity due to the cold of the LNG plant.

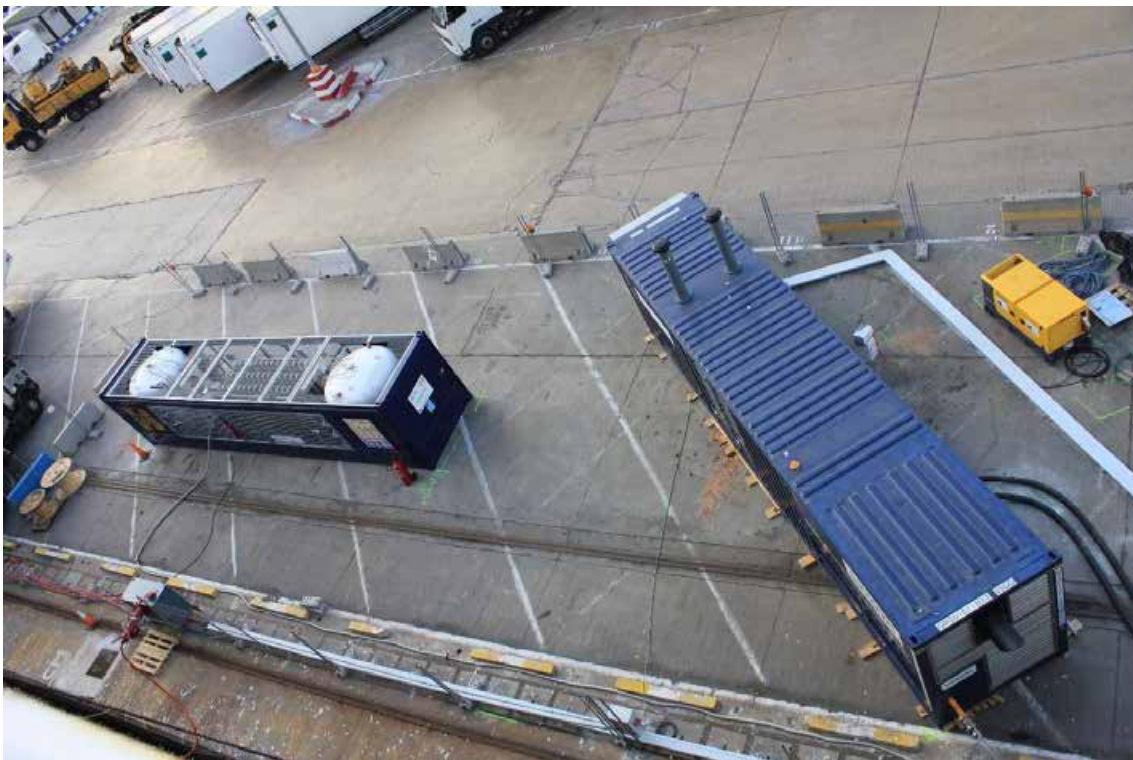


Figure 12. Pilot of 8 December. All equipment.

Since this was the first port where the equipment was installed, certain minor issues arose, but could be avoided in the following pilots. It was essential to plan each phase of the installation of the equipment and to anticipate the needs in terms of materials to ensure that the pilots could take place on the dates set. We would also underline that the professionalism of the technicians of all the participating partners during the pilot managed to solve all the issues that arose, to meet the agreed timelines.

A communication event involving the authorities was held on the final day of the pilot with a visit to the installation, which was widely covered in the national and local printed and digital press, and on local television.

The partners involved in the sub-activity were Suardiaz, which modified the ship L'Audace to be able to receive electricity from the wharf; Siemens (former Guascor Power), which manufactured the natural gas engine generator; HAM, which built the LNG tanks and the regasification plant, and Bureau Veritas, which certified the engine for its maritime use and the changes made in the ship. The Port Authorities of Tenerife, Vigo and Barcelona, where the pilots will be carried out, also participate in the sub-activity.

This report details all the steps taken to install the equipment on the wharf to serve as a guide, as visual as possible, to facilitate replicability in other ports. Since the wharf was in operation, the occupation of space was minimised as much as possible to avoid hindering the normal activity of the terminal.

As the Port of Barcelona pilot was the first to be developed in the EPT1 sub-activity, there is a full description of all the steps to install all the equipment, both the gas generator and the LNG tanks, as well as the gas connections, the electrical connections and the communication cables between the genset and the ship, using as many descriptive photographs as possible, to facilitate replicability in the other ports of the project or in third party ports.

It also describes the problems or errors detected in order to facilitate the implementation of the pilots in other ports.

The report also includes in its annexes all the technical information necessary for the realisation of the pilot, such as the technical report of the project, location plans, self-protection plan, unloading procedure of liquefied natural gas tanks with cryogenic pump for liquefied natural gas plants in an isocontainer or nitrogen blanketing procedure for a unitized regasification satellite plant in an iso-container.

7. Report of the pilot test in the Port of Vigo

In Annex 6 we can see the report of the pilot test in the Port of Vigo. This report details all the steps that were followed for the implementation of the pilot tests in the Port of Vigo that took place during the month of October 2018 at the ferry vehicle terminal in Bouzas.

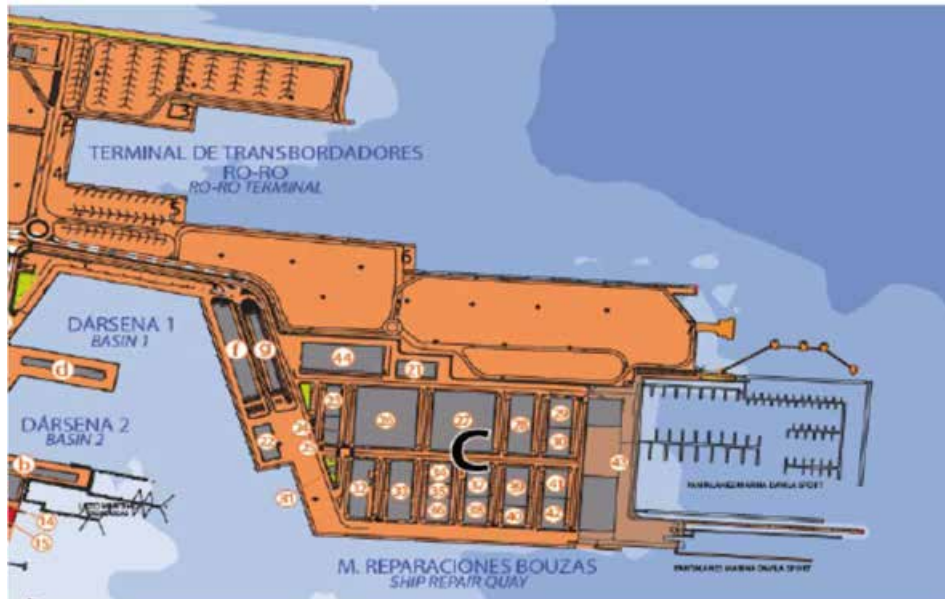


Figure 13. Pilot Location in the Ferry vehicle terminal of Bouzas (Port of Vigo).

Between October 17 and November 23, 2018, the pilot of the EPT1 subactivity of the Core LNGas hive project was carried out in the port of Vigo, supplying electricity to the Suarvigo ship generated by a gas-powered generator motor located on the dock (Onshore Power Supply, OPS).



Figure 14. Pilot location (Port of Vigo).

Both tests were performed without setbacks apart from the logical delays in connection during the first day of tests.

Although it was not possible to replicate the same tests as in the port of Barcelona, as it was used a new vessel (Suar Vigo), with different electrical parameters than in

L'Audace vessel, the tests were carried out without major drawback, thus being able to supply the power required at that time by the ship (between 270 kW and 300 kWe, with peaks of 400 kWe). During the tests, it was possible to verify the correct operation of the equipment, providing 100% of the demand of the ship (about 300 kWe in average).

The regasification plant functioned correctly throughout the operation, the gas flow provided was feeding the motor correctly and the LNG refuelling was carried out without any incident. At the same time, Siemens indicated that during the test the pressure at the gas train inlet was higher than 1 bar and HAM lowered the pressure to 1 bar, thereby verifying that the motor was working properly at this pressure.

On the other hand, Suardiaz indicated that the ship only used the external generator for the previously agreed electrical needs, keeping the engines off during the tests, and that the number of hours of the pilot test was reduced so that it would not affect the normal performance of the ship operations in the port.

As it was the second port that carries out the tests, the experience gained in the port of Barcelona facilitated operations and minimized problems, so the tests were performed at all times without major incidents.

Finally, on November 23, 2018, an act of presentation to the media and authorities was held, in parallel to the test, and all the work carried out was made visible. This communication event had an important impact on the national and local media, both written and digital, as well as on a regional television.

The only problem detected was that the distance from the ship to the dock was a handicap, since this led to the need for a very long power cable from the generator motor to the ship, with the difficulties of its movement and placement every time the ship arrives at port.

This could be solved by carrying out a permanent installation of the power cable, which does not involve too much difficulty. It is noteworthy that this problem would not occur in other locations of the ferry terminal where the tests were carried out.

Finally, it is clear that for the system to be fully efficient it is necessary to have a regular traffic of ships prepared for this connection to shore, since the storage of gas in the tanks has a certain periodicity.

8. Report of the pilot test in the Port of Santa Cruz de Tenerife

In Annex 7 we can see the report of the pilot test in the Port of Santa Cruz de Tenerife. Between November 5 and November 18, 2019, for 2 weeks, the pilot of the EPT1 subactivity of the Core LNGas hive project was developed, supplying electricity to the L'Audace ship, generated by a gas generator engine located at the pier (Onshore Power Supply, OPS).

Two pilot tests were carried out in the Port of Tenerife, on November 11 and 18, 2019. The main objective of the pilot, as in the port of Barcelona, was to check the

correct operation of the equipment and its ability to supply the 100% of the ship's demand, without the need to keep the auxiliary engines operating. In addition, the emissions of the LNG engine were measured, comparing it with the auxiliary diesel engines.

The pilot tests in the Port of Santa Cruz de Tenerife were carried out next to the second alignment of Muelle de Ribera. During the scale of L'Audace, owned by Suardiaz, the ship has been provided with all the necessary cargo during the stopovers, testing the gas plant and the generator engine at the maximum power demand (about 700 kWe).



Figure 15. Pilot location. Muelle de Ribera (Port of Santa Cruz de Tenerife).



Figure 16. Pilot location. Muelle de Ribera (Port of Santa Cruz de Tenerife).

On November 9 and 10 and the morning of November 11, 2019, the engine container was assembled and prepared, as well as the execution of the engine idling tests.

During the first pilot test on November 11, the generator engine was connected to the ship with the ship's diesel auxiliaries in operation, which causes the distributing of the load (238 kWe each), until the LNG group generated all the ship's cargo available.

The approximate loads assumed by the LNG group are reflected below. The first phase was 273 kWe. Subsequently, it reached 470 kWe and was maintained with a variable load (390 kWe-470 kWe), for the normal cold demand values of the ship. In a second phase, the bow thruster was driven until reaching a stable load between 550-580 kWe, and finally, a peak load of 700 kWe was applied.

In the second test on November 18, during the connection of the generator to the ship, the emissions measurements was carried out by Suardiaz.

During this last day of the pilot, the communication event was held and had an important impact on the local press. Representatives of the port of Tenerife, representatives of Enagás, representatives of Suardiaz, Siemens and HAM participated in this event. The news of the pilot project appeared in written media or on state and local websites and specialized media.

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance



Figure 17. Emissions measurements and communication event (Port of Santa Cruz de Tenerife).

During the 2 days of the pilot, it was possible to check the correct operation of the equipment, providing 100% of the power needs demanded by the ship. The communication between the ship's control panel and the engine enabled the onshore generator to function as an auxiliary engine of the ship, always providing the necessary energy and managing to stop the ship's diesel auxiliary engines during the test.

The regasification plant functioned correctly throughout the operation and the LNG refueling was carried out without any incident. The planning of each phase of the installation of the equipment and of the material needs was essential to ensure that the pilots could be developed on the dates set.

9. Emissions Measurements. Diesel Engines of the ship and new built natural gas engine.

Finally, the emission measurement reports can be found in Annex 8. On the one hand we can see the emissions measurements report of the auxiliary diesel engines of the L'Audace ship, held in the port of Barcelona in 2016. On the other hand, we can see the emissions measurements report of the natural gas generator, carried out during the pilot in the Port of Tenerife on 18 November 2019. A comparison between the results obtained on the diesel auxiliary engines and the results obtained on the natural gas generator is also included.

9.1. Diesel auxiliary engines emissions measurements

Emission measurements on the auxiliary engines of the vessel L'Audace were carried out on 16 October 2016 in the Port of Barcelona.



Figure 18. Diesel auxiliary engines emissions measurements.

The test consists of measuring the electrical power generated by the auxiliary engines together with the emissions produced.

These parameters have been recorded as follows:

- Power measurement using mains analysers.
- Measurement of emissions and opacity by means of portable gas analysers.
- Fuel consumption measurement using invasive flow meters.
- The electrical power was measured by means of mains analysers in the switchboards.
- Fuel consumption was recorded by installing volumetric flow meters in the supply and return pipes of the starboard auxiliary engine.

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

Emission measurements were made by inserting the equipment's sensor into the exhaust gas pipe. All these data had been transferred as digital signals via a bus unit and analysed in a software application.

MOTOR AUX. BABOR							
POTENCIA	[kW]	576,43	522,81	419,00	305,10	254,41	162,37
POTENCIA	[%]	85,65	77,70	62,33	45,33	37,80	24,13
RÉGIMEN	[rpm]	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00
CONSUMO	[l/h]	136,76	124,78	101,68	76,12	64,79	44,22
CONSUMO	[kg/h]	117,75	107,43	87,55	65,54	55,78	38,07
SFC	[g/kWh]	204,28	205,49	208,71	214,81	219,27	234,48
NOx Dry	[ppm]	858,00	864,00	755,00	620,00	535,00	394,00
CO Dry	[ppm]	414,00	321,00	256,00	188,00	202,00	181,00
CO2 Dry	[%]	7,89	7,74	6,97	6,17	5,69	4,80
O2 Dry	[%]	10,71	10,94	11,71	12,69	13,49	14,74
SO2	[ppm]	19,00	17,00	18,00	16,00	17,00	9,00
GNOX	[kg/h]	4,22	3,96	3,13	2,18	1,73	1,03
GCO	[kg/h]	1,22	0,88	0,64	0,40	0,39	0,29
GCO2	[kg/h]	366,36	334,61	272,85	204,50	174,04	118,86
GO2	[kg/h]	361,58	343,88	332,97	305,81	300,02	265,39
GSO2	[kg/h]	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,03
eNOx	[g/kWh]	7,33	7,56	7,46	7,14	6,81	6,36
eCO	[g/kWh]	2,12	1,69	1,52	1,30	1,55	1,76
eCO2	[g/kWh]	635,56	640,03	650,55	670,26	684,11	732,04
eO2	[g/kWh]	627,27	657,76	794,68	1002,33	1179,27	1,63
eSO2	[g/kWh]	0,22	0,21	0,24	0,25	0,30	0,20
HOLLÍN	mg/m ³	50,13	59,12	59,49	50,22	51,99	42,02
OPACIDAD	FSN	2,00	2,20	2,21	2,00	2,04	1,81

Table 1. Port side diesel auxiliary engines emissions measurements.

MOTOR AUX. ESTRIBOR							
POTENCIA	[kW]	599,18	459,75	302,61	211,81	97,11	48,02
POTENCIA	[%]	89,04	68,31	44,96	31,47	15,46	7,14
RÉGIMEN	[rpm]	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00
CONSUMO	[l/h]	144,19	110,45	74,99	55,26	31,80	22,45
CONSUMO	[kg/h]	124,15	95,10	64,57	47,58	27,38	19,33
SFC	[g/kWh]	207,20	206,85	213,37	224,63	281,95	402,53
NOx Dry	[ppm]	1002,00	952,00	616,00	527,00	340,00	225,00
CO Dry	[ppm]	316,00	270,00	146,00	173,00	197,00	204,00
CO2 Dry	[%]	8,38	7,64	5,73	5,21	3,82	2,80
O2 Dry	[%]	10,15	10,97	13,37	14,04	15,87	17,24
SO2	[ppm]	23,00	22,00	15,00	12,00	12,00	10,00
GNOX	[kg/h]	4,90	3,91	2,30	1,59	0,81	0,51
GCO	[kg/h]	0,93	0,67	0,33	0,31	0,28	0,28
GCO2	[kg/h]	386,76	296,39	201,63	148,54	85,49	60,40
GO2	[kg/h]	340,61	309,43	342,08	291,05	258,25	270,38
GSO2	[kg/h]	0,15	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03
eNOx	[g/kWh]	8,18	8,51	7,60	7,51	8,29	10,69
eCO	[g/kWh]	1,55	1,45	1,08	1,48	2,89	5,84
eCO2	[g/kWh]	645,48	644,67	666,30	701,29	880,37	1257,74
eO2	[g/kWh]	568,46	673,04	1130,42	1374,09	2659,31	5630,65
eSO2	[g/kWh]	0,26	0,27	0,25	0,24	0,40	0,65
HOLLÍN	mg/m ³	45,32	40,14	34,79	29,19	41,95	39,52
OPACIDAD	FSN	1,90	1,76	1,60	1,41	1,81	1,74

Table 2. Starboard Diesel auxiliary engines emissions measurements.

The distribution of the workload percentage of the auxiliary engines shows a similar trend although with differences between the emission distributions of the engines. While the starboard engine emits greater quantities of NOx than the port engine, it emits smaller quantities of particulate matter than the starboard engine.

The higher soot formation is caused by combustion in the combustion chamber with less oxygen, the performance of the engine is lower in these circumstances and less NOx is generated due to the lack of oxygen in the mixture, resulting in incomplete combustion. In the port engine, CO and CO2 concentrations are also higher than in the starboard engine, especially at low load. This is indicative of poorer combustion which favours the production of unburned fuel.

9.2. Natural gas engine emissions measurements

During the second pilot in the Port of Santa Cruz de Tenerife, on November 18, 2019, emissions measurements were carried out in the natural gas engine generator of the EPT1 subactivity.



Figure 19. Natural gas engine emissions measurements (Port of Tenerife).

The work consisted of carrying out a characterisation of emissions at the smoke outlet of the LNG engine generator installed in the Port of Santa Cruz de Tenerife, including the taking of samples, analytical determinations, preparation and publication of this report of results.

With all this, the scope of the control carried out (focus, operating conditions and parameters) is as indicated in the table below.

Plan de control			
Foco	Nº muestreos	Duración muestreos	Parámetros
Salida humos motor generador GNL	3	60 min.	NO _x , CO, SO ₂ , COT, CH ₄ , Partículas y Opacidad Bacharach.

Table 3. Natural gas engine emissions measurements. Parameters.

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

In addition to the parameters in the table above, the following auxiliary parameters were measured: oxygen, flow, temperature, speed, humidity and CO₂.

On the other hand, and as an additional scope to the characterisation of emissions into the atmosphere from the LNG engine generator, and outside the scope of accreditation, it was carried out the verification of possible fugitive methane emissions both in the fuel storage system and in the gas supply devices to the engine generator.

RESULTADOS					
Parámetro	Muestras			Unidades	
Fecha	18/11/2019			dd/mm/aa	
Hora Inicio	10:30	11:35	12:40	hh:mm	
Hora Fin	11:25	12:30	13:35	hh:mm	
Duración	00:55	00:55	00:55	hh:mm	
Sección Chimenea	0,096 ± 0,001			m ²	
Parámetros auxiliares					
O ₂	8,2 ± 0,3	8,2 ± 0,3	8,3 ± 0,3	% vol., b.s.	
	621	653	614	g/kWh	
CO ₂	7,1 ± 0,3	7,0 ± 0,3	7,1 ± 0,3	% vol., b.s. O ₂ med.	
	731	771	721	g/kWh	
Humedad	12,2 ± 0,3	12,1 ± 0,3	12,2 ± 0,3	% vol., O ₂ med.	
Peso molecular húmedo	28,1 ± 0,01	28,1 ± 0,01	28,1 ± 0,01	g/mol, b.h.	
Temperatura chimenea	433,8 ± 0,8	435,6 ± 0,8	441,4 ± 0,8	°C	
Presión en chimenea	102,15 ± 0,05	102,06 ± 0,05	101,99 ± 0,05	kPa	
Velocidad	26,8 ± 1,4	26,7 ± 1,4	27,1 ± 1,4	m/s	
Caudal	Actual	9.245	9.188	9.345	m ³ /h, b.h., O ₂ med.
	Húmedo	3.601	3.567	3.596	Nm ³ /h, b.h., O ₂ med.
	Seco	3.161 ± 160	3.133 ± 166	3.157 ± 160	Nm ³ /h, b.s., O ₂ med.
Isocinetismo	110,0	106,0	104,0	%	
Parámetros manuales caracterizados					
Partículas ⁽¹⁾	<1,06			mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	<0,0033			kg/h	
SO ₂ ⁽²⁾	<1,54	<1,82	<1,82	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	<0,005	<0,006	<0,006	kg/h	
	<0,01	<0,01	<0,01	g/kWh	
Parámetros in situ caracterizados					
CO	562 ± 22	551 ± 21	535 ± 21	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	1,78 ± 0,11	1,73 ± 0,11	1,69 ± 0,11	kg/h	
	3,0	3,1	2,8	g/kWh	
NO _x (Como NO ₂)	319 ± 16	316 ± 16	312 ± 16	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	1,01 ± 0,07	0,99 ± 0,07	0,99 ± 0,07	kg/h	
	1,7	1,8	1,6	g/kWh	
SO ₂ ⁽³⁾	<15	<15	<15	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	<0,047	<0,047	<0,047	kg/h	
	<0,08	<0,08	<0,08	g/kWh	
COT (Compuestos Orgánicos Totales)	0,58 ± 0,01	0,59 ± 0,01	0,57 ± 0,01	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	0,0018 ± 0,0001	0,0018 ± 0,0001	0,0018 ± 0,0001	kg/h	
	0,003	0,003	0,003	g/kWh	
CH ₄	<0,5	<0,5	<0,5	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	<0,0016	<0,0016	<0,0016	kg/h	
	<0,003	<0,003	<0,003	g/kWh	
Opacidad Bacharach	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	Ud. Escala Bacharach	

Table 4. Natural gas engine emissions measurements.

9.3. Emissions comparison: Diesel vs Gas Engine

In the next table we can see a comparison between diesel engine of similar characteristics and gas engine with the data provided by the engine manufacturer (Siemens) obtained on the test bench.

	DIESEL		GAS	
	1800	1500	1800	1500
rpm	1800	1500	1800	1500
Pme bar	11.26	12.3	11.26	12.3
CO ₂ g/m _n ³	230	225	180	172
NO _x mg/m _n ³	2400	2800	500	500
Partículas mg/m _n ³	50	65	20	20

Table 5. Emissions comparison Diesel vs Gas Engine.

We can see a clear reduction of NO_x emissions, particulate matter and about 20% of CO₂ emissions.

A report is also included to compare the current emissions of the auxiliary engines of the vessel L'Audace during its calls at the port of Barcelona with those of the natural gas engine used in the EPT1 subactivity of the CORE LNGas Hive project.

In the Port of Barcelona, the vessel L'Audace makes around 50 calls a year, with an average duration of approximately 8h15m. Taking 2016 as a reference year, 49 calls were made, including 44 standard calls with an average of 8h12m +/-1h12m and 5 atypical calls of more than 10h, including one of 14h and another of 16h. For calculation purposes, the total time of standard stopovers is estimated at 410 hours/year.

The average emission of the diesel engines in the normal regime at 600kW of demand is 4.63 kgNO_x/hour of scale, 37.97kgNO_x/scale and 1,898.3kg NO_x/year.

Escalas	Demanda eléctrica media (kW)	Factor emisión (gNO _x /kWh)	Emisión (kg/h)	Duración media escala (h)	Horas anuales escala (h)	Emisión por escala (kgNO _x /esc)	Emisión total anual (kgNO _x /a)
50	600	7,72	4,63	8,2h	410	37.97	1.898,3

Table 6. NO_x Emissions in the diesel auxiliary Engines.

Escalas	Demanda eléctrica media (kW)	Factor emisión (gNO _x /kWh)	Factor de emisión (kg/h)	Duración media escala (h)	Horas anuales escala (h)	Emisión por escala (kgNO _x /h)	Emisión total anual (kgNO _x /h)
50	600	1,7	0,99	8,2h	410	8,12	405,9

Table 7. NO_x Emissions in the natural gas engine.

The reduction of emissions during the operations of the vessel L'Audace while at berth, which can be achieved by replacing the use of the auxiliary diesel engines on board the vessel by a shore-side electricity supply produced by an auxiliary engine generator with natural gas fuel, can be very relevant. The results are shown in the table below.

Escenario	Demanda eléctrica media (kW)	Factor emisión (gNOx/kWh)	Emisión (kg/h)	Emisión por escala (kgNOx/esc)	Emisión total anual (kgNOx/a)
Actual con motores Diesel	600	7,72	4,63	37,97	1.898,3
Alternativo con motor gas natural	600	1,7	0,99	8,12	405,9
Reducción de emisiones					1.492,4
					-78,6%

Table 8. NOx Emissions in the diesel auxiliary Engines vs natural gas engine.

Under these conditions, the annual emissions of the ship L'Audace in its approximately 50 calls at the port of Barcelona would be reduced by 1,492.4 kgNOx, representing **-78.6%** with respect to current emissions.

10. Conclusions

The main conclusions of the pilot performance of the EPT1 subactivity of the Core LNGas hive are:

- The natural gas engine generator has been tested, as well as the gas plant, in all 3 ports of Barcelona, Vigo and Santa Cruz de Tenerife.
- The ship has been supplied with the 100% of its electricity needs in all 3 ports.
- The natural gas engine generator has been tested at 110% capacity, providing the 100% of the power demand in 8 different calls and with 2 different vessels, with 6-8 h of operation per call, without any relevant problem. The gas plant has supplied the necessary natural gas pressure to feed the engine in all demand ranges.
- A clear reduction in pollutant and greenhouse gas emissions has been detected, both on the test bench and in real operating tests.
- The electrical connections and communication between shore side and ship have worked properly, so that the necessary power could be provided to the ship, and the auxiliary diesel engines could be shut down during the pilots, without any major problems or blackouts.
- The problems detected are basically logistical problems in the LNG supply to the Canary Islands and the transport of all the equipment between the ports, which have lengthened the pilots more than desirable. The cable management

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

solution should be studied further in the event of definitive implementation in other ports.



Figure 20. Liquefied natural gas supply (HAM in the Port of Barcelona).



Figure 21. Electricity connection (Port of Barcelona).

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance



Figure 22. Communication event (Port of Barcelona).



Figure 23. Pilot location in the Port of Vigo.

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance



Figure 24. Pilot location in the Port of Santa Cruz de Tenerife.



Figure 25. Part of the technicians participating in the 3 pilots of the EPT1 sub-activity.

Annex 1

Risk Analysis of the pilot in the Port of Barcelona



**ALMACENAMIENTO DE GNL Y SISTEMA DE SUMINISTRO DE
ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL A UN
RoRo (PROYECTO CORE LNGAS) EN EL PUERTO DE
BARCELONA
ANÁLISIS DE RIESGOS**

Preparado por:

TEMA

Septiembre 2017 (Rev. A)

Refª.: 0931/13609

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
ALCANCE.....	5
OBJETIVO	5
1 Descripción del proyecto	6
2 Identificación y análisis del lugar de implantación	7
2.1 Entorno	7
2.2 Personal expuesto	8
2.3 Condiciones meteorológicas	8
3 Identificación de peligros.....	10
3.1 Peligrosidad intrínseca de la sustancia considerada	11
3.2 Peligrosidad derivada de las condiciones de operación	14
4 Selección de escenarios para análisis de riesgo	15
4.1 Condiciones de fuga y modelos empleados	16
4.2 Modelos de cálculo	16
4.3 Condiciones de fuga	16
4.4 Charcos	16
4.5 Evaporación de charco	17
4.6 Dispersión de vapores	17
4.7 Criterios de letalidad adoptados.....	17
4.7.1 Umbrales para la definición de las zonas de planificación y efecto dómino.....	18
5 Determinación del alcance de las consecuencias de accidentes para los escenarios seleccionados.....	20
6 Representación gráfica de las consecuencias sobre planos del muelle e instalaciones portuarias.	22
7 Análisis de efecto dominó con instalaciones vecinas	27
8 Estimación de las frecuencias de los escenarios de accidente seleccionados.....	28
9 Tipificación de peligros mediante el uso de una matriz cualitativa de riesgo.....	29

10	Análisis de salvaguardas existentes y propuesta de medidas de prevención para aquellos riesgos con riesgo inaceptable.....	32
11	Conclusiones y recomendaciones	33
12	Anexos	34
	ANEXO I. SALIDAS DE CÁLCULO EFFECTS.....	35
	ANEXO II. ESTUDIO <i>WHAT IF</i>.....	66

INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el **Análisis de Riesgo** (en adelante AR) del proyecto Core LNGas hive EPT1, que consiste en el suministro de electricidad desde un motor fijo a gas natural (en adelante GN) a un buque RoRo durante las operaciones de carga y descarga de vehículos, en sus escalas en el Puerto de Barcelona.

ALCANCE

- a) Descarga de cisterna de Gas Natural Licuado (en adelante GNL) a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión).
- b) Vaporización de GNL y suministro a motor de Gas Natural (GN) (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor).
- c) Depósitos de GNL, vaporizador y sistema de tuberías de suministro a motor, entre usos.

OBJETIVO

El objetivo del presente análisis es la identificación de los peligros potenciales y problemas de operatividad que puedan afectar a la seguridad, el medio ambiente, la propiedad y a las operaciones, derivados de la actividad de una unidad de generación eléctrica terrestre, móvil, alimentada por GNL y destinada a suministrar energía a una embarcación cuando esté atracada. Estas actividades incluyen el tránsito de una cisterna de GNL por las vías del Puerto de Barcelona, la descarga de GNL a un depósito, el almacenamiento de GNL, así como del sistema de suministro de GN a un motor a gas natural, ambos en contenedores de 40'.

Entre otros se consideran los siguientes aspectos:

- a) Análisis del emplazamiento seleccionado para el estacionamiento de los contenedores.
- b) Identificación de riesgos de los procesos asociados a:
 - b.1) Tránsito del camión cisterna de GNL por las vías del Puerto, desde la puerta de acceso al Puerto o desde el cargadero de cisternas de la planta regasificadora hasta la Terminal de Acciona-Trasmediterranea, en la que se llevará a cabo la descarga de la cisterna / carga del depósito de GNL.
 - b.2) Llenado del depósito de GNL, situado dentro del contenedor de 40', desde la cisterna de GNL.
 - b.3) Evaporación de GNL y suministro de GN al motor de gas ubicado en el otro contenedor.
- c) Análisis de salvaguardas y medidas correctoras.
- d) Propuesta de medidas adicionales para reducir el riesgo.
- e) Planteamiento de hipótesis de accidente.
- f) Calculo de los efectos que se derivan de los accidentes planteados.
- g) Priorización de las medidas adicionales propuestas.
- h) Resumen y conclusiones.

Los cuatro primeros aspectos fueron objeto del estudio What if?, el cual constituye el Anexo II de este AR.

1 Descripción del proyecto

El estudio se enmarca en el proyecto Core LNGas hive, dentro del programa de reducción de combustibles contaminantes y su sustitución por combustibles más limpios, como el GN, de esta forma se reduce la dependencia del petróleo y de emisiones al medio ambiente.

El interés mundial por el GNL se ha incrementado significativamente tanto del lado de abastecimiento como del lado de su demanda. La limitada experiencia asociada a esta fuente de energía ha creado muchas dudas y preocupaciones, particularmente sobre el potencial impacto a la salud, seguridad y el medio ambiente, a pesar de que el historial de seguridad de la industria de GNL, es excepcional y uno de los mejores, sino el mejor de todas las industrias energéticas.

Los inversionistas, autoridades y el público en general se enfrentan a un crecimiento mundial de la industria del GNL que, aunque no es una industria nueva, es prácticamente desconocida. El desconocimiento de esta industria y regulaciones especiales que le aplican, crea temores y percepciones erróneas de los peligros reales que presenta.

El sistema de generación eléctrica a gas natural proporcionará la energía necesaria para mantener funcionando el HVAC, la iluminación, y cualquier otro equipo a bordo, mientras el buque está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de los generadores diésel auxiliares.

El motor de GN estará ubicado en un contenedor, que se alimenta de gas natural procedente de otro contenedor vecino que contiene dos depósitos de GNL y el sistema de vaporización correspondiente para la alimentación de GN, por medio de una manguera de 1,5". Además también se ubicará en la zona un grupo electrógeno para proporcionar electricidad al generador y sistema de control de los depósitos y un transformador de baja a media tensión.

El GNL se trasegará mediante un equipo dotado de bomba criogénica y a través de una manguera de líquido entre la cisterna y el depósito (no habrá conexión de la fase gas entre la cisterna y el depósito).

El motor y depósito de GNL se colocarán en 2 contenedores de 40 pies cada uno, que estarán sobre muelle. En uno de los contenedores se ubicará el sistema del motor de GN, y en el otro contenedor se ubicarán los dos depósitos de 5 m³ cada uno (uno se llenará de GNL y el segundo se usará como reservorio de presión), uno de GNL y otro de GN, y el sistema de vaporización (el depósito de GNL estará conectado a través de una tubería de la fase gas con el depósito de GN, el cual sirve de respaldo y para equiparar las presiones en ambos depósitos).

Las condiciones de suministro del GNL cumplirán con las condiciones de trabajo especificadas por el fabricante del depósito:

- Presión: 8 barg
- Temperatura: - 160°C

2 Identificación y análisis del lugar de implantación

2.1 Entorno

Para la zona de la terminal en donde se ubicarán los dos contenedores y se estacionará la cisterna de GNL, se presenta la ubicación propuesta en la terminal del Puerto de Barcelona.



Figura 1. Punto de ubicación de los contenedores.

Las coordenadas geográficas y UTM correspondiente al punto en donde se ubicarán los contenedores, son las siguientes:

Tabla 1. Coordenadas UTM.

PROYECCIÓN UTM (ETRS89 31N)	
X	431.371 E m
Y	4.579.708 N m

2.2 Personal expuesto

De acuerdo con la ubicación del punto en donde estarán los contenedores y la cisterna de GNL, y debido al tipo de operación que representa el almacenamiento de GNL, y la vaporización del mismo para luego suministrar GN al motor, tanto el operario de la cisterna encargado del repostaje del depósito de GNL y los operadores presentes durante el suministro de GN al motor, como los demás operadores de la terminal (choferes de camiones y personal del terminal), podrían estar expuestos a los efectos de radiación contemplados en este estudio.

2.3 Condiciones meteorológicas

Para el cálculo del alcance de las consecuencias de las hipótesis planteadas, es necesario disponer de datos relativos a las variables meteorológicas más representativas de la zona de estudio. Los datos meteorológicos utilizados en el presente AR han sido registrados por la

estación meteorológica existente en la *Fitxa Meteorològica de Port de Barcelona - Estació de la Sirena* de Barcelona.

Los valores meteorológicos considerados son los siguientes:

Tabla 2. Valores meteorológicos considerados

TEMPERATURA (°C)	17,4
HUMEDAD RELATIVA (%)	73
VELOCIDAD MEDIA (m/s)	5
ESTABILIDAD / VELOCIDAD VIENTO (m/s)	Estabilidad D/6,9
	Estabilidad F/1,9

La estabilidad de clima D se presenta aproximadamente el 67% del tiempo, y la estabilidad F el restante 33%, tomando como base un año.

3 Identificación de peligros

La identificación de peligros se realizó mediante un estudio *What if...?*. Esta técnica es un método inductivo que utiliza información específica de un proceso para generar una serie de preguntas pertinentes durante el tiempo de vida de una instalación. Consiste en definir tendencias, formular preguntas, desarrollar respuestas y evaluarlas, incluyendo la más amplia gama de consecuencias posibles. No requiere métodos cuantitativos especiales o una planeación extensiva.

El método utiliza información específica de una actividad o de un proceso para generar preguntas en base a una lista de verificación. Un equipo de especialistas realiza una lista de planteamientos empleando preguntas ¿Qué pasa si?, las cuales son contestadas colectivamente por el grupo de trabajo resumidas en forma tabular.

Esta técnica es ampliamente utilizada durante las etapas de diseño del proceso, así como durante el tiempo de vida o de operación de una instalación, así como cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación.

El propósito del método What If? tiene tres aspectos:

- Identificar las condiciones y situaciones peligrosas posibles que pueden resultar de barreras y controles inadecuados.
- Identificar eventos que pudieran provocar accidentes mayores
- Recomendar las situaciones requeridas para iniciar el proceso de reducir el riesgo de una instalación así como para mejorar la operabilidad de la misma.

El estudio *What if...?*, (Revisión B) se realizó el 16 de Mayo 2017, y se presenta en el Anexo II.

3.1 Peligrosidad intrínseca de la sustancia considerada.

De acuerdo con las tablas incluidas en el anexo I del RD 948/2005^I, la sustancia peligrosa manejada en las terminales es GNL/ GN:

- El Gas Natural Licuado (GNL) y el gas natural (GN), se trata de una sustancia específicamente nombrada en la Parte I del citado anexo I como “Gases licuados extremadamente inflamables (incluidos GLP) y gas natural”.

El Gas Natural Licuado (GNL) está compuesto fundamentalmente por metano, en una proporción usualmente superior al 90%. El resto es fundamentalmente etano, con proporciones menores de propano, butano y nitrógeno. A efectos prácticos, las propiedades y características de inflamabilidad del metano son aplicables.


A continuación se resumen las características de peligrosidad que la normativa vigente (R.D. 255/2003^{II}) establece para el GNL.

^I Real Decreto 948/2005, de 29 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

^{II} REAL DECRETO 255/2003, de 28 de febrero de 2003, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. BOE nº 54 04/03/2003


Gas Natural Licuado / Gas Natural.

R.D. 255/2003

Sustancia	Indicaciones de peligro	Frases R	Frase S	Características del peligro
Gas Natural Licuado (GNL) / Gas Natural (GN)	 F+	R12	S2 S9 S16 S33	<p>CARACTERÍSTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Gas incoloro e inodoro. Extremadamente Inflamable. Gas más ligero que el aire a temperatura ambiente. Se comporta como gas pesado a las bajas temperaturas de almacenamiento criogénico. El fuego puede iniciarse a cierta distancia de la fuga. Insoluble en agua. Flota, generando violentas explosiones físicas derivadas de la vaporización violenta del producto sobre el medio acuoso. Evitar cargas electrostáticas, calor, fuego, chispas y cualquier fuente de ignición. En escapes puede acumular carga electrostática. Dañino por inhalación y contacto. En caso de inhalación se comporta como un gas asfixiante, pudiendo desplazar al oxígeno. En caso de contacto en condiciones criogénicas puede generar "quemaduras frías" por congelación de la piel. Incompatible con agentes oxidantes y halógenos. Se utiliza como combustible, en síntesis química, etc. Transporta por carretera como gas licuado a baja temperatura. Se transporta por tubería (gasoducto) como gas comprimido a alta presión. <p>PROPIEDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> Límite inferior de inflamabilidad (LII) = 5% vol. Límite superior de inflamabilidad (LSI) = 15,4% vol. Calor de combustión = 11.954 kcal/kg Temperatura de auto ignición = 537°C Punto de ebullición = -162°C IPVS = 21.000 ppm (por proximidad al LII) Densidad relativa del líquido (agua=1) = 0,46 Densidad relativa del gas a Tª ambiente (aire=1) = 0,55. En condiciones criogénicas se comporta como gas pesado. Soluble en etanol, acetona, benceno, tolueno. <p>ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE</p> <ul style="list-style-type: none"> Almacenar en áreas frías, secas, bien ventiladas, alejadas de la radiación solar y de fuentes de calor e ignición. Almacenar alejado de agentes oxidantes, halógenos. Almacenar en contenedores con válvula de seguridad. <p>TRASVASE</p> <ul style="list-style-type: none"> Para evitar descargas eléctricas, contenedores y conducciones se conectarán entre sí y a tierra. No utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular el compuesto. No utilizar herramientas que puedan producir chispas.

Gas Natural Licuado / Gas Natural.

R.D. 255/2003

Sustancia	Indicaciones de peligro	Frases R	Frase S	Características del peligro
Gas Natural Licuado (GNL) / Gas Natural (GN)		R12	S2 S9 S16 S33	<ul style="list-style-type: none"> No llenar completamente los contenedores. CONTENEDORES: acero, acero inoxidable, aluminio, hierro, cobre, bronce.

F+

COMPORTAMIENTO EN CASO DE FUGA/INCENDIO

Incendio/ explosión

- Gas inflamable.
- Gas más ligero que el aire a temperatura ambiente.

SE COMPORTA COMO GAS PESADO A LAS BAJAS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO CRIOGÉNICO. EL FUEGO PUEDE INICIARSE A CIERTA DISTANCIA DE LA FUGA.

FORMA MEZCLAS INFLAMABLES AL AIRE LIBRE. EL RIESGO DE EXPLOSIÓN EN ESTAS CONDICIONES ES MUY BAJO. EN TODOS LOS ENSAYOS EXPERIMENTALES DE ESCAPES MASIVOS DE VAPORES CRIOGÉNICOS EN CAMPO ABIERTO, LOS ENSAYOS DE IGNICIÓN NUNCA HAN GENERADO EFECTOS DE SOBREPRESIÓN APRECIABLES.

- Las acumulaciones de vapor en espacios cerrados pueden explotar si se inflaman.
- Puede acumular carga electrostática. Se puede inflamar por descarga eléctrica.
- Productos de combustión: H₂O, CO₂ y CO en caso de combustión incompleta.
- Los contenedores pueden explotar si se exponen al fuego.

Fuga / derrame

- Gas inflamable.
- Gas asfixiante. Puede desplazar al oxígeno.
- Gas más ligero que el aire. Se acumula en zonas altas creando una atmósfera inflamable y asfixiante.
- Forma mezclas explosivas con el aire.
- Las acumulaciones de vapor en espacios cerrados pueden explotar si se inflaman.
- Insoluble en agua. Flota.
- La fuga masiva de GNL originaría un derrame de producto con una importante emisión de vapores debida a la ebullición del mismo, formando una nube inflamable que, por encontrarse frío el GNL, se desplazaría a ras del suelo.

En caso de encontrar un punto de ignición, la nube puede desarrollar una llamarada (flash-fire) que combustionaría rápidamente hasta llegar al punto de fuga, donde se originaría un incendio (pool fire, en caso de escape líquido, jet fire en caso de escape gaseoso).

INTERVENCIÓN. AGENTES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

- CO₂, polvo BC, agua nebulizada o pulverizada.

Gas Natural Licuado / Gas Natural.

R.D. 255/2003

Sustancia	Indicaciones de peligro	Frases R	Frase S	Características del peligro
				<ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de agua a dardos es inefectiva porque no enfría el producto por debajo del punto de inflamación y además contribuye a esparcir el material y vaporizarlo intensamente.

Por tanto, el GNL, presenta características intrínsecas de peligro y riesgo que hay que considerar:

- Por sus propiedades de inflamabilidad. Se trata de un producto extremadamente inflamable.
- Por tratarse de un gas a baja temperatura capaz de generar importantes cantidades de vapor inflamable en caso de escape accidental (evaporación masiva).

3.2 Peligrosidad derivada de las condiciones de operación.

Las condiciones operativas pueden introducir circunstancias de peligro adicionales a las comentadas anteriormente. Son variables de riesgo las condiciones de presión y temperatura del GNL y del GN.

Las operaciones principales que se llevan a cabo en las instalaciones son las debidas al suministro de GNL desde la cisterna al depósito de GNL, la vaporización del GNL y el suministro de GN al motor.

La baja temperatura del GNL en fase líquida añade los siguientes riesgos:

- Comportamiento como gas pesado de los vapores que se producen al ser derramado sobre superficies a temperatura ambiente. Estos vapores son visibles fácilmente (tienen aspecto blanquecino) por la condensación de la humedad ambiente, y se desplazan a ras de tierra siguiendo la dirección del viento o buscando las depresiones de las superficies sobre las que se dispersa (pendientes, vaguadas, oquedades, redes de drenaje, etc.). Una vez gana temperatura, la nube pierde visibilidad (siendo aún inflamable) y se dispersa como gas más ligero que el aire (dispersión neutra) por tener un peso molecular inferior a este último.
- Posibilidad de producir grandes nubes inflamables (por sus dimensiones y por cantidad de producto en condiciones de inflamabilidad) debido al fuerte intercambio térmico con el

terreno en caso de derrame (de hecho el producto hierve sobre el suelo). Los vapores pueden expandirse a lo largo del suelo, extenderse sobre grandes distancias y en contacto con una fuente de ignición inflamarse, con retroceso de llama y explotar.

- Quemaduras frías por contacto directo con la piel. Se ha de manipular con Equipo de Protección Individual (EPI) adecuado.

Las condiciones de presión del GN en fase gas añaden los siguientes riesgos:

- El escape a través de un orificio de un gas a alta presión determinará la formación de un dardo turbulento que diluye rápidamente el producto en el ambiente. Si la concentración del gas está dentro de sus límites de inflamabilidad y encuentra un punto de ignición (por chispa, electricidad estática o energía cinética) se desarrollará un dardo de fuego.

4 Selección de escenarios para análisis de riesgo

De acuerdo con los criterios anteriormente expuestos, las hipótesis accidentales evaluadas en el presente Análisis de Riesgos para el almacenamiento de GNL y suministro de GN al motor, se presentan en esta sección.

Las hipótesis accidentales para los escenarios citados son las siguientes:

- 1) H.1.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.
- 2) H.1.b. Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.
- 3) H.2.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador.
- 4) H.2.b. Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm).
- 5) H.3.a. Fuga de GN por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN.
- 6) H.3.b. Rotura catastrófica de la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN (orificio de 38,1 mm).

4.1 Condiciones de fuga y modelos empleados

Los riesgos del GNL dependen fundamentalmente de su estado físico (riesgos inherentes al producto) y de las condiciones de manejo u operación (riesgo en el ciclo de vida del producto). El GNL es un líquido incoloro, inodoro, no tóxico que sin embargo, la exposición al GNL en estado gaseoso puede desplazar el oxígeno y causar asfixia y en su estado líquido puede causar quemaduras de tercer grado. Se trata de un producto extremadamente inflamable, con un rango de inflamabilidad entre el 5% y el 15% de su estado gaseoso en el aire, pudiendo formar una atmósfera explosiva. En función de las condiciones de operación del GNL, la secuencia de posibles sucesos accidentales generados por una fuga de GNL líquido, fuga bifásica o fuga gaseosa se concreta en los siguientes accidentes: incendio de charco, dardo de fuego o llamarada (accidentes de tipo térmico con efectos de radiación térmica) y/o explosión (accidente de tipo mecánico con efectos de sobrepresión).

4.2 Modelos de cálculo

Para la realización de los cálculos de consecuencias se han utilizado los modelos de cálculo implementados en el software EFFECTS 10.0.6. de TNO.

4.3 Condiciones de fuga

Los tamaños de fuga seleccionados y la duración de las mismas son presentados en la siguiente tabla.

Tabla 3. Condiciones de fuga.

Tipo de fuga	Diámetro de orificio (mm)	Duración de fuga (s)
10% del diámetro de la tubería	3,8	120
Rotura catastrófica	Diámetro total de la tubería/manguera	120

4.4 Charcos

Para el cálculo de la superficie se siguen los siguientes criterios: en las áreas de estudio, se considera un área máxima de charco de 1.500 m²^{III} (superficie terrestre). En la realización de las simulaciones se considera suelo de hormigón pesado.

^{III} Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2

4.5 Evaporación de charco

Dadas las características de las instalaciones donde se ubicarán los contenedores en el puerto de Barcelona, se ha determinado de forma general como sustrato, el cemento, el cual presenta un valor de rugosidad de 0,005 m.

Se ha considerado una duración de evaporación de charco de 1.800 s (30 minutos).

4.6 Dispersión de vapores

Para la dispersión del GNL se ha considerado un comportamiento de gas neutro tras su liberación a la atmósfera.

Como factor de rugosidad del terreno se ha tomado el valor de 0,1 m (Low crops; occasional large obstacles, $x/h > 20$).

4.7 Criterios de letalidad adoptados

La evolución de los sucesos iniciadores puede dar lugar a los siguientes sucesos accidentales finales:

Tabla 4. Efectos de los sucesos finales correspondientes a cada escenario accidental.

EVENTO	EFEECTO FÍSICO
Incendio	Radiación térmica
Llamarada	Radiación térmica

Para los efectos que generan daño sobre las personas (radiación térmica) y para los diferentes escenarios accidentales, es necesario plantear los criterios de vulnerabilidad que permiten determinar el alcance de las áreas letales.

Para la definición de las áreas letales se han tenido en cuenta los criterios indicados en el apartado 3.4.9 del Manual Bevi^{IV}, los cuales se exponen en los siguientes apartados.

^{IV} Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2

4.7.1 *Umbrales para la definición de las zonas de planificación y efecto dómimo*

Una Zona de Riesgo se define como aquella zona situada alrededor del foco de un accidente donde las magnitudes físicas representativas del fenómeno peligroso asociado al accidente adquieren valores superiores a los denominados valores umbral.

La *Directriz Básica de Protección Civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas* (apartado 2.3.3. del artículo 2) establece que se deben evaluar los alcances de tres niveles de daños, que son:

- **Zona de Intervención** definida como aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- **Zona de Alerta** como aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos de población.
- **Zona de efecto dominó:** Por otro lado, y tras la publicación del RD 840/2015^V y el RD 1196/2003^{VI}, se deben evaluar el daño material y consecuente Efecto Dominó entre las instalaciones de un mismo establecimiento y entre los vecinos. En el presente AR se definirán las zonas de daños materiales Z.D. (Zonas de Efecto Dominó) para los escenarios accidentales derivados de las hipótesis de accidentes postuladas, y se analizarán en detalle el alcance y riesgo de concatenación de accidentes por afectación de un primero sobre otras instalaciones, dentro del establecimiento objeto del presente estudio.

Los accidentes que pueden tener lugar en las instalaciones objeto de este estudio, son incendios y dispersiones inflamables, que generan fenómenos de radiación térmica.

La variable representativa para estos fenómenos es la **Dosis de Radiación, D**, definida como la dosis recibida por los seres humanos procedentes de las llamas o cuerpos incandescentes en incendios y explosiones.

V Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por la que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

^{VI} Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

Para definir la zona de intervención (ZI), zona de alerta (ZA) y el efecto dominó (ZD) se tomarán en cuenta los siguientes valores de radiación:

Efecto Físico	Evento	Zona Intervención	Zona Alerta	Efecto Dominó
Radiación Térmica	Incendio	6,64 kW/m ²	3,71 (kW/m ²)	8 kW/m ²
	Llamarada	LEL (*)	-	-

(*) LEL: Lower Explosive Limit

5 Determinación del alcance de las consecuencias de accidentes para los escenarios seleccionados.

El objetivo de esta fase es la determinación de las áreas de planificación de emergencia y efecto dómimo asociadas a accidentes finales que se deriven de los iniciadores de accidentes seleccionados en el apartado 4 del presente documento, así como los alcances obtenidos de llamarada.

En el Anexo I, se presentan las salidas de cálculo de cada hipótesis planteada en el apartado 4, y en las siguientes tablas se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 1. Áreas de planificación de emergencia y letalidad.

Iniciador de accidente	Sustancia	Estabilidad	Áreas de planificación de emergencias y letalidad			
			Dardo de fuego			Llamarada
			ZI (m)	ZA (m)	ZD (m)	LC100 (LEL) (m)
H.1.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.	GNL	6,9D/1,9F	9,2 / 11,8	10,3 / 12,8	8,9 / 11,5	2,3 / 12,2
H.1.b. Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.	GNL	6,9D/1,9F	75,6 / 92,7	85,4 / 101,7	73,0 / 90,2	62,4 / 388,5
H.2.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador.	GNL	6,9D/1,9F	8,8 / 11,3	9,8 / 12,3	8,5 / 11,0	2,1 / 11,0
H.2.b. Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm).	GNL	6,9D/1,9F	69,2 / 85,2	78,0 / 93,5	66,8 / 82,9	54,0 / 335,9
H.3.a. Fuga de GN por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN.	GN	6,9D/1,9F	1,5 / 1,9	1,5 / 1,9	1,1 / 1,9	-
H.3.b. Rotura catastrófica de la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN (orificio de 38,1 mm).	GN	6,9D/1,9F	12,4 / 15,8	13,7 / 17,1	12,0 / 15,5	-

(*) LC100: 100% Lethal Concentración

Para dos de las hipótesis estudiadas (H.1.b y H.2.b) la zona letal correspondiente a la llamarada afecta una gran zona de la terminal e instalaciones anexas, por lo que se deben tomar medidas para reducir en la medida de lo posible estas afectaciones.

Estos alcances han sido obtenidos para fugas de 120 segundos de duración. Una menor duración de la fuga reduciría estas distancias, por lo que se recomienda la instalación de algún tipo de dispositivo que corte la fuga desde la cisterna y el depósito de GNL (H.1.b) y entre el

depósito y el vaporizador (H.2.b). Distancias más pequeñas también podrían obtenerse con un tamaño de maguera menor (1”).

Así mismo se recomienda la disposición de equipos y personal capacitado en intervención para fugas de GNL con el objetivo de minimizar la formación y dispersión de la nube de gas.

6 Representación gráfica de las consecuencias sobre planos del muelle e instalaciones portuarias.

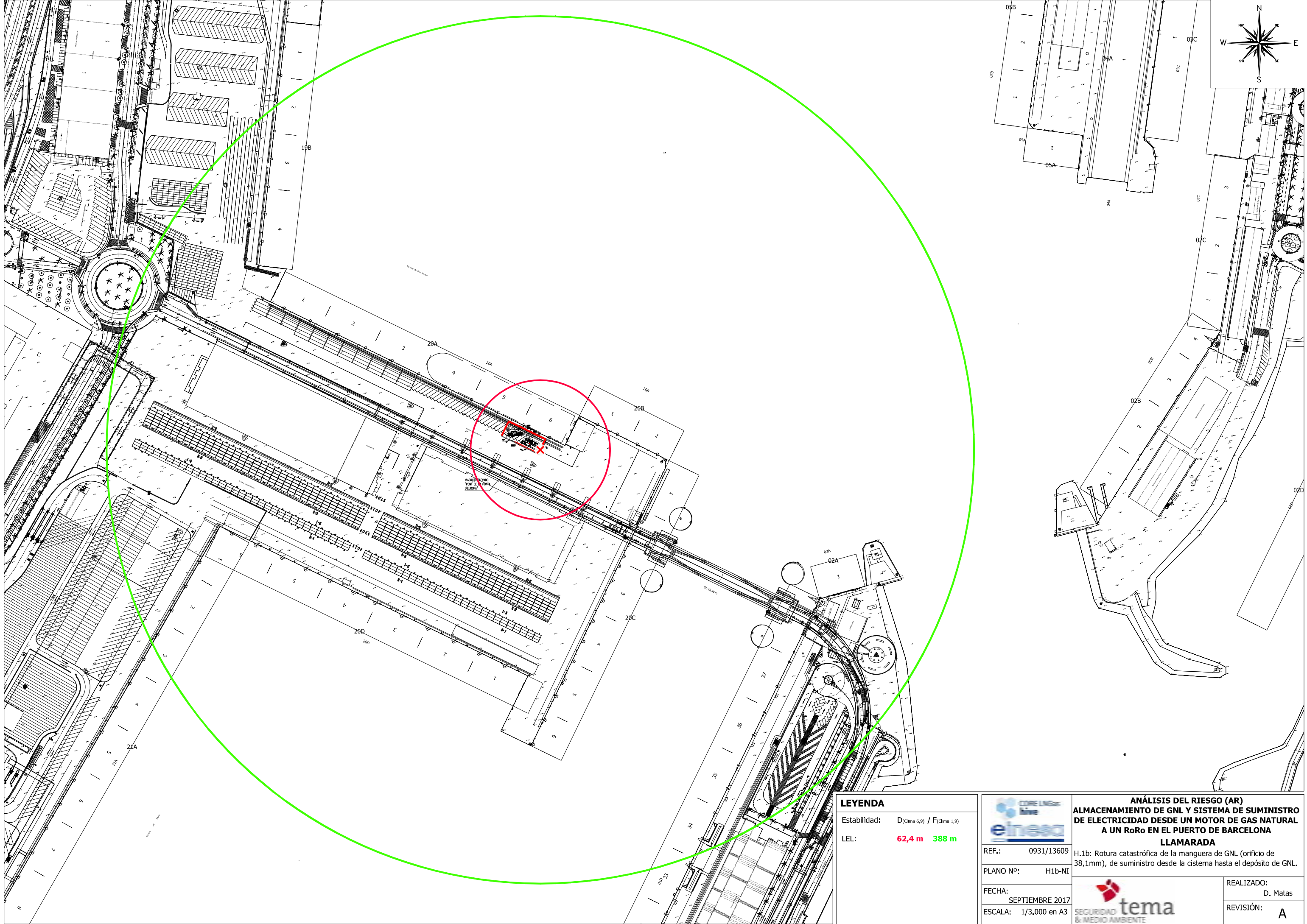
En este apartado se presentan las ZI, ZA y ZD correspondientes a los accidentes finales: llamarada y dardo de fuego, de las hipótesis accidentales de rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL y la rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm), ya que son estos los accidentes para los que se ha obtenido los mayores alcances.

En los siguientes planos, son presentados los resultados sobre la ubicación de estudio:

- H1b-NI^{VII}: Llamarada. Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.
- H2b-NI: Llamarada. Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm).
- H1b-RT^{VIII}: Dardo de fuego. Rotura catastrófica de manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.
- H2b-RT: Dardo de fuego. Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm).

^{VII} NI: Nube Inflamable

^{VIII} RT: Radiación Térmica



LEYENDA

Estabilidad: D_(clima 6,9) / F_(clima 1,9)

LEL: **62,4 m** **388 m**

coreline
maia
ened

REF.: 0931/13609

PLANO Nº: H1b-NI

FECHA: SEPTIEMBRE 2017

ESCALA: 1/3.000 en A3

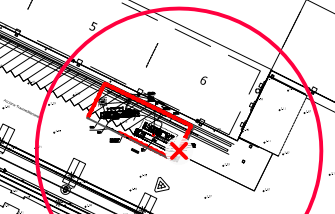
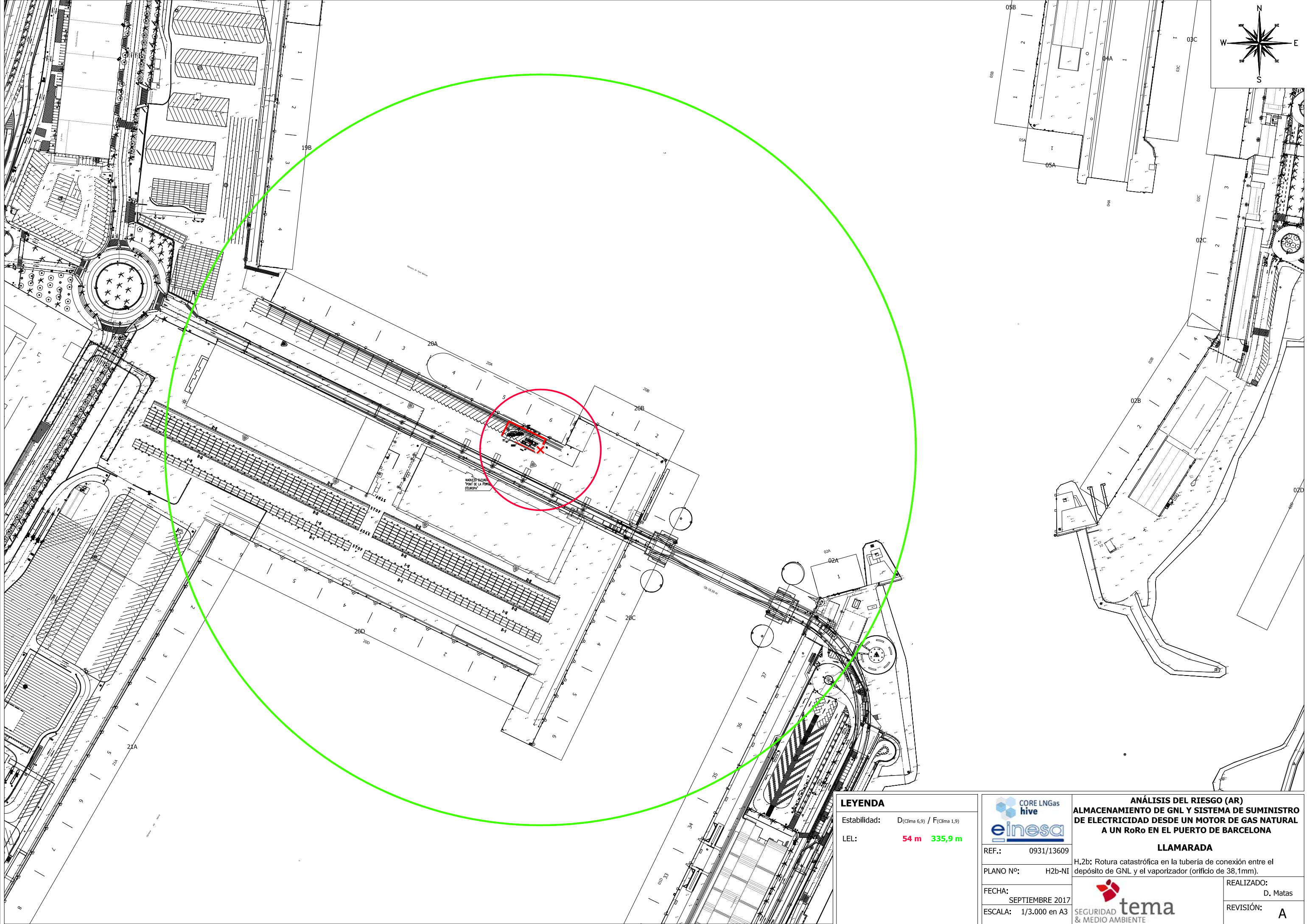
ANÁLISIS DEL RIESGO (AR)
ALMACENAMIENTO DE GNL Y SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA
LLAMARADA

H.1b: Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.

tema
SEGURIDAD & MEDIO AMBIENTE

REALIZADO: D. Matas

REVISIÓN: A

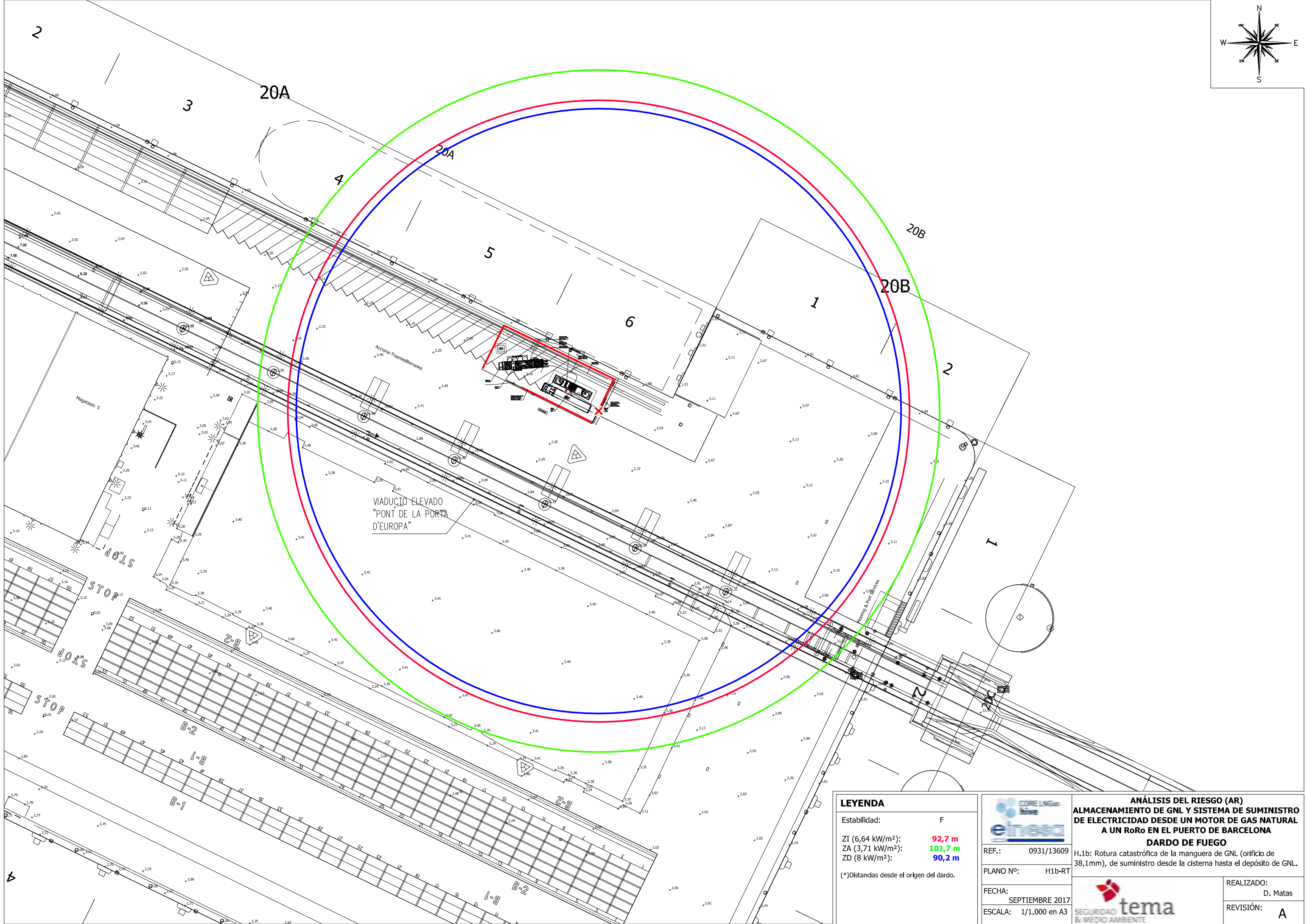
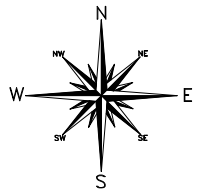


LEYENDA
 Estabilidad: D(Clima 6,9) / F(Clima 1,9)
 LEL: 54 m 335,9 m

CORE LNGas
 hive
 inesa
 REF.: 0931/13609
 PLANO Nº: H2b-NI
 FECHA: SEPTIEMBRE 2017
 ESCALA: 1/3.000 en A3

ANÁLISIS DEL RIESGO (AR)
ALMACENAMIENTO DE GNL Y SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA
LLAMARADA
 H.2b: Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1mm).
 REALIZADO: D. Matas
 REVISIÓN: A

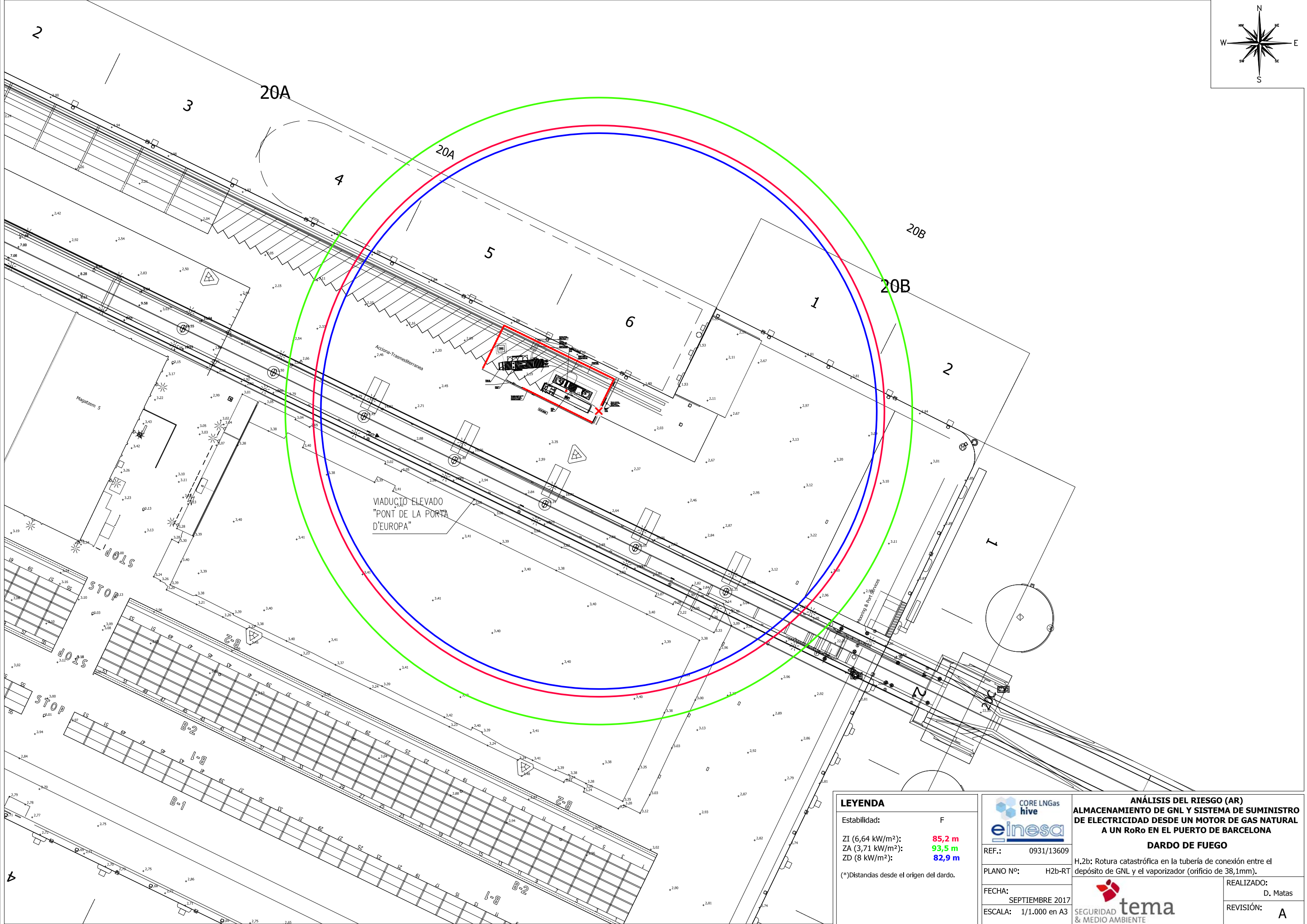
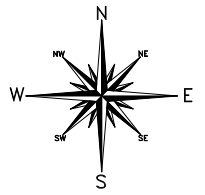




LEYENDA	
Estabilidad:	F
ZI (6,64 kW/m ²):	92,7 m
ZA (3,71 kW/m ²):	101,7 m
ZD (8 kW/m ²):	90,2 m
(*)Distancias desde el origen del dardo.	

REF.:	0931/13609
PLANO Nº:	H1b-RT
FECHA:	SEPTIEMBRE 2017
ESCALA:	1/1.000 en A3

	ANÁLISIS DEL RIESGO (AR) ALMACENAMIENTO DE GNL Y SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA DARDO DE FUEGO
	H.1b: Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.
	REALIZADO: D. Matas
	REVISIÓN: A



VIADUCCIÓ ELEVADO
"PONT DE LA PORTA
D'EUROPA"

LEYENDA

Estabilidad:	F
ZI (6,64 kW/m ²):	85,2 m
ZA (3,71 kW/m ²):	93,5 m
ZD (8 kW/m ²):	82,9 m

(*Distancias desde el origen del dardo.

CORE LNGas
hive
einesa

REF.: 0931/13609

PLANO Nº: H2b-RT

FECHA: SEPTIEMBRE 2017

ESCALA: 1/1.000 en A3

ANÁLISIS DEL RIESGO (AR)
ALMACENAMIENTO DE GNL Y SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA
DARDO DE FUEGO

H.2b: Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1mm).

REALIZADO: D. Matas

REVISIÓN: A

tema
SEGURIDAD & MEDIO AMBIENTE

7 Análisis de efecto dominó con instalaciones vecinas

En este apartado se realiza una evaluación del efecto dómimo que puede originar las hipótesis estudiadas tanto en la ubicación estudiada como a los establecimientos de alrededor.

De acuerdo a los planos H1b-RT y H2b-RT presentados en el apartado 6, la rotura catastrófica de manguera de GNL, de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL, y la rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador pueden generar una radiación de 8 kW/m^2 (por dardo de fuego) de 90,2 m y 82,9 m respectivamente, lo cual afectaría al buque, a la terminal, así como al vial de circulación sobreelevado que cruza la terminal de Este a Oeste. Esta radiación podría causar graves daños en camiones frigoríficos aparcados próximos a la pared del vial sobreelevado, así como en otras zonas dentro del alcance de esta radiación.

8 Estimación de las frecuencias de los escenarios de accidente seleccionados.

Para determinar las frecuencias de ocurrencia de los eventos estudiados, se parte de la siguiente información:

- El período de prueba del proyecto es de 1 mes (4 semanas).
- El suministro de GNL desde la cisterna hasta el depósito se realizará una vez a la semana, a una tasa de 1 h/suministro, por lo que se tendrá un total de **4 horas de operación** anual.
- Para la tubería entre el depósito del GNL y el vaporizador, se tomará que la misma puede presentar fuga durante las 24 horas del día, en los 30 días del período de prueba, por lo que se tomará **720 horas de operación** anual.
- El suministro de GNL desde la cisterna hasta el depósito se realizará una vez a la semana, a una tasa de 1 h/suministro, por lo que se tendrá un total de **4 horas de operación** anual.
- EL buque permanecerá 8 horas atracado en el puerto, por lo que el suministro de GN al motor se estima será de 8 horas semanales, para un total de **32 horas de operación** anual.
- Probabilidad de presencia de personas en = 1
- Probabilidad de ignición de una nube inflamable por vehículos= 0,5^{IX}

Tabla 2. Frecuencias de ocurrencia de hipótesis estudiadas.

Escenarios	Frecuencia (horas -1)	Frecuencia (año-1)	Frecuencia final (año-1)
Rotura catastrófica de manguera [1] (4 h operación)	4,00E-06	1,60E-05	8,00E-06 [5]
Rotura parcial de manguera [2] (4 h operación)	4,00E-05	1,60E-04	8,00E-05 [5]
Rotura catastrófica de manguera [1] (32 h operación)	4,00E-06	1,28E-04	6,40E-05 [5]
Rotura parcial de manguera [2] (32 h operación)	4,00E-05	1,28E-03	6,40E-04 [5]
Rotura catastrófica de tubería [3]	1,00E-06	5,00E-06	2,50E-06 [6]
Rotura parcial de tubería [4]	5,00E-06	2,50E-05	1,25E-06 [6]

[1] Tabla 50 BEVI: Rupture of loading/unloading hose per hour

[2] Tabla 50 BEVI: Leak on loading/unloading hose with an effective diameter of 10% of the nominal diameter, up to the maximum of 50 mm per hour

[3] Tabla 27 BEVI: Rupture in the pipeline, nominal diameter < 75 mm (frequency/m*year)

[4] Tabla 27 BEVI: Leak with an effective diameter of 10% of the nominal diameter, up to the maximum of 50 mm, nominal diameter < 75 mm (frequency/m*year)

[5] Frecuencia final= Frecuencia (año-1)*Probabilidad de ignición de una nube inflamable por vehículos*Probabilidad de presencia de personas en el área

[6] Frecuencia final= Frecuencia (año-1)*Probabilidad de ignición de una nube inflamable por vehículos*Probabilidad de presencia de personas en el área

- La frecuencia final obtenida para la rotura catastrófica de manguera (4 h operación) aplica para la hipótesis H.1.b.
- La frecuencia final obtenida para la rotura parcial de manguera (4 h operación) aplica para la hipótesis H.1.a.

^{IX} Tabla 1 del Manual BEVI: Adjacent process installation

- La frecuencia final obtenida para la rotura catastrófica de manguera (32 h operación) aplica para las hipótesis H.3.b.
- La frecuencia final obtenida para la rotura parcial de manguera (32 h operación) aplica para las hipótesis H.3.a.
- La frecuencia final obtenida para la rotura catastrófica de tubería aplica para la hipótesis H.2.b.
- La frecuencia final obtenida para la rotura parcial de tubería aplica para la hipótesis H.2.a.

9 Tipificación de peligros mediante el uso de una matriz cualitativa de riesgo.

En base a las normas UNE-EN 61511-3 y UNE-EN 1473-2008, se elaboró la matriz de riesgo que se presenta a continuación:

MATRIZ DE RIESGO

Incremento de probabilidad

← Probabilidad de ocurrencia

Probabilidad		Probable (I)	Puede ocurrir (II)	Poco probable (III)	Muy improbable (IV)	No creíble (V)
		Ocurre por lo menos una vez en un año operativo.	Ocurre una vez o más en 10 años operativos.	Ocurre por lo menos una vez durante la vida útil de las instalaciones.	Ocurre menos de una vez durante la vida útil de las instalaciones. No se espera que suceda.	Nunca ha sucedido hasta ahora. No hay constancia que ocurra.
Severidad						
Incremento de severidad ↑	A Catastrófico Personal -Varias muertes Imagen pública - Vidas expuestas a accidentes peligrosos Medio ambiente -Gran fuga incontrolada Pérdida económica muy importante.	1	1	2	2	4
	B Crítico Personal – Lesiones graves, conllevando discapacidad hasta una sola muerte. Imagen pública – Expuesto a un accidente que puede causar daños. Medio ambiente – Gran fuga no confinada. Pérdida económica importante.	1	2	2	3	4
	C Marginal Personal – Lesiones, no implicando discapacidad ni muerte. Imagen pública – Ningún impacto Medio ambiente – fuga que se mantiene confinada. Pérdida económica moderada.	2	2	3	3	4
	D Despreciable Personal – lesiones que implican sólo primeros auxilios. Medio ambiente – pequeña fuga que se mantiene confinada. Pequeña pérdida económica.	3	3	3	3	4
	E Ningún impacto (Nada sucede).	4	4	4	4	4

1 – Intolerable: Necesario un cambio de diseño o añadir un SIS

3 – Gestión de mejora continua

2 –Incorporar medidas de reducción de riesgo o protecciones

4 –NC: No creíble. NI: Ningún impacto

De acuerdo con los cálculos de frecuencias realizados, se asume que la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis planteadas son las indicadas en la matriz como “Muy improbable (IV)” (no se espera que suceda durante la prueba piloto).

Por lo que respecta a la severidad, se asume que las llamaradas de la rotura catastrófica de la manguera de GNL (H.1.b) y de la rotura catastrófica en la tubería de conexión (H.2.b), potencialmente pueden provocar más de un muerto tanto en el interior de la terminal como en el exterior, dado que dentro del alcance de las llamaradas se encuentran viales interiores del puerto con alta densidad de tráfico, por lo que de acuerdo con la matriz el nivel de severidad que les corresponde es el “Catastrófico” (A)

En base a todo ello, el nivel de riesgo en el interior y en el exterior de las terminales, tanto en lo que respecta a la rotura total de la manguera de GNL como a la rotura total de la tubería de conexión, sería 2.

De acuerdo a lo indicado en la matriz de riesgo, para el nivel 2 se deben incorporar medidas de reducción de riesgo o protecciones. Estas medidas son las medidas adicionales propuestas en el estudio *What if...?* (Anexo II).

10 Análisis de salvaguardas existentes y propuesta de medidas de prevención para aquellos riesgos con riesgo inaceptable

Se ha de recomendar la inclusión de salvaguardas tecnológicas adicionales para reducir las consecuencias de aquellos accidentes cuyos alcances sean superiores a 1.500 m para la ZI o a 300 m para la LC100.

Para las hipótesis accidentales H.1.b y H.2.b se obtuvieron llamaradas mayores a 300 m para fugas de 120 segundos y estabilidad 1,9 F. Una menor duración de la fuga reduciría estas distancias, por lo que se recomienda la instalación de dispositivos que corten la fuga. Distancias más pequeñas también podrían obtenerse con un tamaño de maguera menor (1”).

Así mismo se recomienda la disposición de equipos y personal capacitado en intervención para fugas de GNL con el objetivo de minimizar la formación y dispersión de la nube de gas.

11 Conclusiones y recomendaciones

La ocurrencia de las hipótesis planteadas es muy improbable, por lo que no se espera que suceda durante la prueba piloto.

Por lo que respecta a la severidad, se asume que las llamaradas de la rotura catastrófica de la manguera de GNL y de la rotura catastrófica de la tubería de conexión se han tipificado la severidad como catastrófica.

El nivel de riesgo en el interior y en el exterior de la terminal, tanto en lo que respecta a la rotura total de la manguera de GNL como a la rotura total de la tubería de conexión, sería 2, por lo que se deben incorporar medidas de reducción de riesgo o protecciones. Estas medidas son las medidas adicionales propuestas en el estudio *What if...?* (Anexo II).

Las zonas letales / intervención correspondientes a las llamaradas para roturas catastróficas de manguera y condición climática 1,9 F son mayores a 300 m, por lo que se requiere tomar medidas adicionales, como dispositivos de corte de fugas, o la reducción del diámetro de las mangueras y tuberías.

La zona de efecto dominó debido a la rotura catastrófica de la manguera de GNL es de 90,2 metros, lo cual afectaría al buque, a la terminal, así como al vial de circulación sobreelevado que cruza la terminal de Este a Oeste.

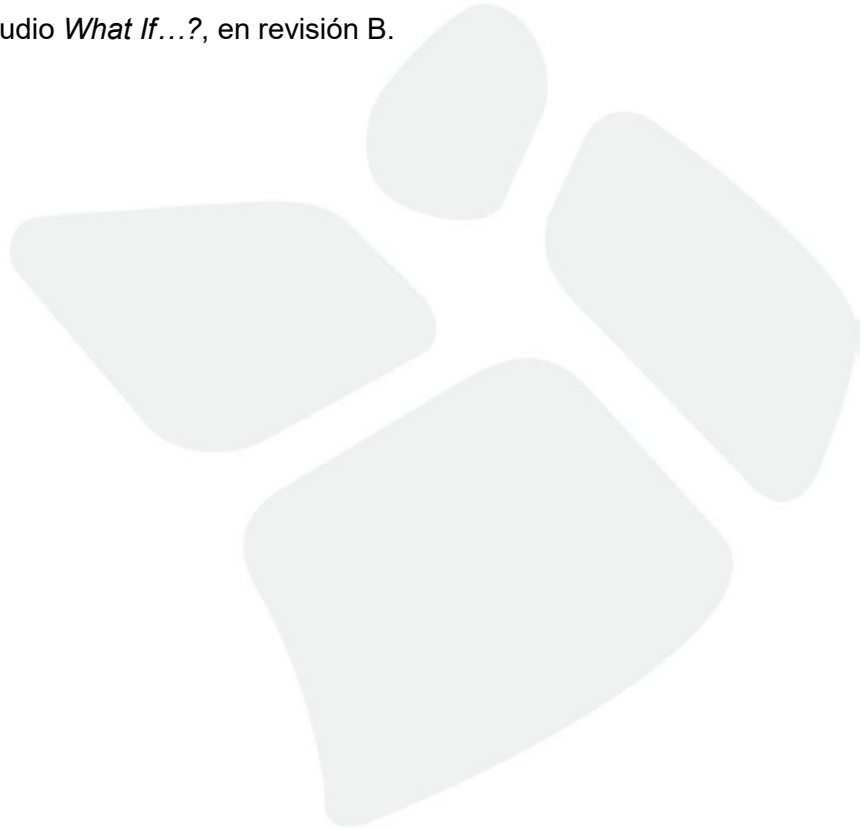
La zona de intervención por dardo de fuego de mayor alcance es de 92,7 m, para la rotura catastrófica de la manguera de GNL, y de 85,2 m para la rotura catastrófica de la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador, para la estabilidad de clima F. La zona de alerta para la rotura catastrófica de la manguera de GNL es de 101,7 m, y de 93,5 m para la rotura catastrófica de la tubería de conexión, para la estabilidad de clima F.

Los alcances correspondientes al dardo de fuego y llamarada de las hipótesis H.2.a y H.2.b, posiblemente serán menores a las calculadas en este estudio, dado que el escenario tiene lugar dentro del contenedor.

12 Anexos

En el **Anexo I** de este informe se se presentan las salidas de cálculo para cada hipótesis estudiada.

En el **Anexo II**, se incluye Estudio *What If...?*, en revisión B.





ANEXO I. SALIDAS DE CÁLCULO EFFECTS

H.1.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.

Fuga de gas licuado

- ✓ Grado de llenado de la cisterna: 85%
- ✓ Volumen de la cisterna: 60 m³
- ✓ Longitud de la cisterna (cilindro horizontal): 14 m
- ✓ Longitud de la manguera: 5 m
- ✓ Duración de fuga: 120 s
- ✓ Temperatura de la cisterna: -160°C
- ✓ Presión del depósito: 3.5 bar

Model: Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

version: v2017.01.10003 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 2 and Modelling source terms for the atmospheric dispersion of hazardous substances, Jaakko Kukkonen

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
<i>Fixed Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
Pipeline length (m)	5
Pipeline diameter (mm)	38,1
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	3,8
Hole rounding	Sharp edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	0,62
Height difference between pipe entrance and exit (m)	0
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	-160
Vessel volume (m3)	60
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	14
Filling degree (%)	85
Expansion type	Adiabatic
<i>n value</i>	
Pressure inside vessel determination	Use actual pressure
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	3,5
Type of calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	120
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Initial mass in vessel (kg)	21496
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	3,5
<i>Time needed to empty vessel (s)</i>	2,5172E06
Massflowrate at time t (kg/s)	0,083168
Total mass released at time t (kg)	9,9544
Pressure in vessel at time t (bar)	3,4877
Temperature in vessel at time t (°C)	-160
VapourMass fraction at time t (-)	0
Liquid mass in vessel at time t (kg)	21425

Vapour mass in vessel at time t (kg)	60,776
Height of liquid at time t (m)	1,8505
Fillingdegree at time t (%)	84,96
Exit pressure at time t (bar)	1,1456
Exit temperature at time t (°C)	-160
Maximum mass flow rate (kg/s)	0,083503
Representative release rate (kg/s)	0,08336
Representative outflow duration (s)	120
Representative temperature (°C)	-160
Corresponding pressure (bar)	1,1462
Representative vapour mass fraction (-)	0

Model: Liquefied Gas Spray Release

version: v2017.01.10783 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book CPR14E, Page: 2.105 / 2.112, Section: 2.5.3.7 [Finite duration spray releases] AMINAL - Richtlijn voor het berekenen van Flash en Spray, 1997 C. Hulsbosh-Dam, An Approach to Carbon Dioxide Particle Distribution in Accidental Releases, Chemical Engineering Transactions Vol.26, 2012, ISBN 978-88-95608-17-4; ISSN 1974-9791

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Type of Spray calculation	Spray release model (Yellow Book)
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,08336
Exit temperature (°C)	-160
Exit pressure (bar)	1,1462
Exit vapour mass fraction (-)	0
Hole diameter (mm)	3,8
Height leak above ground level (m)	1
Ambient temperature (°C)	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73
<i>No of samples (accuracy)</i>	

Results

Adiabatic vapour flash fraction (-)	0,010277
AFTER FLASHING AND RAINOUT: liquid mass fraction (-)	0,98842
Nett mass flow to air (jet) (kg/s)	0,08336
Temperature jet/cloud (°C)	-161,49
Diameter jet/cloud (m)	0,0069247
Nett mass flow rained out (kg/s)	0
Temperature of the pool (°C)	-161,49
Density of the airborne mass (kg/m ³)	111,84

LEL

Model: Neutral Gas Dispersion: Concentration

version: v2017.01.10898 (17/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters		
Inputs	LEL (1.9/F)	LEL (6.9/D)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Continuous	Continuous
Total mass released (kg)	63,043	63,043
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,08336	0,08336
Duration of the release (s)	120	120
Height of release (Z-coordinate) (m)	1	1
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0	0
Length source in wind (x) direction (m)	0,3	0,2
Length source in crosswind (y) direction (m)	0,3	0,2
Length source in vertical (z) direction (m)	0,3	0,2
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	1,9	6,9
North/South latitude of the location (deg)	31	31
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)		
Mixing height (m)		
Stand. dev. of turbulent velocity in vertical direction (m/s)		
Stand. dev. of turbulent velocity in horizontal direction (m/s)		
	Low crops; occasional	Low crops; occasional
Roughness length description	large obstacles, x/h > 20.	large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	120	120
Concentration averaging time (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	1000	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0	0
Height (Zd) (m)	1	1
	Lower Flammability Limit	Lower Flammability Limit
Predefined concentration	33352	33352
Threshold concentration (mg/m3)	33352	33352
Contour plot accuracy (%)	1	1
Integration tolerance (%)	0,1	0,1
Predefined wind direction	W	W
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270	270
Use dynamic concentration presentation	No	No
Results	LEL (1.9/F)	LEL (6.9/D)
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	67,529	2,998
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m3)	4,8748E05	3,0196E05
...at distance (m)	0	0
Mixing height used (m)	52,667	500
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,12204	0,80049
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,17837	1,1652
Maximum distance to Lower Flammability Limit concentration (m)	12,242	2,3366
Width of Lower Flammability Limit outer contour (m)	0,52778	0,25
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0,073006	0

Masa explosiva

Model: Neutral Gas Dispersion: Flammable Cloud

version: v2017.01.10898 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters

Inputs	Masa explosiva (1.9/F)	Masa explosiva (6.9/D)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Continuous	Continuous
Total mass released (kg)	63,043	63,043
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,08336	0,08336
Duration of the release (s)	120	120
Height of release (Z-coordinate) (m)	1	1
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0	0
Length source in wind (x) direction (m)	0,3	0,2
Length source in crosswind (y) direction (m)	0,3	0,2
Length source in vertical (z) direction (m)	0,3	0,2
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	1,9	6,9
North/South latitude of the location (deg)	31	31
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)		
Mixing height (m)		
Stand. dev. of turbulent velocity in vertical direction (m/s)		
Stand. dev. of turbulent velocity in horizontal direction (m/s)		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Predefined wind direction	W	NE
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270	45
Reporting time flammable cloud	Time maximum explosive mass	Time maximum explosive mass
Time t after start release (s)		
Concentration averaging time (s)	20	20
Integration tolerance (%)	0,1	0,1
Use 50% LFL for cloud contour	No	No
Use mass between LFL and UFL	No	No
Use dynamic concentration presentation	No	No
Resolution of the time consuming graphs		

Results	Masa explosiva (1.9/F)	Masa explosiva (6.9/D)
Flammability threshold concentration (mg/m3)	33352	33352
Maximum distance to flammable concentration (m)	12,242	2,3203
Width of flammable cloud outer contour (m)	0,52778	0,25
Maximum flammable mass (kg)	0,32148	0,01749
Area of explosive cloud (m2)	4,1152	0,28972
Time T reported (s)	0	0
Flammable mass at time t (kg)	0,32148	0,01749
Area flammable cloud at time t (m2)	-1E300	-1E300
Height to LEL (m)	1,2	0,8
Length of cloud (between LEL) (m)	12,633	2,6075
Width of cloud (between LEL) (m)	0,5	0,25
Offset between release location and LEL (m)	-0,3125	-0,1875
Offset between release and cloud centre at time t (m)	6,0039	1,1163

Dardo de Fuego

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2017.01.10780 (16/01/2017)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~Cook, J. et al, A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels~Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 ~Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters		
Inputs	JF (6.9/D)	JF (1.9/F)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	0,08336	0,08336
Exit temperature (°C)	-160	-160
Exit pressure (bar)	1,1462	1,1462
Hole diameter (mm)	3,8	3,8
Hole rounding	Sharp edges	Sharp edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	0,62	0,62
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0	0
Release height (Stack height) (m)	1	1
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73	73
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)	F (Very Stable)
Wind speed at 10 m height (m/s)	6,9	1,9
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Flame temperature (°C)	926,85	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (-)	0	0
Maximum heat exposure duration (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	100	100
Height of the receiver (m)	1	1
Predefined wind direction	W	NE
<i>Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)</i>	270	45
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	3,71	3,71
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	6,64	6,64
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	8	8
Report heat radiation grid	Yes	Yes
Resolution for surface discretization	Medium	Medium
Take protective effects of clothing into account	No	No
<i>Correction lethality protection clothing (-)</i>		
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1	1
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333	1,3333
Results		
Type of flow of the jet	Two Phase flow	Two Phase flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	3,45	0,60825
Exit velocity of expanding jet (m/s)	29,323	29,323
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	0	0
Frustum lift off height (b) (m)	0,097405	0,14018
Width of frustum base (W1) (m)	0,36597	0,057131
Width of frustum tip (W2) (m)	2,9185	3,2608
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	6,3963	9,2055
Surface area of frustum (m2)	40,446	57,052
Surface emissive power (max) (kW/m2)	31,04	22,005
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	31,04	22,005
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0,0052195	0,0049297
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	69,056	69,282

View factor at Xd (-)	0,0002435	0,00032335
Heat radiation dose at Xd ($s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$)	0,018108	0,01678
3,71 kW/m² Heat radiation distance (m)	10,288	12,836
6,64 kW/m² Heat radiation distance (m)	9,2342	11,812
8 kW/m² Heat radiation distance (m)	8,9328	11,499
Percentage first degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0	0
1% First degree burns distance (m)	10,177	12,769
1% Second degree burns distance (m)	8,8826	11,434
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	8,7665	11,361

H.1.b. Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.

Fuga de gas licuado

- ✓ Grado de llenado de la cisterna: 85%
- ✓ Volumen de la cisterna: 60 m³
- ✓ Longitud de la cisterna (cilindro horizontal): 14 m
- ✓ Longitud de la manguera: 5 m
- ✓ Duración de fuga: 120 s
- ✓ Temperatura de la cisterna: -160°C
- ✓ Presión del depósito: 3.5 bar

Model: Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

version: v2017.01.10003 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 2 and Modelling source terms for the atmospheric dispersion of hazardous substances, Jaakko Kukkonen

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
<i>Fixed Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
Pipeline length (m)	5
Pipeline diameter (mm)	38,1
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	38,1
Hole rounding	Rounded edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	1
Height difference between pipe entrance and exit (m)	0
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	-160
Vessel volume (m3)	60
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	14
Filling degree (%)	85
Expansion type	Adiabatic
<i>n value</i>	
Pressure inside vessel determination	Use actual pressure
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	3,5
Type of calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	120
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Initial mass in vessel (kg)	21496
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	3,5
<i>Time needed to empty vessel (s)</i>	<i>13050</i>
Massflowrate at time t (kg/s)	7,5234
Total mass released at time t (kg)	1017,6
Pressure in vessel at time t (bar)	2,5467
Temperature in vessel at time t (°C)	-160
VapourMass fraction at time t (-)	0
Liquid mass in vessel at time t (kg)	20414

Vapour mass in vessel at time t (kg)	54,264
Height of liquid at time t (m)	1,7627
Fillingdegree at time t (%)	80,953
Exit pressure at time t (bar)	1,1532
Exit temperature at time t (°C)	-160
Maximum mass flow rate (kg/s)	9,6908
Representative release rate (kg/s)	9,4388
Representative outflow duration (s)	120
Representative temperature (°C)	-160
Corresponding pressure (bar)	1,1512
Representative vapour mass fraction (-)	

Model: Liquefied Gas Spray Release

version: v2017.01.10783 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book CPR14E, Page: 2.105 / 2.112, Section: 2.5.3.7 [Finite duration spray releases] AMINAL - Richtlijn voor het berekenen van Flash en Spray, 1997 C. Hulsbosh-Dam, An Approach to Carbon Dioxide Particle Distribution in Accidental Releases, Chemical Engineering Transactions Vol.26, 2012, ISBN 978-88-95608-17-4; ISSN 1974-9791

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Type of Spray calculation	Spray release model (Yellow Book)
Mass flow rate of the source (kg/s)	9,4388
Exit temperature (°C)	-160
Exit pressure (bar)	1,1512
Exit vapour mass fraction (-)	0
Hole diameter (mm)	38,1
Height leak above ground level (m)	1
Ambient temperature (°C)	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73
<i>No of samples (accuracy)</i>	

Results

Adiabatic vapour flash fraction (-)	0,010277
AFTER FLASHING AND RAINOUT: liquid mass fraction (-)	0,98842
Nett mass flow to air (jet) (kg/s)	9,4388
Temperature jet/cloud (°C)	-161,49
Diameter jet/cloud (m)	0,070017
Nett mass flow rained out (kg/s)	0
Temperature of the pool (°C)	-161,49
Density of the airborne mass (kg/m3)	111,85
<i>Used Sauter Mean Diameter (micron)</i>	

LEL

Model: Neutral Gas Dispersion: Concentration

version: v2017.01.10898 (17/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters		
Inputs	LEL (1.9/F)	LEL (6.9/D)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Continuous	Continuous
Total mass released (kg)	63,043	63,043
Mass flow rate of the source (kg/s)	9,4388	9,4388
Duration of the release (s)	120	120
Height of release (Z-coordinate) (m)	1	1
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0	0
Length source in wind (x) direction (m)	2,7	1,4
Length source in crosswind (y) direction (m)	2,7	1,4
Length source in vertical (z) direction (m)	2,7	1,4
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	1,9	6,9
North/South latitude of the location (deg)	31	31
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)		
Mixing height (m)		
Stand. dev. of turbulent velocity in vertical direction (m/s)		
Stand. dev. of turbulent velocity in horizontal direction (m/s)		
	Low crops; occasional	Low crops; occasional
Roughness length description	large obstacles, x/h > 20.	large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	120	120
Concentration averaging time (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	1000	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0	0
Height (Zd) (m)	1	1
Predefined concentration	Lower Flammability Limit	Lower Flammability Limit
Threshold concentration (mg/m3)	33352	33352
Contour plot accuracy (%)	1	1
Integration tolerance (%)	0,1	0,1
Predefined wind direction	W	W
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270	270
Use dynamic concentration presentation	No	No
Results	LEL (1.9/F)	LEL (6.9/D)
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	7623	339,42
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m3)	6,7541E05	6,7541E05
...at distance (m)	28,747	0
Mixing height used (m)	52,667	500
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,12204	0,80049
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,17837	1,1652
Maximum distance to Lower Flammability Limit concentration (m)	388,45	62,384
Width of Lower Flammability Limit outer contour (m)	11,132	4,25
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0,073006	0

Masa explosiva

Model: Neutral Gas Dispersion: Flammable Cloud

version: v2017.01.10898 (17/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters

Inputs	Masa explosiva (1.9/F)	Masa explosiva (6.9/D)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Continuous	Continuous
Total mass released (kg)	63,043	63,043
Mass flow rate of the source (kg/s)	9,4388	9,4388
Duration of the release (s)	120	120
Height of release (Z-coordinate) (m)	1	1
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0	0
Length source in wind (x) direction (m)	2,7	1,4
Length source in crosswind (y) direction (m)	2,7	1,4
Length source in vertical (z) direction (m)	2,7	1,4
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	1,9	6,9
North/South latitude of the location (deg)	31	31
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)		
Mixing height (m)		
Stand. dev. of turbulent velocity in vertical direction (m/s)		
Stand. dev. of turbulent velocity in horizontal direction (m/s)		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Predefined wind direction	W	NE
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270	45
Reporting time flammable cloud	Time maximum explosive mass	Time maximum explosive mass
Time t after start release (s)		
Concentration averaging time (s)	20	20
Integration tolerance (%)	0,1	0,1
Use 50% LFL for cloud contour	No	No
Use mass between LFL and UFL	No	No
Use dynamic concentration presentation	No	No
Resolution of the time consuming graphs		

Results	Masa explosiva (1.9/F)	Masa explosiva (6.9/D)
Flammability threshold concentration (mg/m ³)	33352	33352
Maximum distance to flammable concentration (m)	385,65	61,49
Width of flammable cloud outer contour (m)	11,132	4,25
Maximum flammable mass (kg)	1154,5	52,896
Area of explosive cloud (m ²)	3281,7	203,04
Time T reported (s)	0	0
Flammable mass at time t (kg)	1154,5	52,896
Area flammable cloud at time t (m ²)	-1E300	-1E300
Height to LEL (m)	6,3	4,4
Length of cloud (between LEL) (m)	387,26	62,665
Width of cloud (between LEL) (m)	11,132	4,1839
Offset between release location and LEL (m)	-2,6528	-1,4167
Offset between release and cloud centre at time t (m)	190,98	29,916

Dardo de Fuego

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2017.01.10780 (16/01/2017)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~Cook, J. et al, A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels~Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 ~Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters		
Inputs	JF (6.9/D)	JF (1.9/F)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	9,4388	9,4388
Exit temperature (°C)	-160	-160
Exit pressure (bar)	1,1512	1,1512
Hole diameter (mm)	38,1	38,1
Hole rounding	Rounded edges	Rounded edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	1	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0	0
Release height (Stack height) (m)	1	1
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73	73
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)	F (Very Stable)
Wind speed at 10 m height (m/s)	6,9	1,9
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Flame temperature (°C)	926,85	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (-)	0	0
Maximum heat exposure duration (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	100	100
Height of the receiver (m)	1	1
Predefined wind direction	W	NE
<i>Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)</i>	270	45
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	3,71	3,71
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	6,64	6,64
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	8	8
Report heat radiation grid	Yes	Yes
Resolution for surface discretization	Medium	Medium
Take protective effects of clothing into account	No	No
<i>Correction lethality protection clothing (-)</i>		
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1	1
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333	1,3333
Results		
	JF (6.9/D)	JF (1.9/F)
Type of flow of the jet	Two Phase flow	Two Phase flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	3,4501	0,60827
Exit velocity of expanding jet (m/s)	21,356	21,356
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	0	0
Frustum lift off height (b) (m)	0,72123	1,038
Width of frustum base (W1) (m)	3,7007	7,1799
Width of frustum tip (W2) (m)	21,518	25,688
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	47,361	68,162
Surface area of frustum (m2)	2283,5	4110,2
Surface emissive power (max) (kW/m2)	63,282	35,158
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	63,282	35,158
Heat radiation at Xd (kW/m2)	1,9158	4,0992
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	72,978	76,521
View factor at Xd (-)	0,041484	0,15237

Heat radiation dose at Xd ($s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$)	47,589	131,21
3,71 kW/m2 Heat radiation distance (m)	85,402	101,72
6,64 kW/m2 Heat radiation distance (m)	75,632	92,675
8 kW/m2 Heat radiation distance (m)	72,994	90,227
Percentage first degree burns at Xd (%)	0	1,0539
Percentage second degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0	0
1% First degree burns distance (m)	83,66	100,23
1% Second degree burns distance (m)	71,081	88,617
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	70,344	87,688

H.2.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador.

Fuga de gas

- ✓ Grado de llenado del depósito: 85%
- ✓ Volumen del depósito: 5 m³
- ✓ Altura del depósito (cilindro vertical): 2,5 m
- ✓ Longitud de la tubería: 5 m
- ✓ Duración de fuga: 120 s
- ✓ Temperatura del depósito: -160°C
- ✓ Presión del depósito: 3 bar

Model: Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

version: v2017.01.10003 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 2 and Modelling source terms for the atmospheric dispersion of hazardous substances, Jaakko Kukkonen

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
<i>Fixed Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
Pipeline length (m)	5
Pipeline diameter (mm)	38,1
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	3,8
Hole rounding	Sharp edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	0,62
Height difference between pipe entrance and exit (m)	0
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	-160
Vessel volume (m3)	5
Vessel type	Vertical cylinder
Height cylinder (m)	2,5
Filling degree (%)	85
Expansion type	Adiabatic
<i>n value</i>	
Pressure inside vessel determination	Use actual pressure
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	3
Type of calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	120
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Initial mass in vessel (kg)	1790,5
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	3
<i>Time needed to empty vessel (s)</i>	2,3633E05
Massflowrate at time t (kg/s)	0,071588
Total mass released at time t (kg)	8,6791
Pressure in vessel at time t (bar)	2,8928
Temperature in vessel at time t (°C)	-160
VapourMass fraction at time t (-)	0
Liquid mass in vessel at time t (kg)	1777,5
Vapour mass in vessel at time t (kg)	4,2106
Height of liquid at time t (m)	2,1146

Fillingdegree at time t (%)	84,585
Exit pressure at time t (bar)	1,1584
Exit temperature at time t (°C)	-160
Maximum mass flow rate (kg/s)	0,074204
Representative release rate (kg/s)	0,073869
Representative outflow duration (s)	120
Representative temperature (°C)	-160
Corresponding pressure (bar)	1,1435
Representative vapour mass fraction (-)	0

Model: Liquefied Gas Spray Release

version: v2017.01.10783 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book CPR14E, Page: 2.105 / 2.112, Section: 2.5.3.7 [Finite duration spray releases] AMINAL - Richtlijn voor het berekenen van Flash en Spray, 1997 C. Hulsbosh-Dam, An Approach to Carbon Dioxide Particle Distribution in Accidental Releases, Chemical Engineering Transactions Vol.26, 2012, ISBN 978-88-95608-17-4; ISSN 1974-9791

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Type of Spray calculation	Spray release model (Yellow Book)
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,073869
Exit temperature (°C)	-160
Exit pressure (bar)	1,1435
Exit vapour mass fraction (-)	0
Hole diameter (mm)	3,8
Height leak above ground level (m)	1
Ambient temperature (°C)	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73
<i>No of samples (accuracy)</i>	

Results

Adiabatic vapour flash fraction (-)	0,010277
AFTER FLASHING AND RAINOUT: liquid mass fraction (-)	0,98808
Nett mass flow to air (jet) (kg/s)	0,071788
Temperature jet/cloud (°C)	-161,49
Diameter jet/cloud (m)	0,0067497
Nett mass flow rained out (kg/s)	0,0020816
Temperature of the pool (°C)	-161,49
Density of the airborne mass (kg/m ³)	109,5
<i>Used Sauter Mean Diameter (micron)</i>	

LEL

Model: Neutral Gas Dispersion: Concentration

version: v2017.01.10898 (17/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters		
Inputs	LEL (1.9/F)	LEL (6.9/D)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Continuous	Continuous
Total mass released (kg)	63,043	63,043
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,071788	0,071788
Duration of the release (s)	120	120
Height of release (Z-coordinate) (m)	1	1
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0	0
Length source in wind (x) direction (m)	0,3	0,2
Length source in crosswind (y) direction (m)	0,3	0,2
Length source in vertical (z) direction (m)	0,3	0,2
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	1,9	6,9
North/South latitude of the location (deg)	31	31
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)		
Mixing height (m)		
Stand. dev. of turbulent velocity in vertical direction (m/s)		
Stand. dev. of turbulent velocity in horizontal direction (m/s)		
	Low crops; occasional	Low crops; occasional
Roughness length description	large obstacles, x/h > 20.	large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	120	120
Concentration averaging time (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	1000	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0	0
Height (Zd) (m)	1	1
	Lower Flammability Limit	Lower Flammability Limit
Predefined concentration	33352	33352
Threshold concentration (mg/m3)	33352	33352
Contour plot accuracy (%)	1	1
Integration tolerance (%)	0,1	0,1
Predefined wind direction	W	W
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270	270
Use dynamic concentration presentation	No	No
Results	LEL (1.9/F)	LEL (6.9/D)
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	58,155	2,5818
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m3)	4,1981E05	2,6004E05
...at distance (m)	0	0
Mixing height used (m)	52,667	500
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,12204	0,80049
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,17837	1,1652
Maximum distance to Lower Flammability Limit concentration (m)	11,036	2,0992
Width of Lower Flammability Limit outer contour (m)	0,27778	0,25
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0,073006	0

Masa explosiva

Model: Neutral Gas Dispersion: Flammable Cloud

version: v2017.01.10898 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters		
Inputs	Masa explosiva (1.9/F)	Masa explosiva (6.9/D)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Continuous	Continuous
Total mass released (kg)	63,043	63,043
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,071788	0,071788
Duration of the release (s)	120	120
Height of release (Z-coordinate) (m)	1	1
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0	0
Length source in wind (x) direction (m)	0,3	0,2
Length source in crosswind (y) direction (m)	0,3	0,2
Length source in vertical (z) direction (m)	0,3	0,2
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	1,9	6,9
North/South latitude of the location (deg)	31	31
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)		
Mixing height (m)		
Stand. dev. of turbulent velocity in vertical direction (m/s)		
Stand. dev. of turbulent velocity in horizontal direction (m/s)		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Predefined wind direction	W	NE
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270	45
Reporting time flammable cloud	Time maximum explosive mass	Time maximum explosive mass
Time t after start release (s)		
Concentration averaging time (s)	20	20
Integration tolerance (%)	0,1	0,1
Use 50% LFL for cloud contour	No	No
Use mass between LFL and UFL	No	No
Use dynamic concentration presentation	No	No
Resolution of the time consuming graphs		
Results		
Flammability threshold concentration (mg/m3)	33352	33352
Maximum distance to flammable concentration (m)	11,036	2,0992
Width of flammable cloud outer contour (m)	0,27778	0,25
Maximum flammable mass (kg)	0,21565	0,013599
Area of explosive cloud (m2)	3,0976	0,17855
Time T reported (s)	0	0
Flammable mass at time t (kg)	0,21565	0,013599
Area flammable cloud at time t (m2)	-1E300	-1E300
Height to LEL (m)	1,2	0,6
Length of cloud (between LEL) (m)	11,365	2,2808
Width of cloud (between LEL) (m)	0,29474	0,25
Offset between release location and LEL (m)	-0,3125	-0,1875
Offset between release and cloud centre at time t (m)	5,3702	0,95292

Dardo de Fuego

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2017.01.10780 (16/01/2017)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~Cook, J. et al, A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels~Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 ~Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters		
Inputs	JF (6.9/D)	JF (1.9/F)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	0,073869	0,073869
Exit temperature (°C)	-160	-160
Exit pressure (bar)	1,1435	1,1435
Hole diameter (mm)	3,8	3,8
Hole rounding	Sharp edges	Sharp edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	0,62	0,62
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0	0
Release height (Stack height) (m)	1	1
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73	73
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)	F (Very Stable)
Wind speed at 10 m height (m/s)	6,9	1,9
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Flame temperature (°C)	926,85	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (-)	0	0
Maximum heat exposure duration (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	100	100
Height of the receiver (m)	1	1
Predefined wind direction	W	NE
<i>Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)</i>	270	45
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	3,71	3,71
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	6,64	6,64
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	8	8
Report heat radiation grid	Yes	Yes
Resolution for surface discretization	Medium	Medium
Take protective effects of clothing into account	No	No
<i>Correction lethality protection clothing (-)</i>		
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1	1
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333	1,3333
Results		
	JF (6.9/D)	JF (1.9/F)
Type of flow of the jet	Two Phase flow	Two Phase flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	3,45	0,60825
Exit velocity of expanding jet (m/s)	26,229	26,229
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	0	0
Frustum lift off height (b) (m)	0,093673	0,13481
Width of frustum base (W1) (m)	0,34051	0,13305
Width of frustum tip (W2) (m)	2,8086	3,204
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	6,1512	8,8527
Surface area of frustum (m2)	37,32	55,173
Surface emissive power (max) (kW/m2)	30	20,292
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	30	20,292
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0,0046444	0,0043463
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	69,036	69,253
View factor at Xd (-)	0,00022425	0,00030928

Heat radiation dose at Xd ($s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$)	0,015498	0,014186
3,71 kW/m2 Heat radiation distance (m)	9,8335	12,265
6,64 kW/m2 Heat radiation distance (m)	8,8335	11,289
8 kW/m2 Heat radiation distance (m)	8,5378	10,989
Percentage first degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0	0
1% First degree burns distance (m)	9,7719	12,168
1% Second degree burns distance (m)	8,4564	10,935
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	8,4047	10,865

H.2.b. Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm).

Fuga de gas

- ✓ Grado de llenado del depósito: 85%
- ✓ Volumen del depósito: 5 m³
- ✓ Altura del depósito (cilindro vertical): 2,5 m
- ✓ Longitud de la tubería: 5 m
- ✓ Duración de fuga: 120 s
- ✓ Temperatura del depósito: -160°C
- ✓ Presión del depósito: 3 bar

Model: Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

version: v2017.01.10003 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 2 and Modelling source terms for the atmospheric dispersion of hazardous substances, Jaakko Kukkonen

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
<i>Fixed Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
Pipeline length (m)	5
Pipeline diameter (mm)	38,1
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	38,1
Hole rounding	Rounded edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	1
Height difference between pipe entrance and exit (m)	0
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	-160
Vessel volume (m ³)	5
Vessel type	Vertical cylinder
Height cylinder (m)	2,5
Filling degree (%)	85
Expansion type	Adiabatic
<i>n value</i>	
Pressure inside vessel determination	Use actual pressure
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	3
Type of calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	120
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Initial mass in vessel (kg)	1790,5
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	3
<i>Time needed to empty vessel (s)</i>	1132,9
Massflowrate at time t (kg/s)	1,7795
Total mass released at time t (kg)	409,11
Pressure in vessel at time t (bar)	1,1399
Temperature in vessel at time t (°C)	-160,03
VapourMass fraction at time t (-)	0,0037908
Liquid mass in vessel at time t (kg)	1377,1
Vapour mass in vessel at time t (kg)	3,485
Height of liquid at time t (m)	1,6381

Fillingdegree at time t (%)	65,524
Exit pressure at time t (bar)	1,0282
Exit temperature at time t (°C)	-161,31
Maximum mass flow rate (kg/s)	8,6652
Representative release rate (kg/s)	7,5635
Representative outflow duration (s)	120
Representative temperature (°C)	-160
Corresponding pressure (bar)	1,1524
Representative vapour mass fraction (-)	0

Model: Liquefied Gas Spray Release

version: v2017.01.10783 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book CPR14E, Page: 2.105 / 2.112, Section: 2.5.3.7 [Finite duration spray releases] AMINAL - Richtlijn voor het berekenen van Flash en Spray, 1997 C. Hulsbosh-Dam, An Approach to Carbon Dioxide Particle Distribution in Accidental Releases, Chemical Engineering Transactions Vol.26, 2012, ISBN 978-88-95608-17-4; ISSN 1974-9791

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Type of Spray calculation	Spray release model (Yellow Book)
Mass flow rate of the source (kg/s)	7,5635
Exit temperature (°C)	-160
Exit pressure (bar)	1,1524
Exit vapour mass fraction (-)	0
Hole diameter (mm)	38,1
Height leak above ground level (m)	1
Ambient temperature (°C)	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73
<i>No of samples (accuracy)</i>	

Results

Adiabatic vapour flash fraction (-)	0,010277
AFTER FLASHING AND RAINOUT: liquid mass fraction (-)	0,98842
Nett mass flow to air (jet) (kg/s)	7,5635
Temperature jet/cloud (°C)	-161,49
Diameter jet/cloud (m)	0,068521
Nett mass flow rained out (kg/s)	0
Temperature of the pool (°C)	-161,49
Density of the airborne mass (kg/m ³)	111,87
<i>Used Sauter Mean Diameter (micron)</i>	

LEL

Model: Neutral Gas Dispersion: Concentration

version: v2017.01.10898 (17/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters		
Inputs	LEL (1.9/F)	LEL (6.9/D)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Continuous	Continuous
Total mass released (kg)	63,043	63,043
Mass flow rate of the source (kg/s)	7,5635	7,5635
Duration of the release (s)	120	120
Height of release (Z-coordinate) (m)	1	1
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0	0
Length source in wind (x) direction (m)	2,7	1,4
Length source in crosswind (y) direction (m)	2,7	1,4
Length source in vertical (z) direction (m)	2,7	1,4
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	1,9	6,9
North/South latitude of the location (deg)	31	31
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)		
Mixing height (m)		
Stand. dev. of turbulent velocity in vertical direction (m/s)		
Stand. dev. of turbulent velocity in horizontal direction (m/s)		
	Low crops; occasional	Low crops; occasional
Roughness length description	large obstacles, x/h > 20.	large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	120	120
Concentration averaging time (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	1000	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0	0
Height (Zd) (m)	1	1
	Lower Flammability Limit	Lower Flammability Limit
Predefined concentration	33352	33352
Threshold concentration (mg/m3)	33352	33352
Contour plot accuracy (%)	1	1
Integration tolerance (%)	0,1	0,1
Predefined wind direction	W	W
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270	270
Use dynamic concentration presentation	No	No
Results	LEL (1.9/F)	LEL (6.9/D)
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	6108,6	271,99
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m3)	6,1273E05	5,5927E05
...at distance (m)	13,948	0
Mixing height used (m)	52,667	500
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,12204	0,80049
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,17837	1,1652
Maximum distance to Lower Flammability Limit concentration (m)	335,97	54,137
Width of Lower Flammability Limit outer contour (m)	9,8473	3,75
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0,073006	0

Masa explosiva

Model: Neutral Gas Dispersion: Flammable Cloud

version: v2017.01.10898 (16/01/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters		
Inputs	Masa explosiva (1.9/F)	Masa explosiva (6.9/D)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Continuous	Continuous
Total mass released (kg)	63,043	63,043
Mass flow rate of the source (kg/s)	7,5635	7,5635
Duration of the release (s)	120	120
Height of release (Z-coordinate) (m)	1	1
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0	0
Length source in wind (x) direction (m)	2,7	1,4
Length source in crosswind (y) direction (m)	2,7	1,4
Length source in vertical (z) direction (m)	2,7	1,4
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	1,9	6,9
North/South latitude of the location (deg)	31	31
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)		
Mixing height (m)		
Stand. dev. of turbulent velocity in vertical direction (m/s)		
Stand. dev. of turbulent velocity in horizontal direction (m/s)		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Predefined wind direction	W	NE
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270	45
Reporting time flammable cloud	Time maximum explosive mass	Time maximum explosive mass
Time t after start release (s)		
Concentration averaging time (s)	20	20
Integration tolerance (%)	0,1	0,1
Use 50% LFL for cloud contour	No	No
Use mass between LFL and UFL	No	No
Use dynamic concentration presentation	No	No
Resolution of the time consuming graphs		
Results		
	Masa explosiva (1.9/F)	Masa explosiva (6.9/D)
Flammability threshold concentration (mg/m ³)	33352	33352
Maximum distance to flammable concentration (m)	332,66	53,293
Width of flammable cloud outer contour (m)	9,5973	3,75
Maximum flammable mass (kg)	803,98	36,759
Area of explosive cloud (m ²)	2487,5	155,09
Time T reported (s)	0	0
Flammable mass at time t (kg)	803,98	36,759
Area flammable cloud at time t (m ²)	-1E300	-1E300
Height to LEL (m)	5,7	4
Length of cloud (between LEL) (m)	334,59	54,744
Width of cloud (between LEL) (m)	9,5973	3,6043
Offset between release location and LEL (m)	-2,5926	-1,4167
Offset between release and cloud centre at time t (m)	164,7	25,955

Dardo de Fuego

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2017.01.10780 (16/01/2017)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~Cook, J. et al, A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels~Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 ~Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters		
Inputs	JF (6.9/D)	JF (1.9/F)
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	7,5635	7,5635
Exit temperature (°C)	-160	-160
Exit pressure (bar)	1,1524	1,1524
Hole diameter (mm)	38,1	38,1
Hole rounding	Rounded edges	Rounded edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	1	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0	0
Release height (Stack height) (m)	1	1
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73	73
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)	F (Very Stable)
Wind speed at 10 m height (m/s)	6,9	1,9
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Flame temperature (°C)	926,85	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (-)	0	0
Maximum heat exposure duration (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	100	100
Height of the receiver (m)	1	1
Predefined wind direction	W	NE
<i>Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)</i>	270	45
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	3,71	3,71
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	6,64	6,64
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	8	8
Report heat radiation grid	Yes	Yes
Resolution for surface discretization	Medium	Medium
Take protective effects of clothing into account	No	No
<i>Correction lethality protection clothing (-)</i>		
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1	1
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333	1,3333
Results		
Type of flow of the jet	Two Phase flow	Two Phase flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	3,4501	0,60827
Exit velocity of expanding jet (m/s)	17,872	17,872
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	0	0
Frustum lift off height (b) (m)	0,66612	0,95868
Width of frustum base (W1) (m)	3,139	6,8402
Width of frustum tip (W2) (m)	19,676	24,574

Length of frustum (flame) (Rl) (m)	43,742	62,953
Surface area of frustum (m2)	1907,2	3648,1
Surface emissive power (max) (kW/m2)	61,156	31,971
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	61,156	31,971
Heat radiation at Xd (kW/m2)	1,3543	2,5549
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	72,585	75,512
View factor at Xd (-)	0,030509	0,10583
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	29,967	69,856
3,71 kW/m2 Heat radiation distance (m)	78,057	93,519
6,64 kW/m2 Heat radiation distance (m)	69,231	85,19
8 kW/m2 Heat radiation distance (m)	66,831	82,901
Percentage first degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0	0
1% First degree burns distance (m)	76,529	92,169
1% Second degree burns distance (m)	65,067	81,241
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	64,464	80,652

H.3.a. Fuga de GN por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN.

Fuga de gas

- ✓ Grado de llenado del depósito: 85%
- ✓ Volumen del depósito: 5 m³
- ✓ Altura del depósito (cilindro vertical): 2,5 m
- ✓ Longitud de la manguera: 7 m
- ✓ Duración de fuga: 120 s
- ✓ Temperatura del depósito: -9°C
- ✓ Presión del depósito: 2,5 bar

Model: Gas Turbulent free jet

version: v2017.07.10783 (04/07/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4 and Critical Turbulent Buoyant Jets, Chen & Rodi

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Release rate definition	Calculate value
<i>Mass flow rate (kg/s)</i>	
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Pipeline length (m)	7
Pipeline diameter (mm)	38,1
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	3,8
Hole rounding	Sharp edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	0,62
Initial temperature in vessel (°C)	-9
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	2,5
Ambient temperature (°C)	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151
Predefined concentration	Lower Flammability Limit
Threshold concentration (mg/m3)	33352
Contour plot accuracy (%)	1
Height of release (Z-coordinate) (m)	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0
Predefined wind direction	N
<i>Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)</i>	0

Results

Initial source strength (kg/s)	0,0031947
Density of the expanded gas (kg/m3)	0,67567
Limit of momentum region (m)	6,0485
Froude number	1,5029E07
Width of the concentration contour (m)	0,066387
Input mass flow rate for dispersion calculations (kg/s)	0
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	6,0485
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0
Explosive mass (kg)	6,0976E-05
Maximum distance of source to LFL (m)	0,58279
Temperature after expansion (°C)	17,29

Dardo de Fuego

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2017.07.10780 (04/07/2017)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~Cook, J. et al. A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels~Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 ~Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters		
Inputs	JF 6.9/D	JF 1.9/F
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	0,0031947	0,0031947
Exit temperature (°C)	17,29	17,29
Exit pressure (bar)	2,5	2,5
Hole diameter (mm)	3,8	3,8
Hole rounding	Sharp edges	Sharp edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	0,62	0,62
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0	0
Release height (Stack height) (m)	1	1
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73	73
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)	F (Very Stable)
Wind speed at 10 m height (m/s)	6,9	1,9
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Flame temperature (°C)	926,85	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (-)	0	0
Maximum heat exposure duration (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	100	100
Height of the receiver (m)	1,5	1,5
Predefined wind direction	NE	W
<i>Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)</i>	45	270
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	3,71	3,71
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	6,64	6,64
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	8	8
Report heat radiation grid	Yes	Yes
Resolution for surface discretization	Medium	Medium
Take protective effects of clothing into account	No	No
<i>Correction lethality protection clothing (-)</i>		
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1	1
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333	1,3333
Results		
	JF 6.9/D	JF 1.9/F
Type of flow of the jet	Choked flow	Choked flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	3,45	0,60824
Exit velocity of expanding jet (m/s)	494,76	494,76
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	0,0001	0,0001
Frustum lift off height (b) (m)	0,18472	0,29545
Width of frustum base (W1) (m)	0,0030248	0,0097305
Width of frustum tip (W2) (m)	0,31019	0,40272
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	0,86532	1,2158
Surface area of frustum (m2)	0,50797	0,92534
Surface emissive power (max) (kW/m2)	47,978	26,337
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	47,978	26,337
Heat radiation at Xd (kW/m2)	8,0857E-05	7,5598E-05
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	68,625	68,662
View factor at Xd (-)	2,4558E-06	4,1804E-06

Heat radiation dose at Xd ($s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$)	6,9929E-05	6,3931E-05
3,71 kW/m2 Heat radiation distance (m)	1,4862	1,9639
6,64 kW/m2 Heat radiation distance (m)	1,4541	1,9039
8 kW/m2 Heat radiation distance (m)	1,4391	1,876
Percentage first degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0	0
1% First degree burns distance (m)	1,495	1,995
1% Second degree burns distance (m)	1,495	1,9948
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	1,495	1,9941

H.3.b. Rotura catastrófica de la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN (orificio de 38,1 mm).

Fuga de gas

- ✓ Grado de llenado del depósito: 85%
- ✓ Volumen del depósito: 5 m³
- ✓ Altura del depósito (cilindro vertical): 2,5 m
- ✓ Longitud de la manguera: 7 m
- ✓ Duración de fuga: 120 s
- ✓ Temperatura del depósito: -9°C
- ✓ Presión del depósito: 2,5 bar

Model: Gas Turbulent free jet

version: v2017.07.10783 (04/07/2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4 and Critical Turbulent Buoyant Jets, Chen & Rodi

Parameters

Inputs

Chemical name	METHANE (DIPPR)
Release rate definition	Calculate value
<i>Mass flow rate (kg/s)</i>	
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Pipeline length (m)	7
Pipeline diameter (mm)	38,1
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	38,1
Hole rounding	Rounded edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	1
Initial temperature in vessel (°C)	-9
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	2,5
Ambient temperature (°C)	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151
Predefined concentration	Lower Flammability Limit
Threshold concentration (mg/m3)	33352
Contour plot accuracy (%)	1
Height of release (Z-coordinate) (m)	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0
Predefined wind direction	N
<i>Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)</i>	0

Results

Initial source strength (kg/s)	0,32236
Density of the expanded gas (kg/m3)	0,67674
Limit of momentum region (m)	13,432
Froude number	4,5714E05
Width of the concentration contour (m)	0,84534
Input mass flow rate for dispersion calculations (kg/s)	0
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	13,432
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0
Explosive mass (kg)	0,12589
Maximum distance of source to LFL (m)	7,4157
Temperature after expansion (°C)	16,832

Dardo de Fuego

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2017.07.10780 (04/07/2017)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~Cook,J. et al. A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels~Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 ~Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters		
Inputs	JF 6.9/D	JF 1.9/F
Chemical name	METHANE (DIPPR)	METHANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	0,32236	0,32236
Exit temperature (°C)	16,832	17,29
Exit pressure (bar)	2,5	2,5
Hole diameter (mm)	38,1	38,1
Hole rounding	Rounded edges	Rounded edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	1	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0	0
Release height (Stack height) (m)	1	1
Ambient temperature (°C)	17,4	17,4
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Ambient relative humidity (%)	73	73
Meteorological data	Pasquill	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)	F (Very Stable)
Wind speed at 10 m height (m/s)	6,9	1,9
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>		
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Flame temperature (°C)	926,85	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (-)	0	0
Maximum heat exposure duration (s)	20	20
Reporting distance (Xd) (m)	100	100
Height of the receiver (m)	1,5	1,5
Predefined wind direction	NE	W
<i>Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)</i>	45	270
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	3,71	3,71
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	6,64	6,64
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	8	8
Report heat radiation grid	Yes	Yes
Resolution for surface discretization	Medium	Medium
Take protective effects of clothing into account	No	No
<i>Correction lethality protection clothing (-)</i>		
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1	1
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333	1,3333
Results		
	JF 6.9/D	JF 1.9/F
Type of flow of the jet	Choked flow	Choked flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	3,45	0,60825
Exit velocity of expanding jet (m/s)	494,36	494,76
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	0,0001	0,0001
Frustum lift off height (b) (m)	1,5125	2,4189
Width of frustum base (W1) (m)	0,030373	0,1664
Width of frustum tip (W2) (m)	2,5403	3,2971
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	7,086	9,9535
Surface area of frustum (m2)	34,127	63,377
Surface emissive power (max) (kW/m2)	72,086	38,803
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	72,086	38,803
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0,0096307	0,0095459
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	69,223	69,521
View factor at Xd (-)	0,000193	0,00035386

Heat radiation dose at Xd ($s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$)	0,04098	0,0405
3,71 kW/m2 Heat radiation distance (m)	13,696	17,128
6,64 kW/m2 Heat radiation distance (m)	12,359	15,822
8 kW/m2 Heat radiation distance (m)	11,981	15,45
Percentage first degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0	0
1% First degree burns distance (m)	13,475	16,948
1% Second degree burns distance (m)	11,864	15,33
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	11,723	15,164



ANEXO II. ESTUDIO *WHAT IF*



**EPT1-BARCELONA: UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE
ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA
SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.
ESTUDIO WHAT IF...?**

Preparado por:

TEMA

Junio 2017 (Rev. B)

Refª.: 0931/13609

ÍNDICE

1	Introducción.....	3
2	Alcance.....	4
3	Objetivo.....	4
4	Descripción del proyecto.....	5
5	Descripción del método.....	6
6	Anexos.....	7
	ANEXO I. TABLAS <i>WHAT IF...?</i>	8
	ANEXO II. LISTADO DE RECOMENDACIONES.....	23
	ANEXO III. LISTADO DE ASISTENCIA.....	26
	ANEXO IV. PRESENTACIÓN EINESA: UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.....	28
	ANEXO V. PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA CISTERNA DE GNL.....	67

1 Introducción

Este estudio What if se enmarca dentro del proyecto Core LNGas hive EPT1, que consiste en el suministro de electricidad desde un motor fijo a gas natural (en adelante GN) a un buque RoRo durante las operaciones de carga y descarga de vehículos, en sus escalas en el puerto de Barcelona.

El estudio se realizó en una única sesión el 16 de mayo de 2017. Las personas que participaron y validaron el What If, son las siguientes:

NOMBRE	CARGO	EMPRESA
Jaime Traver	Líder What if	TEMA S.A.
María Cristina Monedero	Escriba What if	TEMA S.A.
Daniel Ruiz	Técnico Medioambiente	APB
Jordi Vila	Jefe departamento de Medioambiente	APB
Anna Perera	Seguridad Industrial	APB
Alex Peralta	Operaciones Portuarias	APB
Emilio Vallejo	Seguridad Corporativa	APB
Joaquim Cortes	Técnico Medioambiente	APB
Albert Cassasin	Ingeniero	HAM
Elena Pascuet	Responsable Q.M.S.	HAM
Alfred Guitard	Ingeniero	EINESA
Ramón Bosch	Ingeniero	EINESA

2 Alcance

- a) Descarga de cisterna de Gas Natural Licuado (en adelante GNL) a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión).
- b) Vaporización de GNL y suministro a motor de Gas Natural (GN) (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor).
- c) Depósitos de GNL, vaporizador y sistema de tuberías de suministro a motor, entre usos.

3 Objetivo

El objetivo del presente análisis es la identificación de los peligros potenciales y problemas de operatividad que puedan afectar a la seguridad, el medio ambiente, la propiedad y a las operaciones, derivados de la actividad de una unidad de generación eléctrica terrestre, móvil, alimentada por GNL y destinada a suministrar energía a una embarcación cuando esté atracada. Estas actividades incluyen el tránsito de una cisterna de GNL por las vías del Puerto de Barcelona, descarga de GNL a un depósito, almacenamiento de GNL, así como del sistema de suministro de GN a un motor a gas natural, ambos en contenedores de 40'.

Entre otros se consideran los siguientes aspectos:

- a) Análisis del emplazamiento seleccionado para el estacionamiento de los contenedores.
- b) Identificación de riesgos de los procesos asociados a:
 - b.1) Tránsito del camión cisterna de GNL por las vías de Puerto, desde la puerta de acceso al Puerto o desde el cargadero de cisternas la planta regasificadora hasta la Terminal de Acciona-Trasmediterranea, en la que se llevará a cabo la descarga de la cisterna / carga del depósito de GNL.
 - b.2) Llenado del depósito de GNL, situado dentro del contenedor de 40', desde la cisterna de GNL.
 - b.3) Evaporación de GNL y suministro de GN al motor de gas ubicado en el otro contenedor.
- c) Análisis de salvaguardas y medidas correctoras.
- d) Propuesta de medidas adicionales para reducir el riesgo.

4 Descripción del proyecto

El estudio se enmarca en el proyecto Core LNGas hive, dentro del programa de reducción de combustibles contaminantes y su sustitución por combustibles más limpios, como el GN; de esta forma se reduce la dependencia del petróleo y de las emisiones al medio ambiente.

El sistema de generación eléctrica a gas natural proporcionará la energía necesaria para mantener funcionando el HVAC, la iluminación, y cualquier otro equipo a bordo, mientras el buque está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de los generadores diésel auxiliares.

El motor de GN estará ubicado en un contenedor, que se alimenta de gas natural procedente de otro contenedor vecino que contiene dos depósitos de GNL y el sistema de vaporización correspondiente para la alimentación de GN, por medio de una manguera de 1,5". Además también se ubicará en la zona un grupo electrógeno para proporcionar electricidad al generador y sistema de control de los depósitos y un transformador de baja a media tensión.

El GNL se trasegará mediante un equipo dotado de bomba criogénica y a través de una manguera de líquido entre la cisterna y el depósito (no habrá conexión de la fase gas entre la cisterna y el depósito).

El motor y depósito de GNL se colocarán en 2 contenedores de 40 pies cada uno, que estarán sobre muelle. En uno de los contenedores se ubicará el sistema del motor de GN, y en el otro contenedor se ubicarán los dos depósitos de 5 m³ cada uno (uno se llenará de GNL y el segundo se usará como reservorio de presión), uno de GNL y otro de GN, y el sistema de vaporización (el depósito de GNL estará conectado a través de una tubería de la fase gas con el depósito de GN, el cual sirve de respaldo y para equiparar las presiones en ambos depósitos).

Las condiciones de suministro del GNL cumplirán con las condiciones de trabajo especificadas por el fabricante del depósito:

- Presión: 8 barg
- Temperatura: - 160°C

El procedimiento de carga de la cisterna se presenta en el Anexo V.

5 Descripción del método

La identificación de peligros se realizó mediante un estudio *What if...?*. Esta técnica es un método inductivo que utiliza información específica de un sistema para generar una serie de preguntas pertinentes durante el tiempo de vida del mismo. Consiste en definir tendencias, formular preguntas, desarrollar respuestas y evaluarlas, incluyendo la más amplia gama de consecuencias posibles. No requiere métodos cuantitativos especiales o una planeación extensiva.

El método utiliza información específica del sistema para generar preguntas o plantear desviaciones, relacionadas con el sistema. Un equipo especial realiza una lista de planteamientos empleando preguntas ¿Qué pasa si?, las cuales son contestadas colectivamente por el grupo de trabajo resumidas en forma tabular.

Esta técnica es ampliamente utilizada durante las etapas de diseño, así como durante el tiempo de vida o de operación del sistema, así como cuando se introducen cambios al sistema o a los procedimientos de operación.

El propósito del método What If? tiene tres aspectos:

- ✓ Identificar las condiciones y situaciones peligrosas posibles que pueden resultar de barreras y controles inadecuados.
- ✓ Identificar eventos que pudieran provocar incidentes/ accidentes.
- ✓ Recomendar acciones para reducir el riesgo del sistema objeto de estudio, así como para mejorar la operatividad del mismo.

Mediante la realización de un estudio *What if...?* Para el proyecto de Unidad móvil de generación de energía eléctrica con alimentación por GNL para suministro de energía desde tierra, se ha definido los siguientes procesos:

- Descarga de cisterna de Gas Natural Licuado (en adelante GNL) a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión).
- Vaporización de GNL y suministro a motor de Gas Natural (GN) (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor).

- Depósitos de GNL, vaporizador y sistema de tuberías de suministro a motor, entre otros usos.

6 Anexos

En el **Anexo I** de este informe se incluyen las hojas de trabajo del Estudio *What If...?* generadas a partir del desarrollo de la sesión realizada, en las cuales se detallan todas las desviaciones planteadas.

En el **Anexo II**, se presenta el listado de recomendaciones obtenidas del estudio *What if...?*

En el **Anexo III**, se presenta el listado de asistencia a la sesión *What if...?*

En el **Anexo IV**, se presenta la presentación realizada por EINESA para el proyecto: Unidad móvil de Generación de Energía Eléctrica con alimentación por GNL para suministro de energía desde tierra

En el **Anexo V**, se presenta el procedimiento de carga de la cisterna.



ANEXO I. TABLAS *WHAT IF...?*

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Location: Barcelona
Facility: GN a RoRo
PHA Method: What-If/Checklist
PHA Type: Initial

Process:

ALMACENAMIENTO DE GNL Y SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL A UN RoRo

File Description:

Date:

Mayo 2017

Process Description:

El Proyecto Core LNGas hive EPT1, consiste en el suministro de electricidad desde un motor fijo a gas natural a un buque RoRo durante las operaciones de carga y descarga de vehículos, en sus escalas en el puerto de Barcelona.

El suministro eléctrico se llevará a cabo desde un motor auxiliar montado en un contenedor, que se alimenta de gas natural procedente de otro contenedor vecino que contiene un depósito de GNL y el sistema de vaporización correspondiente para la alimentación de gas natural al generador eléctrico.

El conjunto motor y depósito de GNL se colocará en 2 contenedores de 40 pies cada uno que estarán sobre muelle, en tierra.

Chemicals:

GNL, GN

Purpose:

Identificación de los peligros potenciales y problemas de operatividad que puedan afectar a la seguridad, el medio ambiente y a la propiedad y operaciones, derivados de las actividades de almacenamiento de GNL, así como del sistema de suministro de electricidad desde un motor a gas natural, ambos en contenedores en tierra, a un RoRo

Scope:

- a. Análisis del emplazamiento seleccionado para la ubicación de un motor auxiliar montado en un contenedor y un contenedor que contiene un depósito de GNL y el sistema de vaporización
- b. Identificación de riesgos asociados al almacenamiento de GNL, así como del sistema de suministro de electricidad desde un motor a gas natural, ambos en contenedores en tierra, a un RoRo

Objectives:

El objeto del presente estudio es la identificación de los peligros potenciales y problemas de operatividad que puedan afectar a la seguridad, el medio ambiente y a la propiedad y operaciones, derivados de la actividad.

Project Notes:

NOTAS GENERALES:

N.G. 1: Las consecuencias fueron identificadas en ausencia de capas de protección

What if...?

N.G. 2: Se ha considerado la evaluación en los entornos Humano (EH), Natural (EN) y Socioeconómico (ES).

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 1 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (1) Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión). Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar. T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m3. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior). Temperatura de almacenamiento= -160 a -120°C, capacidad del depósito= 5m3

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
1.1. Pérdida de contención durante operación de descarga cisterna / carga depósito.	1.1.1.1. Derrame de Gas Natural Licuado (GNL) o fuga de Gas Natural (GN) con riesgo de llamarada / deflagración. Riesgo para tripulación del buque, personal del muelle, estibadores y personal de la concesionaria.	EH/ES		R.1.1. Elaborar un protocolo de coordinación con el PAU de la Terminal, PAU(s) Personal Operación y PAU del Puerto. R.1.2. Prohibición explícita de realizar la descarga de cisterna a depósito con presencia de buque en el muelle.	APB / Terminal / HAM APB
1.2. Colisión de la cisterna de GNL con camiones, maquinaria industrial y/o elementos fijos en el recorrido de la cisterna desde su acceso al Puerto hasta la terminal, en viales del Puerto (APB).	1.2.1.1. Daño en la cisterna con posibilidad de pérdida de contención. Fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.	EH/ES	Señalización viaria. Limitación de velocidad a 30 KPH.	: Refer.To.R.1.1 R.1.3. Incluir en el procedimiento de admisión de la cisterna y del acompañamiento para entrada y salida a la terminal / zona de carga depósito GNL.	APB
1.3. Colisión de una tractora o camión durante la operación de descarga de cisterna / carga de depósito.	1.3.1.1. Daño en la cisterna con posibilidad de pérdida de contención. Fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.	EH/ES	Cerramiento mediante valla, tipo RIVISA, en la zona de contenedores y descarga de cisterna.	: Refer.To.R.1.1 R.1.4. Delimitar todo el perímetro de la zona de operaciones con un cerramiento robusto, tipo NEW JERSEY, frente a un posible impacto de vehículo pesado/ ligero e instalar balizamiento lumínico en todo el perímetro de la zona de operaciones. R.1.5. Coordinar con responsable de la terminal los horarios de circulación de tractoras y camiones fuera de la operación de descarga de la cisterna / carga de depósito.	APB APB / Terminal / HAM
1.4. Posibilidad de admisión de la cisterna de GNL con algún defecto...	1.4.1.1. Posibilidad de fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración...	EH	Comprobación documental por APB de los requisitos ADR e...	: Refer.To.R.1.1	

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 2 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (1) Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión). Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar. T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m3. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior). Temperatura de almacenamiento= -160 a -120°C, capacidad del depósito= 5m3

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
...que pueda dar lugar a una pérdida de contención.	...o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.		...inspecciones in situ del estado de la cisterna. Comprobación visual del estado de la cisterna en acceso a la terminal, por parte del responsable de mantenimiento de la terminal. Comprobación del estado de la cisterna por el operador de la misma antes de proceder a la carga de GNL al depósito de GNL (contenedor).	: Refer.To.R.1.1 (cont.)	
1.5. Desplazamiento de la cisterna de GNL durante la operación de carga por fallo en el sistema de frenado.	1.5.1.1. Posibilidad de tensión en la manguera con riesgo de desconexión / rotura de la manguera. Fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.	EH/ES	Calzos en la cisterna de GNL. Seta de emergencia (junto a bomba en la cisterna). Cierre de válvulas de fondo de conexiones de cisterna tanto de líquido como de gas. Dos válvulas antirretorno en serie en tubería de carga (impide el vaciado del depósito en caso de rotura de manguera). Presencia permanente de personal durante la operación. Medios de extinción en el área.	: Refer.To.R.1.1 R.1.6. Señalizar en el suelo la ubicación de la cisterna de GNL. R.1.7. Analizar si es posible instalar una seta de emergencia adicional, a una distancia superior a 10 metros. R.1.8. Implementar en la seta de emergencia del armario de válvulas, el cierre de todas las válvulas automáticas de la instalación.	APB HAM HAM
1.6. No conexión de toma de equipotencialidad entre la cisterna de GNL y contenedor (instalación).	1.6.1.1. Posible manifestación de fuente de ignición. Riesgo de llamarada / deflagración en caso de fuga de GNL (pérdida de contención). Riesgo al personal.	EH/ES	Procedimiento de descarga de cisterna de GNL (HAM). Indicación explícita de conexión pinza - toma de tierra antes de proceder a la descarga.	: Refer.To.R.1.1 R.1.9. Elaborar un check list de la operación descarga de cisterna para carga del depósito.	HAM
1.7. Admisión de la cisterna con GNL a una presión superior a 3 bar (T>-...	1.7.1.1. Carga de GNL caliente al depósito de GNL (contenedor)....	ES/ES	Comprobación de presión y temperatura en la cisterna antes de...	: Refer.To.R.1.1	

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 3 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (1) Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión). Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar. T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m3. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior). Temperatura de almacenamiento= -160 a -120°C, capacidad del depósito= 5m3

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
...130°C).	...Sobrepresión. Posible pérdida de contención. Fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.		...iniciar la operación de carga de depósito. RV (4, 2 en servicio) depósito. Presión de diseño del depósito igual a 8 bar.	: Refer.To.R.1.1 (cont.)	
1.8. Presencia de aire en los depósitos de GNL/ GN (contenedor).	1.8.1.1. Posible formación de atmósfera explosiva. Riesgo de explosión. Riesgo al personal.	EH/ES	Procedimiento de secado e inertización de los depósitos de GNL antes de su puesta en servicio. Puesta en frío con nitrógeno.	: Refer.To.R.1.1	
1.9. Posibilidad de GNL atrapado entre válvulas.	1.9.1.1. Posible dilatación de líquido. Sobrepresión con riesgo de fuga de GNL/GN. Riesgo de incendio o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.	EH/ES	Válvula de expansión térmica en tramos aislables. Descarga a piso de contenedor.	: Refer.To.R.1.1 R.1.10. Tomar en cuenta la descarga de estas válvulas de expansión térmica en la clasificación de áreas (normativa ATEX). R.1.11. Considerar la necesidad de instalar detección de gas dentro del contenedor de depósitos (activación alarma por SMS y estroboscópica).	HAM HAM
1.10. Suministro de una cantidad superior de GNL (por introducción en el contador de una cantidad excesiva o por fallo del contador).	1.10.1.1. Sobrellenado del depósito de GNL. Sobrepresión. Posible pérdida de contención. Fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.	EH/ES	Nivel continuo de GNL en depósito con alarma de alto y muy alto nivel. Esta última cierra las válvulas automáticas de entrada de líquido al depósito. Paro de bomba de la cisterna por el operador.	: Refer.To.R.1.1 R.1.12. Estudiar la necesidad de implementar un paro de bomba por bajo / no flujo en la descarga de la misma (inhabilitar esta seguridad para puesta de servicio de la bomba).	HAM
1.11. Tráfico de vehículos pesados / ligeros en el área de carga de GNL...	1.11.1.1. Riesgo de colisión de vehículo con la cisterna /...	EH/ES	Cerramiento mediante valla en la zona de contenedores y descarga...	R.1.13. Estudiar un emplazamiento de la instalación...	EINESA

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 4 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (1) Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión). Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar. T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m3. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior). Temperatura de almacenamiento= -160 a -120°C, capacidad del depósito= 5m3

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
...y de suministro de GN a motor.	...contenedor de depósitos. Posibilidad de daño en la cisterna / depósitos. Posibilidad de pérdida de contención. Fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.		...de cisterna tipo RIVISA/ zona de operaciones, así como la circulación de vehículos para minimizar la posibilidad de colisión. : Refer.To.R.1.1 : Refer.To.R.1.4 : Refer.To.R.1.5	
1.12. Existencia de remolques frigoríficos próximo al área de carga de GNL y de suministro de GN a motor.	1.12.1.1. Posible manifestación de fuente de ignición. Riesgo de llamarada / deflagración. Riesgo al personal.	EH/ES	Estacionamiento de remolques fuera de radios de seguridad (referencia UNE 60210).		
1.13. Vía de circulación interior del puerto próximo al área de carga de GNL y de suministro de GN a motor.	1.13.1.1. Posible manifestación de fuente de ignición. Riesgo de llamarada / deflagración en caso de fuga de GNL (pérdida de contención). Riesgo al personal.	EH/ES	La circulación de vehículos en zona exterior a radios de seguridad (referencia UNE 60210).		
1.14. Tráfico de vehículos con MM.PP. en la zona.	1.14.1.1. Posible colisión con otros vehículos o con la cisterna de GNL. Derrame de MM.PP. con afectación al personal e instalaciones.	EH/ES		R.1.14. Prohibición explícita de circulación de vehículos con MM.PP. en la zona (máximo radio de seguridad establecido, según UNE 60210) durante la descarga de cisterna / carga de depósito.	APB
1.15. Estacionamiento de vehículos con MM.PP. en la zona.	1.15.1.1. En caso de derrame de materia peligrosa, posibilidad de afectación a la operación de descarga de la cisterna / carga del depósito, con riesgo de afectación al personal.	EH/ES	Zona de estacionamiento de vehículos con MM.PP. alejada de la zona de operación (más de 50 metros).		
1.16. Existencia de zona de dominio portuario entre cantil del muelle y...	1.16.1.1. Posible circulación de vehículos ligeros por la zona del...	EH/ES		R.1.15. Protección mecánica para paso de servicios en zona de...	APB

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 5 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (1) Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión). Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar. T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m3. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior). Temperatura de almacenamiento= -160 a -120°C, capacidad del depósito= 5m3

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
...límite de los contenedores (paso para amarradores portuarios).	...dominio con posibilidad de causar daño en instalación (mangueras para la toma / descarga de agua para refrigeración del motor, cable de media tensión para conexión del transformador - buque, ...).			...dominio portuario entre cantil del muelle y límite de los contenedores.	
1.17. Operaciones de mantenimiento cerca de la zona de carga de GNL y de suministro de GN a motor.	1.17.1.1. Posible manifestación de fuente de ignición. Riesgo de llamarada / deflagración en caso de fuga de GNL (pérdida de contención). Riesgo al personal.	EH/ES		R.1.16. Prohibición expresa de realizar operaciones de mantenimiento (tractoras, remolques frigoríficos, etc.) dentro de los radios de seguridad (UNE 60210).	APB
1.18. Fallo de dispositivo o equipo (cisterna / intalaciones) dentro del área de carga de GNL y de suministro de GN a motor.	1.18.1.1. Posible manifestación de fuente de ignición dentro de las zonas clasificadas de 5 y 10 m. Riesgo de llamarada / deflagración en caso de fuga de GNL. Riesgo al personal.	EH/ES	Clasificación ATEX en el área de carga de GNL de acuerdo a esta normativa.		
1.19. Realización de la operación de carga de GNL a depósitos durante una tormenta eléctrica o en condiciones de baja visibilidad por niebla y/o por falta de luz.	1.19.1.1. Posible caída de rayo en área de carga. Riesgo de daño en equipos y personal en el área.	EH/ES		R.1.17. Asegurar que se incluye indicación explícita en el protocolo de carga, o el check list, de prohibición de realizar la carga de los depósitos durante una tormenta eléctrica, baja visibilidad por niebla y/o falta de luz.	APB
1.20. Cisterna de GNL involucrada o envuelta en un incendio en la terminal.	1.20.1.1. Riesgo de colapso de la cisterna por debilitamiento de resistencia mecánica. Fuga de GNL. Agravamiento del siniestro. Riesgo al personal.	EH/ES	Válvula de seguridad en depósito de GNL de la cisterna. Medios de extinción en la zona.	: Refer.To.R.1.1 R.1.18. Analizar la necesidad de destacamento para extinción de incendios (grupo GPR).	APB
1.21. Contenedores involucrados o envueltos en un incendio en la terminal.	1.21.1.1. Riesgo de rotura de los depósitos de GNL / vaporizador en el contenedor, por debilitamiento de resistencia mecánica. Fuga de GNL....	EH/ES	Válvula de seguridad en los depósitos de GNL del contenedor. Medios de extinción en la zona.	: Refer.To.R.1.1 : Refer.To.R.1.18	

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 6 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (1) Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión). Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar. T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m3. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior). Temperatura de almacenamiento= -160 a -120°C, capacidad del depósito= 5m3

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
1.21. Contenedores involucrados o envueltos en un incendio en la terminal. (cont.)	...Agravamiento del siniestro. Riesgo al personal.		Medios de extinción en la zona. (cont.)	: Refer To R.1.18 (cont.)	

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 7 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017
Actividad: (2) Vaporización de GNL y suministro a motor de GN (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor). Presión de operación= 3,5 - 2,5 bar. Temperatura de operación= -130°C - ambiente

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
2.1. Temperatura de salida del vaporizador de GNL inferior a 0°C.	2.1.1.1. Posible afectación en funcionamiento de motor de GN. Posible pérdida de energía eléctrica a buque.	ES	Calentador eléctrico de apoyo (calentamiento del GN a una temperatura superior a 0°C).	R.2.1. Consultar con el armador de buque medidas previstas para fallo de suministro de energía eléctrica durante las operaciones mientras el buque está atracado en el muelle (generadores de emergencia de buque, ...).	Armador del buque
	2.1.1.2. Posible fragilización de elementos de la instalación en la parte no criogénica. Fuga de GN al exterior. Riesgo de llamarada y/o explosión. Riesgo al personal.	EH/ES	Cierre automático de válvulas en la salida del vaporizador por baja temperatura (-10°C) por activación de alarma de baja en dos de los tres (2oo3) transmisores en la salida del vaporizador.	: Refer.To.R.1.1	
2.2. Fallo en la conexión entre los dos contenedores (conexiones bridadas de manguera de gas).	2.2.1.1. Fuga de GN al exterior. Riesgo de dardo de fuego / llamarada. Riesgo al personal.	EH/ES	Protocolo de prueba de estanqueidad para detección de fugas en conexiones de la instalación.	: Refer.To.R.1.1	
			Presencia permanente de personal durante toda la operación de suministro de GN a motor.		
2.3. Rotura o desconexión de manguera durante la operación de suministro de gas al motor de GN.	2.3.1.1. Fuga de GN al exterior. Riesgo de dardo de fuego / llamarada/ deflagración. Riesgo al personal.	EH/ES	Cierre de válvula reguladora (una por ramal) por baja presión.	: Refer.To.R.1.1	
2.4. Movimiento brusco del buque por navegación próxima al mismo de otros buques a velocidad superior a la autorizada, por rotura de estacha o mala mar.	2.4.1.1. Posible estiramiento de cable de suministro de energía al buque con riesgo de caída del transformador y resto de equipos al mar.	ES/ES	Break away (en cable de suministro de energía eléctrica al buque).		
2.5. Fuga de GN en conexiones / instrumentación en la rampa de gas del motor GN.	2.5.1.1. Fuga de GN en el interior del contenedor. Riesgo de llamarada / deflagración. Riesgo al personal.	EH/ES		R.2.2. Consultar con el proveedor del motor la necesidad de instalar detección de gas dentro del contenedor de motor de GN (activación alarma por SMS y estroboscópica).	APB / GUASCOR

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 8 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017
Actividad: (2) Vaporización de GNL y suministro a motor de GN (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor). Presión de operación= 3,5 - 2,5 bar. Temperatura de operación= -130°C - ambiente

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
2.6. Baja vaporización de GNL por saturación (por consumo superior al previsto de GN o por un tiempo de suministro superior al previsto).	2.6.1.1. Posible fragilización de elementos de la instalación en la parte no criogénica. Fuga de GN al exterior. Riesgo de llamarada y/o explosión. Riesgo al personal.	EH/ES	Cierre automático de válvulas en la salida del vaporizador por baja temperatura (-10°C) por activación de alarma de baja en dos de los tres (2oo3) transmisores en la salida del vaporizador.	: Refer.To.R.1.1	
	2.6.1.2. No alimentación al motor de GN. Pérdida de generación de energía eléctrica con afectación al buque.	ES		: Refer.To.R.2.1	
2.7. Fallo del generador auxiliar de suministro de energía a la instrumentación y control de la instalación (durante todo el tiempo que dure la prueba piloto) o para arranque del motor de GN.	2.7.1.1. Pérdida de sistema de control electrónico (DCS). Posible interrupción de operación de suministro de energía a buque.	ES	Conmutación automática a baterías de apoyo con autonomía de aproximadamente 1 hora. Transmisión de aviso de fallo a través de SMS a HAM y a APB. Presencia permanente de personal durante toda la operación de suministro de GN al motor.	: Refer.To.R.1.1	
	2.7.1.2. Retraso en la operación de suministro de energía al buque. Posible impacto económico.	ES			
2.8. Fallo de agua de refrigeración del motor de GN. Rotura o desconexión de manguera de captación / descarga.	2.8.1.1. Calentamiento del motor de GN con riesgo de daño mecánico. Fuga de gas y riesgo de llamarada o deflagración. Riesgo a personal.	EH/ES	Protección propia del motor de GN por alta temperatura en circuito de agua de refrigeración - bloque motor.	: Refer.To.R.1.1	
			Sistema de fijación y protección mecánica de las tuberías de captación / descarga de agua de refrigeración del motor de GN.	: Refer.To.R.1.15	
2.9. Fallo del sistema de ventilación forzada en contenedor del motor de GN.	2.9.1.1. Calentamiento del motor de GN con riesgo de daño mecánico. Fuga de gas y riesgo de llamarada o...	EH/ES	Protección propia del motor de GN por alta temperatura en sonda de temperatura.	: Refer.To.R.1.1	

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 9 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (2) Vaporización de GNL y suministro a motor de GN (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor). Presión de operación= 3,5 - 2,5 bar. Temperatura de operación= -130°C - ambiente

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
2.9. Fallo del sistema de ventilación forzada en contenedor del motor de GN. (cont.)	...deflagración. Riesgo a personal.		Protección propia del motor de GN por alta temperatura en sonda de temperatura. (cont.)	: Refer To.R.1.1 (cont.)	
2.10. Estratificación de GN en las columnas del vaporizador debido a una parada prolongada (1 semana).	2.10.1.1. Alimentación de GN al motor con alta concentración de HC pesados (etano,). Posible calentamiento del motor de GN con riesgo de daño mecánico. Fuga de gas y riesgo de llamarada o deflagración. Riesgo a personal.	EH/ES	Protocolo de activación del sistema de recirculación de GN antes de proceder a la alimentación al motor.	: Refer To.R.1.1	
2.11. Contacto directo o indirecto con elementos eléctricos de la instalación.	2.11.1.1. Riesgo de electrocución o quemaduras al personal.	EH	Diseño y ejecución de instalaciones de acuerdo con normativa nacional, autonómica y local y con estándares internacionales para prevención de contactos directos e indirectos con elementos o dispositivos eléctricos.	: Refer To.R.1.1	

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 10 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (3) Depósitos de GNL, vaporizador y sistema de tuberías de suministro a motor, entre usos.

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
3.1. Fallo del generador auxiliar de suministro de energía a la instrumentación y control de la instalación (durante todo el tiempo que dure la prueba piloto) o para arranque del motor de GN.	3.1.1.1. Pérdida de sistema de control electrónico (DCS). Pérdida de alarmas y transmisión de estas por SMS.	ES	Conmutación automática a baterías de apoyo con autonomía de aproximadamente 1 hora. Transmisión de aviso de fallo a través de SMS a HAM y a APB.	: Refer.To.R.1.1	
3.2. Riesgos exteriores en vial acceso a Puerta de Europa (incendio, intrusismo, sabotaje, ...).	3.2.1.1. Suceso con posible afectación a las instalaciones. Riesgo para la seguridad. Riesgo al personal.	EH/ES	Cámaras de seguridad. Vigilancia de policía portuaria.	: Refer.To.R.1.1 R.3.1. Informar a Seguridad Corporativa del Puerto, del proyecto, de la implantación y del calendario (un mes) de las operaciones. Coordinar con el Plan de Protección (intrusismo, sabotaje, ...) y con el PAU (incendios, explosiones, etc.) del Puerto.	APB
3.3. Impacto de la "piña" de la estacha con algún elemento de la instalación.	3.3.1.1. Daño en la instalación con riesgo de pérdida de contención. Riesgo de llamarada / deflagración. Riesgo al personal.	EH/ES	Aberturas laterales contenedor (depósitos y motor GN) con reja.	: Refer.To.R.1.1 R.3.2. Considerar la necesidad de cubrir el techo del contenedor con rejilla tipo TRAMEX para minimizar la posibilidad de impacto con algún objeto externo a la instalación.	HAM
3.4. Fuga de GNL/GN en conexiones / instrumentación en depósitos de GNL y/o vaporizador.	3.4.1.1. Fuga de GNL/GN en el interior del contenedor. Riesgo de llamarada / deflagración. Riesgo al personal.	EH/ES		: Refer.To.R.1.1 : Refer.To.R.1.11.	
3.5. Pérdida de todo el contenido del depósito de GNL en el interior del contenedor.	3.5.1.1. Posible derrame de GNL en el exterior del contenedor. Riesgo de llamarada / deflagración. Riesgo al personal.	EH/ES	Cubeto de contención de derrames (zona inferior del contenedor construido en acero inoxidable).	: Refer.To.R.1.1	
3.6. Alta temperatura exterior.	3.6.1.1. Calentamiento de GNL en depósito. Posible sobrepresión....	EH/ES	Depósito con doble pared (al vacío y con aislante).	: Refer.To.R.1.1	

What if...?

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 11 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (3) Depósitos de GNL, vaporizador y sistema de tuberías de suministro a motor, entre usos.

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
3.6. Alta temperatura exterior. (cont.)	...Riesgo de pérdida de contención. Riesgo al personal.		<p>Depósito GN de reserva (sin GNL) (5m³) comunicado por la fase gas para absorber la presión del depósito con GNL.</p> <p>Alarma de alta presión, aviso a través de SMS a HAM y APB. Aplicación de medidas por parte del operador para reducir la presión en el depósito.</p> <p>Válvulas de seguridad RV del depósito (4, 2 en servicio).</p> <p>Presión de diseño del depósito de 8 bar.</p>	R.3.3. Establecer un protocolo para el vaciado de los depósitos de GNL/GN inmediatamente después de concluida la prueba piloto.	HAM

What if...? - Index

System 1: Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión). Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar. T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m3. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior). Temperatura de almacenamiento= -160 a -120°C, capacidad del depósito= 5m3	1
System 2: Vaporización de GNL y suministro a motor de GN (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor). Presión de operación= 3,5 - 2,5 bar. Temperatura de operación= -130°C - ambiente	7
System 3: Depósitos de GNL, vaporizador y sistema de tuberías de suministro a motor, entre usos.	10



ANEXO II. LISTADO DE RECOMENDACIONES

Recomendaciones

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 1 of 2

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (1) Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión).
Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar. T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m³. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior).
Temperatura de almacenamiento= -160 a -120°C, capacidad del depósito= 5m³

Medidas adicionales	Responsable
R.1.1. Elaborar un protocolo de coordinación con el PAU de la Terminal, PAU(s) Personal Operación y PAU del Puerto.	APB / Terminal / HAM
R.1.2. Prohibición explícita de realizar la descarga de cisterna a depósito con presencia de buque en el muelle.	APB
R.1.3. Incluir en el procedimiento de admisión de la cisterna y del acompañamiento para entrada y salida a la terminal / zona de carga depósito GNL.	APB
R.1.4. Delimitar todo el perímetro de la zona de operaciones con un cerramiento robusto, tipo NEW JERSEY, frente a un posible impacto de vehículo pesado/ ligero e instalar balizamiento lumínico en todo el perímetro de la zona de operaciones.	APB
R.1.5. Coordinar con responsable de la terminal los horarios de circulación de tractoras y camiones fuera de la operación de descarga de la cisterna / carga de depósito.	APB / Terminal / HAM
R.1.6. Señalizar en el suelo la ubicación de la cisterna de GNL.	APB
R.1.7. Analizar si es posible instalar una seta de emergencia adicional, a una distancia superior a 10 metros.	HAM
R.1.8. Implementar en la seta de emergencia del armario de válvulas, el cierre de todas las válvulas automáticas de la instalación.	HAM
R.1.9. Elaborar un check list de la operación descarga de cisterna para carga del depósito.	HAM
R.1.10. Tomar en cuenta la descarga de estas válvulas de expansión térmica en la clasificación de áreas (normativa ATEX).	HAM
R.1.11. Considerar la necesidad de instalar detección de gas dentro del contenedor de depósitos (activación alarma por SMS y estroboscópica).	HAM
R.1.12. Estudiar la necesidad de implementar un paro de bomba por bajo / no flujo en la descarga de la misma (inhabilitar esta seguridad para puesta de servicio de la bomba).	HAM
R.1.13. Estudiar un emplazamiento de la instalación / zona de operaciones, así como la circulación de vehículos para minimizar la posibilidad de colisión.	EINESA
R.1.14. Prohibición explícita de circulación de vehículos con MM.PP. en la zona (máximo radio de seguridad establecido, según UNE 60210) durante la descarga de cisterna / carga de depósito.	APB
R.1.15. Protección mecánica para paso de servicios en zona de dominio portuario entre cantil del muelle y límite de los contenedores.	APB
R.1.16. Prohibición expresa de realizar operaciones de mantenimiento (tractoras, remolques frigoríficos, etc.) dentro de los radios de seguridad (UNE 60210).	APB
R.1.17. Asegurar que se incluye indicación explícita en el protocolo de carga, o el check list, de prohibición de realizar la carga de los depósitos durante una tormenta eléctrica, baja visibilidad por niebla y/o falta de luz.	APB
R.1.18. Analizar la necesidad de destacamento para extinción de incendios (grupo GPR).	APB

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (2) Vaporización de GNL y suministro a motor de GN (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor). Presión de operación= 3,5 - 2,5 bar. Temperatura de operación= -130°C - ambiente

Medidas adicionales	Responsable
R.2.1. Consultar con el armador de buque medidas previstas para fallo de suministro de energía eléctrica durante las operaciones mientras el buque está atracado en el muelle (generadores de emergencia de buque, ...).	Armador del buque

Recomendaciones

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 2 of 2

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (2) Vaporización de GNL y suministro a motor de GN (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor). Presión de operación= 3,5 - 2,5 bar. Temperatura de operación= -130°C - ambiente

Medidas adicionales	Responsable
R.2.2. Consultar con el proveedor del motor la necesidad de instalar detección de gas dentro del contenedor de motor de GN (activación alarma por SMS y estroboscópica).	APB / GUASCOR

Sesión: (1) 16/05/2017

Actividad: (3) Depósitos de GNL, vaporizador y sistema de tuberías de suministro a motor, entre usos.

Medidas adicionales	Responsable
R.3.1. Informar a Seguridad Corporativa del Puerto, del proyecto, de la implantación y del calendario (un mes) de las operaciones. Coordinar con el Plan de Protección (intrusismo, sabotaje, ...) y con el PAU (incendios, explosiones, etc.) del Puerto.	APB
R.3.2. Considerar la necesidad de cubrir el techo del contenedor con rejilla tipo TRAMEX para minimizar la posibilidad de impacto con algún objeto externo a la instalación.	HAM
R.3.3. Establecer un protocolo para el vaciado de los depósitos de GNL/GN inmediatamente después de concluida la prueba piloto.	HAM



ANEXO III. LISTADO DE ASISTENCIA

Empresa	Nombre	Cargo	Correo electrónico
EINESA	ALFRED GUITARD	Ingeniero	aguitard@einesa.com
EINESA	RAMON BOSCH	Ingeniero	rbosch@einesa.com
HAM	ALBERT CASSASIN	ENGINYERIA	acassasin@ham.es
HAM	ELENA PASCUET	RESP. QH-S. Y	epascuet@ham.es
APB	JOAQUIM CORTES	MEDI AMBIENT	joaquim.cortes@portdebarcelona.cat
APB	DANI LUÍZ	MEDI AMBIENT	daniel.luiz@portdebarcelona.cat
APB	ANNA PERERA	SEGURETAT INDUST.	anna.perera@portdebarcelona.cat
APB	Jordi Vila	MEDI AMBIENT	jordi.vila@portdebarcelona.cat
APB	Alex Peralt	Operacions Portuàries	alexandro.peralt@portdebarcelona.cat
ATB	Emilio VALEJO	SEG. CORPORATIVA	emilio.valejo@portdebarcelona.cat
TEMA S.A.	Jaime Traver	Lider "What if...?"	jtraver@tema.es
TEMA S.A.	Maria Cristina Monedero	Escriba "What if...?"	cmonedero@tema.es

**ANEXO IV. PRESENTACIÓN EINESA: UNIDAD MÓVIL DE
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON
ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE
ENERGÍA DESDE TIERRA**



einesa ingenieria

c/ Acadèmia núm. 2. 25002.Lleida.
einesa@einesa.com / www.einesa.com



Ficha del Trabajo :

Proyecto :	EPT1- "LNG POWERED ELECTRICITY GENERATOR MOBILE UNIT FOR ONSHORE POWER SUPPLY" Core LNGas HIVE project
Descripción Proyecto :	BARCELONA : Unidad móvil de Generación de Energía Eléctrica con alimentación por GNL para suministro de energía desde tierra.
Cliente :	Autoridad del Puerto de Barcelona (APB)
Trabajo / Documento:	Análisis de Riesgos 16677RoRo-AR-PR (Rev. C)
Fecha :	04 octubre 2017
Participantes :	APB Autoridad del Puerto de Barcelona HAM Criogénica, S.L. / Flota Suardiaz, Guascor-Dresser Rand / Bureau Veritas ENAGAS einesa ingenieria, s.l. / TEMA
	



0. Índice :

1. Objetivo / Actividades del Proyecto.
 1. Objetivo del Proyecto.
 2. Actividades del proyecto.
2. Descripción y Justificación de la solución adoptada.
 1. Solución técnica adoptada.
 2. Justificación de la solución adoptada.
3. Características de la Unidad de Generación.
4. Unidad de Almacenamiento y Gasificación de GNL.
 1. Componentes del sistema de GNL.
 2. Consumo de gas.
5. Implantación del sistema.
 1. Punto de atraque del buque en el puerto.
 2. Detalle de la implantación de los equipos.
 3. Normativas técnicas.
6. Objeto del Análisis de Riesgo.
 1. Actividades objeto del Análisis de Riesgo.
 2. Componentes del Análisis de Riesgo.
 3. Circulación cisterna GNL por interior instalaciones Puerto de Barcelona.
 4. Secuencia de actuaciones para la descarga de la cisterna de GNL.
 5. Utilización del GNL – GN en la operación de la Unidad móvil generadora de electricidad alimentada por GNL para suministro de energía eléctrica desde tierra.
7. Método What If ?
 1. Propósitos Método What If ? Identificación de peligros.
 2. Aspectos analizados en el Método What If ?
 3. Contenido What If.
 4. Hojas de Trabajo Método What If ?
 5. Tabla Recomendaciones Método What If ?
8. Informe Análisis del Riesgo.
 1. Identificación de Peligros.
 2. Proceso / Actividades / Substancia : GNL
 3. Hipótesis accidentales / Escenarios.
 4. Condiciones de fuga y modelos de cálculo.
 5. Criterios de letalidad – LEL (Llamarada)
 6. Determinación Radios.
 7. Determinación Frecuencia de los escenarios.
 8. Tipificación de peligros– Matriz de Riesgo
 9. Clasificación de los procesos dentro de la Matriz de Riesgo.
 10. Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.
 11. Conclusiones y recomendaciones.

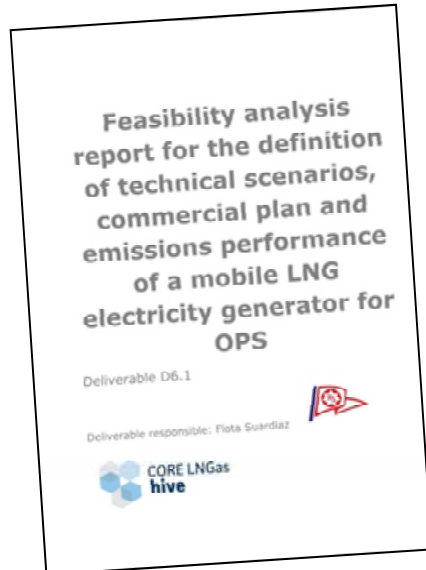
1. Objetivo / Actividades del Proyecto :

1.1. Objetivo del Proyecto :

Proyecto Piloto de UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.

El objetivo de esta actividad es el desarrollo de una unidad generadora eléctrica terrestre, móvil, alimentada por GNL y destinada a suministrar energía a una embarcación cuando esté atracada.

El sistema proporcionará la energía eléctrica necesaria para mantener funcionando el HVAC, la iluminación, y cualquier otro equipo de a bordo mientras el buque está atracado en el puerto, permitiendo la parada de los generadores diésel auxiliares.



1. Objetivo / Actividades del Proyecto :

1.2. Actividades del Proyecto :

1. Descripción y Justificación de la solución adoptada.
2. Características de la Unidad de Generación.
3. Características de la Unidad de Almacenamiento y gasificación de GNL.
4. Modificaciones en el buque "L'Audace".
5. Integración de los módulos.
6. Logística portuaria. Implantación :
 1. Puerto de Barcelona.
 1. Punto de carga de llenado de las cisternas.
 2. Ubicación de los Tanques de GNL y del Generador en el muelle.
 3. Ruta de circulación de las cisternas desde el cargadero hasta el muelle.
 4. Consumo de GNL.
 5. Almacenamiento contenedor del Generador hasta la fase piloto.
 2. Puerto de Vigo.
 3. Puerto de Tenerife.
7. Seguridad / Análisis de Riesgos :
 1. Lado Buque.
 2. Lado Puerto :
 1. Análisis de Riesgos :
 1. Riesgos Funcionamiento del grupo generador eléctrico.
 - 2. Riesgos Operaciones de suministro de tanques de GNL.**
 - 3. Riesgos Situación de los generadores - depósitos en el terminal y actividades de terceros.**
 2. Autorizaciones Prueba Piloto.
 3. Autorizaciones Operación Definitiva.
8. Análisis económico.
9. Estudio de emisiones en puerto: "L'AUDACE".
10. Conclusiones.



Análisis de Riesgos

Nota : Las Informaciones correspondientes a la Descripción del proyecto están basadas en el documento "D 6.1 - Feasibility analysis report for the definition of technical scenarios, commercial plan and emissions performance of a mobile LNG electricity generator for OPS", Core LNG Gas Hive, fecha 2017/01/31.

2. Descripción y Justificación de la solución adoptada.

2.1. Solución técnica adoptada.

Unidad móvil generadora de electricidad alimentada por GNL.

Componentes principales :

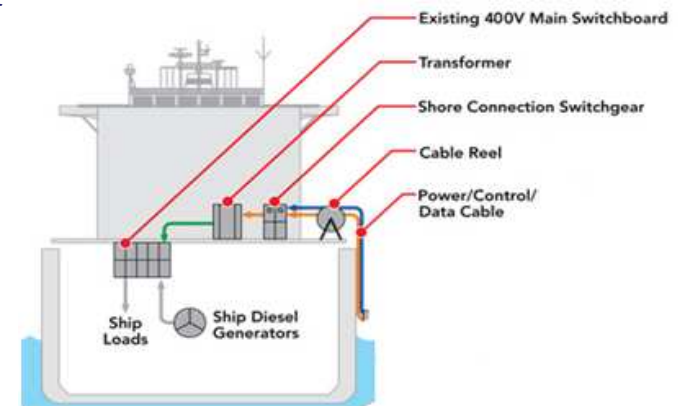
- 1) Grupo electrógeno alimentado con GNL, potencia eléctrica 826 kWe.
- 2) Un sistema de refrigeración bloque motor con agua de mar.
- 3) Contenedor con 1 depósito GNL 5 m³ (Capacidad suficiente para atender, al menos, 1 período de estancia en puerto (L'Audace como referencia) más 1 depósito de GN 5 m³).
- 4) Una unidad de vaporizador / alimentación de gas (GN) al motor.
- 5) Interfaz eléctrica de conexión con el buque.
- 6) Unidad de control.
- 7) Generador eléctrico auxiliar para suministro al Control del contenedor de GNL/GN y al arranque del grupo electrógeno a gas.



2.2. Justificación de la solución adoptada.

Requisitos principales de la Solución adoptada :

- Permite reducir los niveles de emisiones y, por lo tanto, mejorar la calidad del aire de acuerdo con las metas y objetivos de las políticas europeas de aire limpio.
- Permite Diseñar una solución factible, flexible y rentable que permita el desarrollo inicial de sistemas de suministro de energía en tierra en puertos cercanos a áreas pobladas.

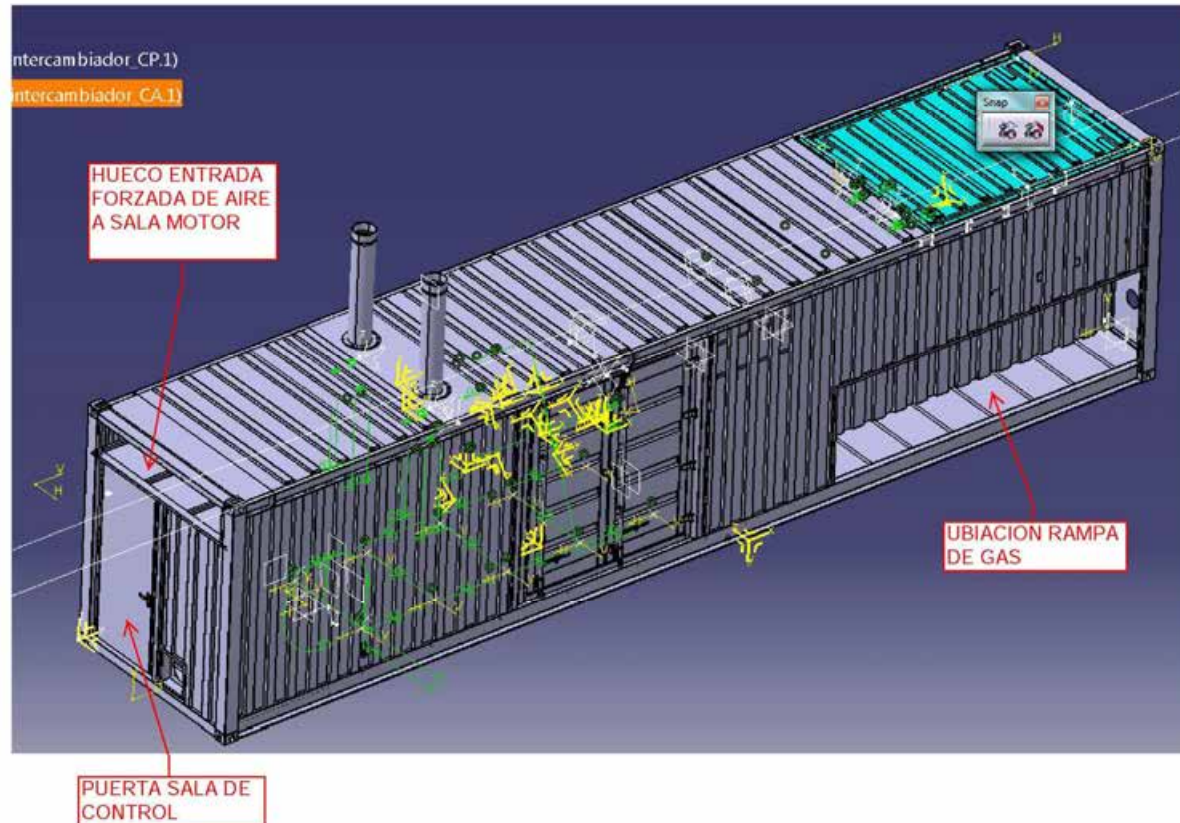


3. Características de la Unidad de Generación.

3. Características de la Unidad de Generación (1)

Genset Type	SFGLD 560	
Mechanical power	kW	850
Elec. power (cos phi=1)	kWe	826*
Voltage	V	400
Speed	rpm	1500
Frequency	Hz	50
Fuel consumption	kW	2.173*
Lube Oil consumption	g/kWh	0,2
Mechanical perform.	%	39,1*
Electrical efficiency	%	38*
Main circuit water heat	kW	622*
Sec. circuit water heat	kW	160*
Heat in intercooler	kW	61*
Heat in Oil cooler	kW	99*
Heat to radiation	kW	31*
Heat in exhaust gases	kW	510*
Exhaust gas temp.	°C	403*
Intake air flow	Kg/h	4.060*
Main water flow rate	m3/h	80
Main water temperature	°C	90
Sec. water flow rate	m3/h	20
Sec. water max temp.	°C	40

*Provisional data, pending engine test.

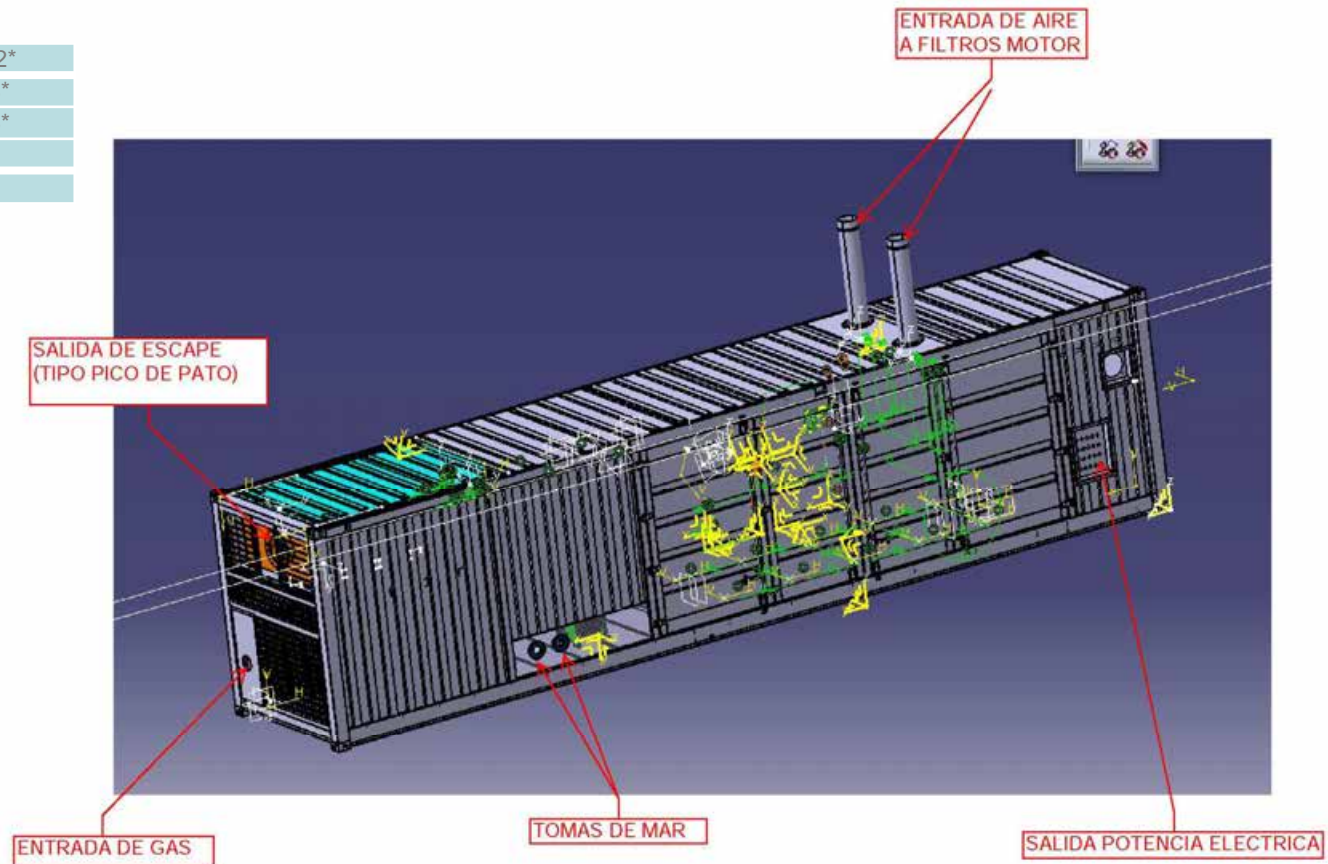


3. Características de la Unidad de Generación.

3. Características de la Unidad de Generación (2)

Length	mm	12192*
Width	mm	2438*
High	mm	2896*
Weight	Tn	22*

*Provisional data



4. Unidad almacenamiento y gasificación de GNL (1)

4.1. Componentes sistema GNL (1).

Contenedor almacenamiento y gasificación GNL-GN

1.- Tanques almacenamiento :

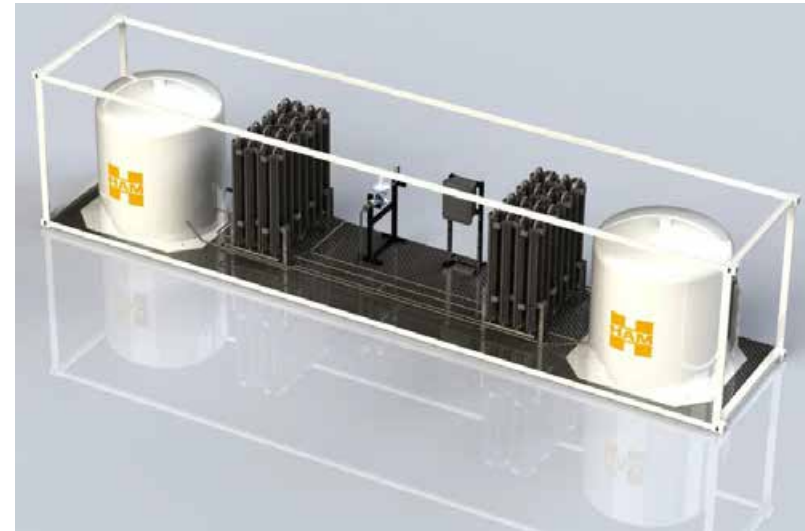
- 2 depósitos : 5 m³ GNL + 5 m³ GN
- Temperatura almacenamiento GNL a -160°C
- Presión de Diseño 8 bar
- Compensación automática presión.
- Transmisores de Presión y Temperatura.

2.- Utilidades de carga :

- Acople roscados tipo ENAGAS 1 ½"
- Toma de tierra para cisterna
- Llenado superior e inferior.
- Protección sobrellenado por cierre de válvulas automáticas.

3.- Sistema de Regasificación :

- Regulación y odorización.
- Capacidad de regasificación 180 Nm³/h
- Válvula de seguridad en frío para parada de planta mediante detección de mínima temperatura de gas en el Transmisor de temperatura.
- Tres transmisores de temperatura de gas con el fin de evitar la parada de planta por fallo de instrumentación
- 2 Líneas de regulación de salida, en paralelo, equipadas con filtro y válvulas de aislamiento.
- Calentador eléctrico para asegurar la temperatura final del gas.



Total LNG capacity	5 m³ GNL + 5 m³ BOG
Design flow	200 kg/h
Medium flow	150 kg/h
Design pressure	8 bar
Working pressure	3 bar
Service pressure	0,9bar
Autonomy	30 h

Nota : La configuración definitiva del contenedor incorporará 1 único gasificador atmosférico con sobredimensionamiento suficiente y sistema de recirculación para evitar asentamiento de componentes del gas.

4. Unidad almacenamiento y gasificación de GNL (2)

4.1. Componentes sistema GNL (2).

Contenedor almacenamiento y gasificación GNL-GN

4.- Sistema de Control :

- PLC y Panel de control automático que gestiona informaciones de temperaturas, niveles y presiones.
- Gestión automática de avisos y alarmas.
- Interfaz usuario mediante pantalla táctil para visualización parámetros de funcionamiento.
- Módulo de envío de alarmas vía SMS.
- Control remoto mediante sistema HAM scada.

5.- Seguridad y fiabilidad de la instalación :

- Paro automático en caso de baja temperatura en zona No criogénica de la planta.
- Doble válvula automática de cierre de la planta (redundancia mecánica, eléctrica y neumática).
- Triple transmisor de temperatura que actúa sobre alarma seguridad en frío.
- Válvula seguridad alivio presión a través línea de ventilación.
- Línea ventilación en punto alto, con apagallamas.
- Tramos de tuberías entre válvulas de corte provistos de una válvula de alivio térmico.

6.- Conexiones del sistema :

- Conexión cisterna mediante mangueras criogénicas : bridas extremo contenedor / roscas ENAGAS extremo cisterna.
- Conexión contenedor mediante manguera criogénica con bridas en ambos extremos.



Total LNG capacity	5 m³ GNL + 5 m³ BOG
Design flow	200 kg/h
Medium flow	150 kg/h
Design pressure	8 bar
Working pressure	3 bar
Service pressure	0,9bar
Autonomy	30 h

Nota : La configuración definitiva del contenedor incorporará 1 único gasificador atmosférico con sobredimensionamiento suficiente y sistema de recirculación para evitar asentamiento de componentes del gas.

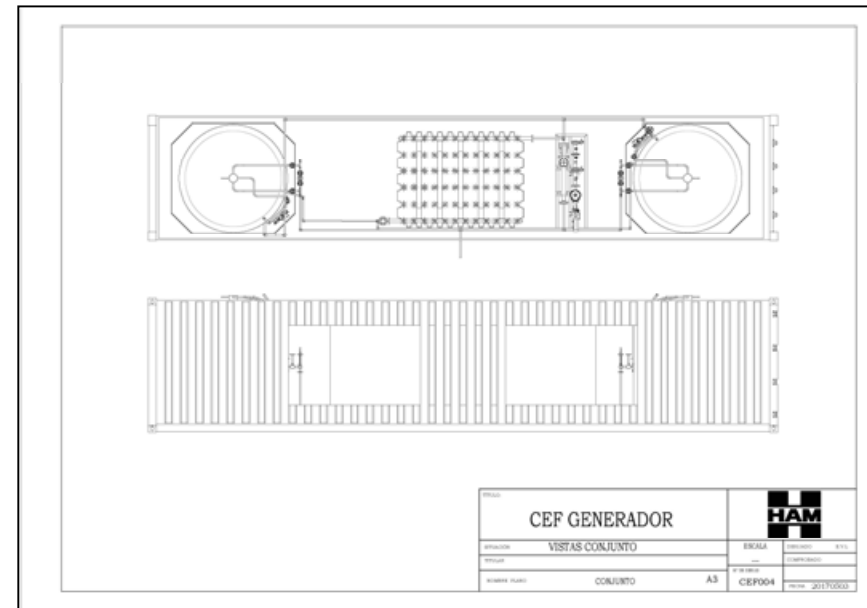
4. Unidad almacenamiento y gasificación de GNL (3)

4.2. Consumo de gas.

Consumo de gas natural estimado

- Capacidad depósito de GNL : 5 m³.
- Permanencia buque en puerto : 8 h.
- Frecuencia : 1 / semana
- Consumo GNL estimado : 3 a 4 m³
- Volumen carga GNL : 5 m³ / semana

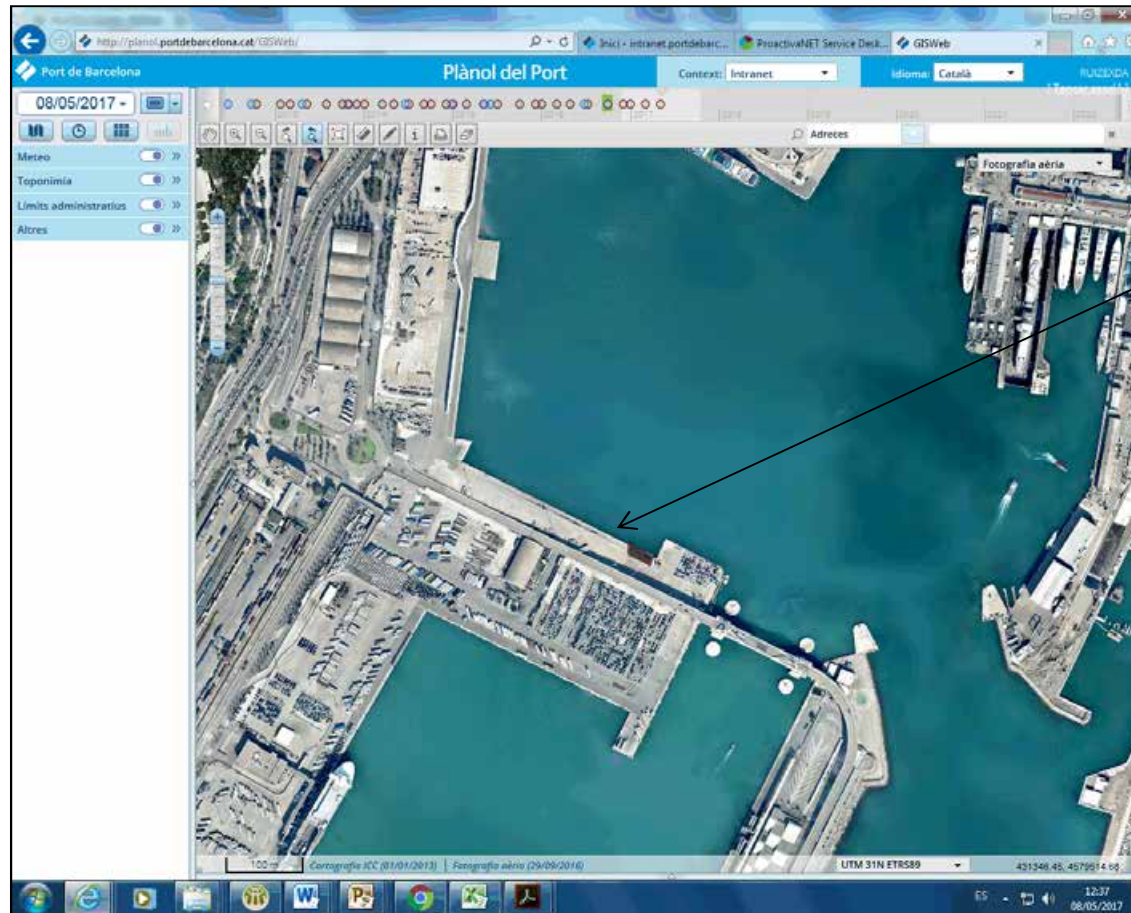
(Nota : En las condiciones indicadas, la Memoria indica que se evita la aparición de Boil Off)



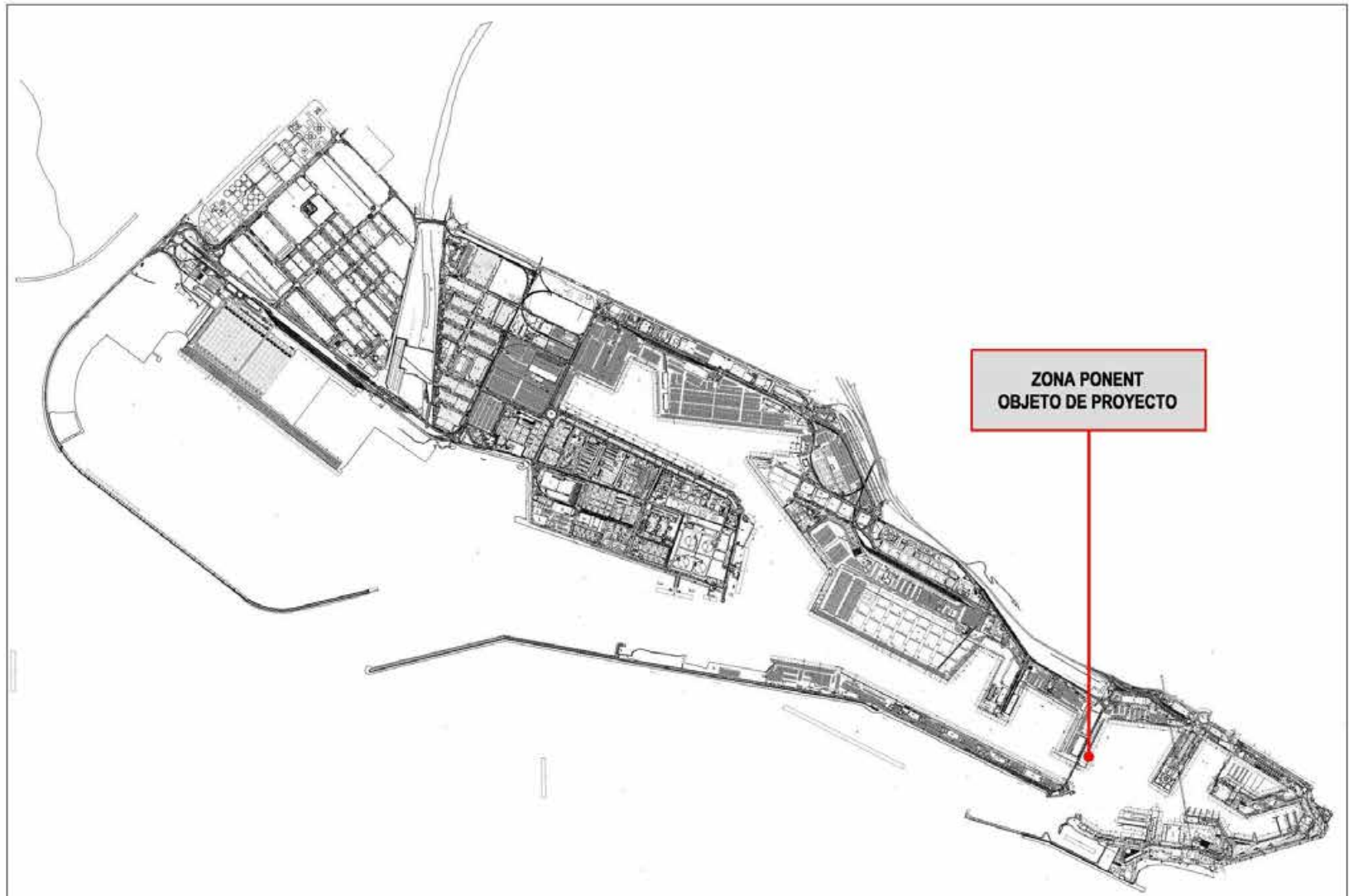
Total LNG capacity	5 m ³ GNL + 5 m ³ BOG
Design flow	200 kg/h
Medium flow	150 kg/h
Design pressure	8 bar
Working pressure	3 bar
Service pressure	0,9bar
Autonomy	30 h

5. Implantación del sistema (1)

5.1. Punto de atraque del buque en el Puerto (1).



Moll de Ponent



**ZONA PONENT
OBJETO DE PROYECTO**

Proyecto:
CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO
ANÁLISIS DE RIESGO

Titular:
AUTORIDAD DEL PUERTO DE BARCELONA (APB)

Escala:
S/E

Plano:
SITUACIÓN ZONA PONENT

Fecha: Sept. 2017 N. plano: 01

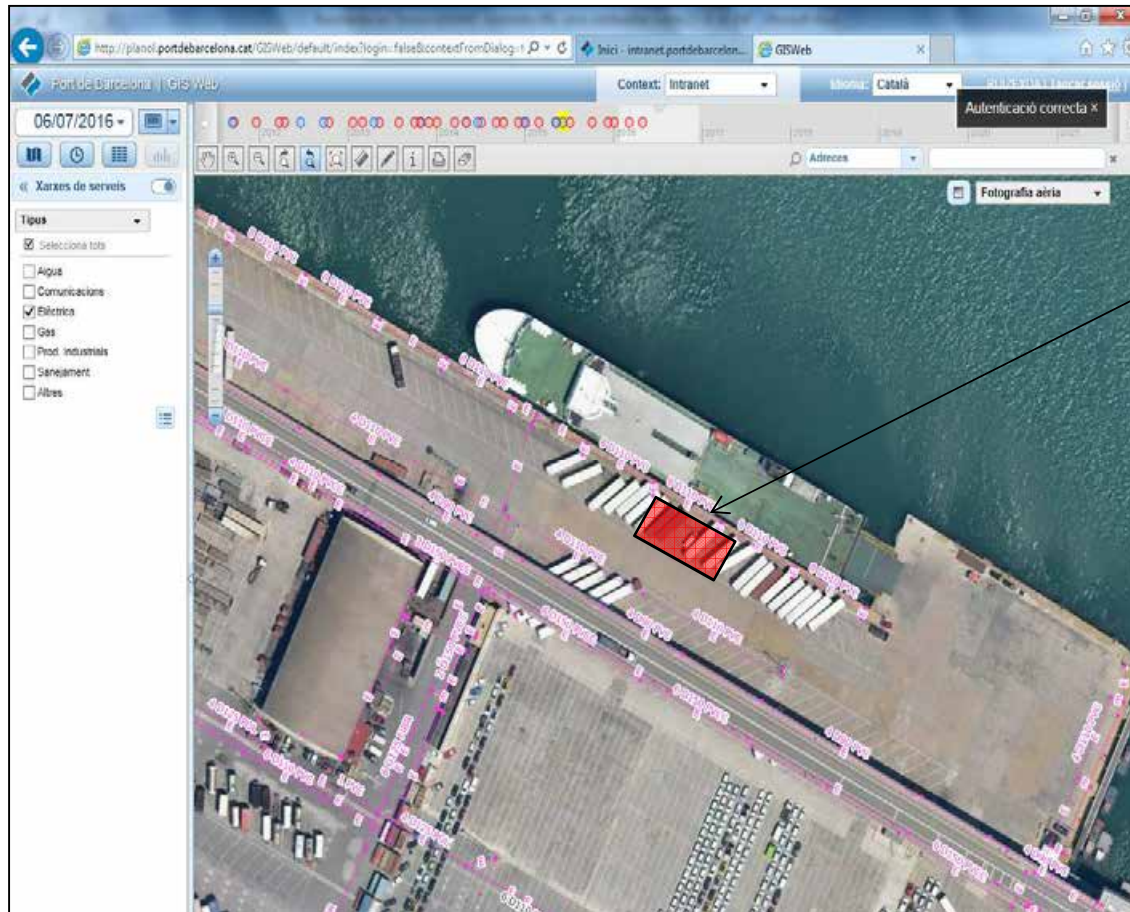


Miembro de
Autor del proyecto:
ALFREDO GUTIÉRREZ SÉN E
Ingeniero industrial



5. Implantación del sistema (2)

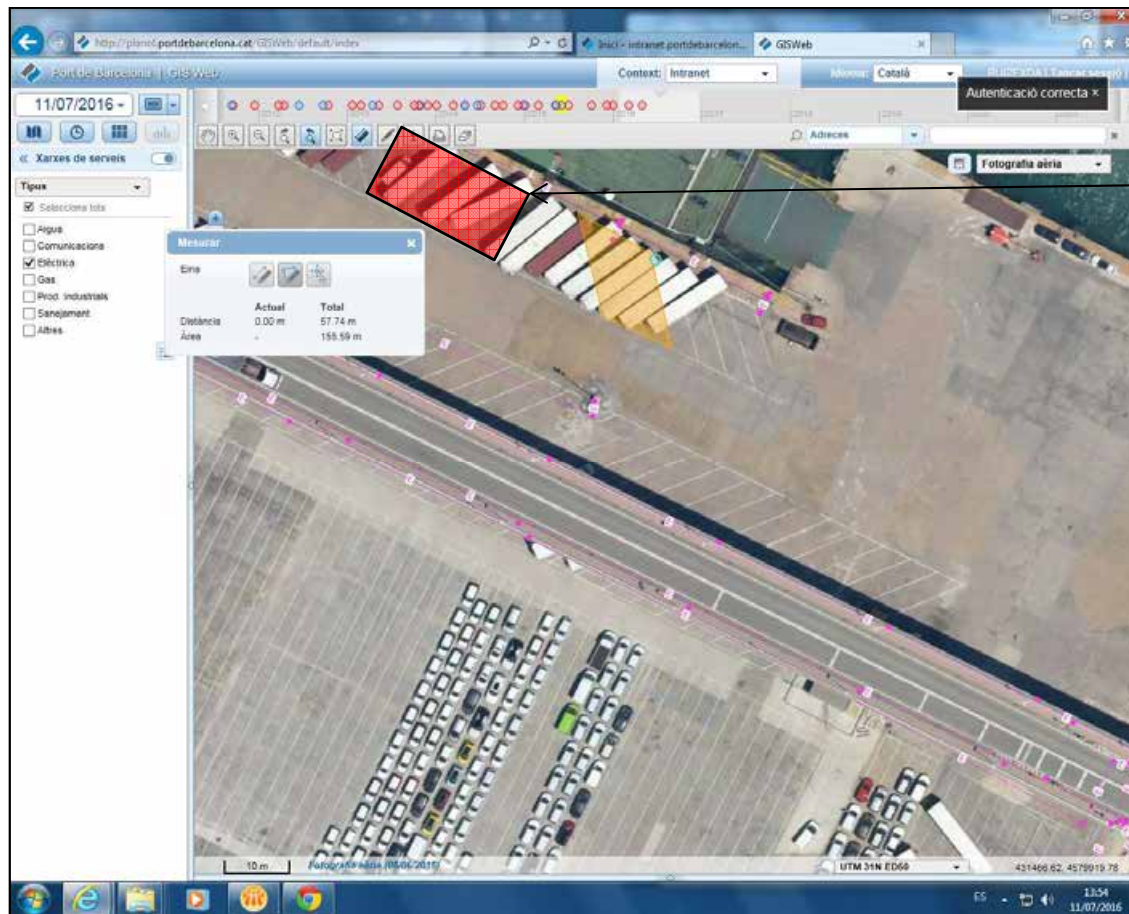
5.1. Punto de atraque del buque en el Puerto (2).



Zona a ocupar por
equipos

5. Implantación del sistema (3)

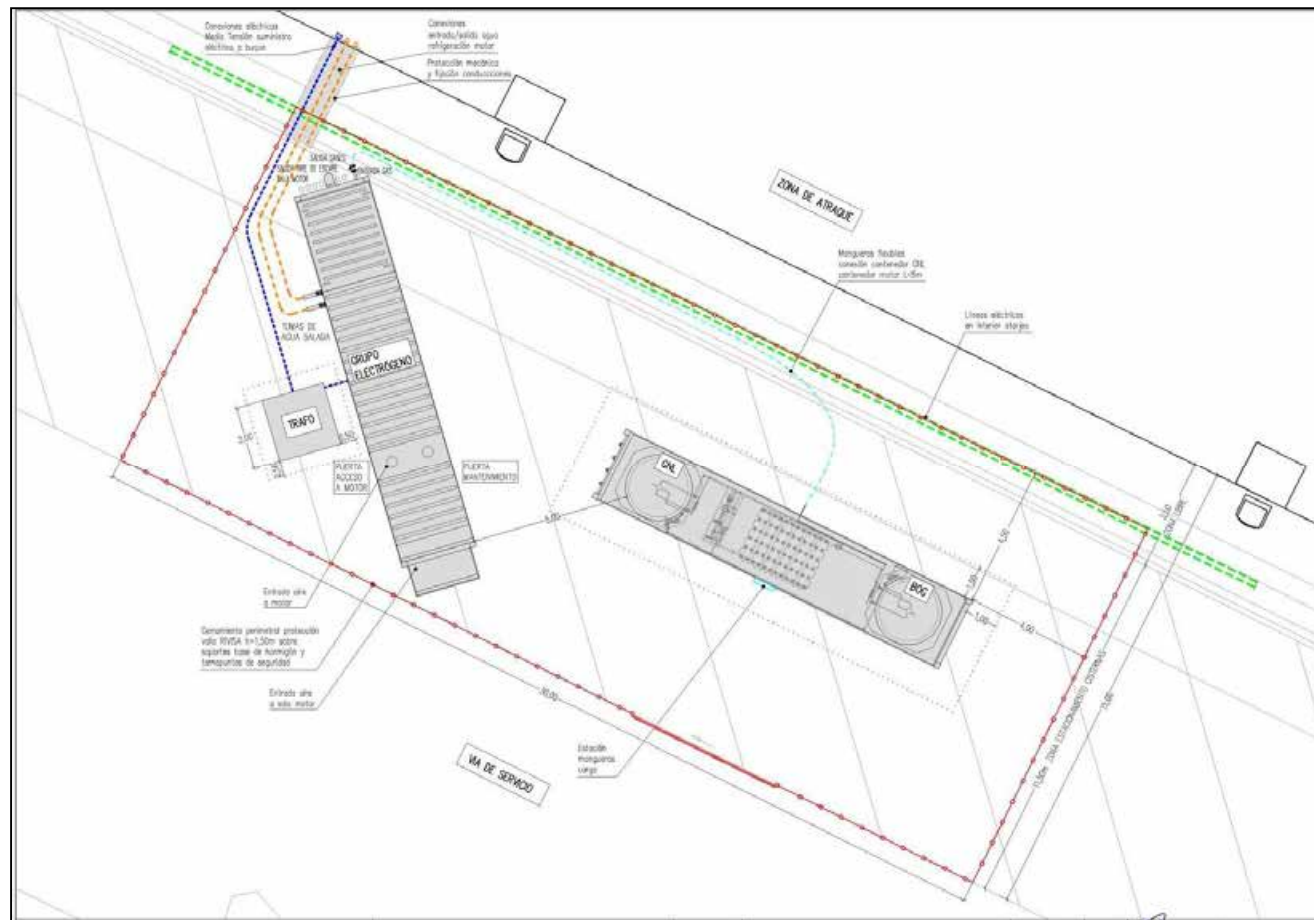
5.1. Punto de atraque del buque en el Puerto (3).

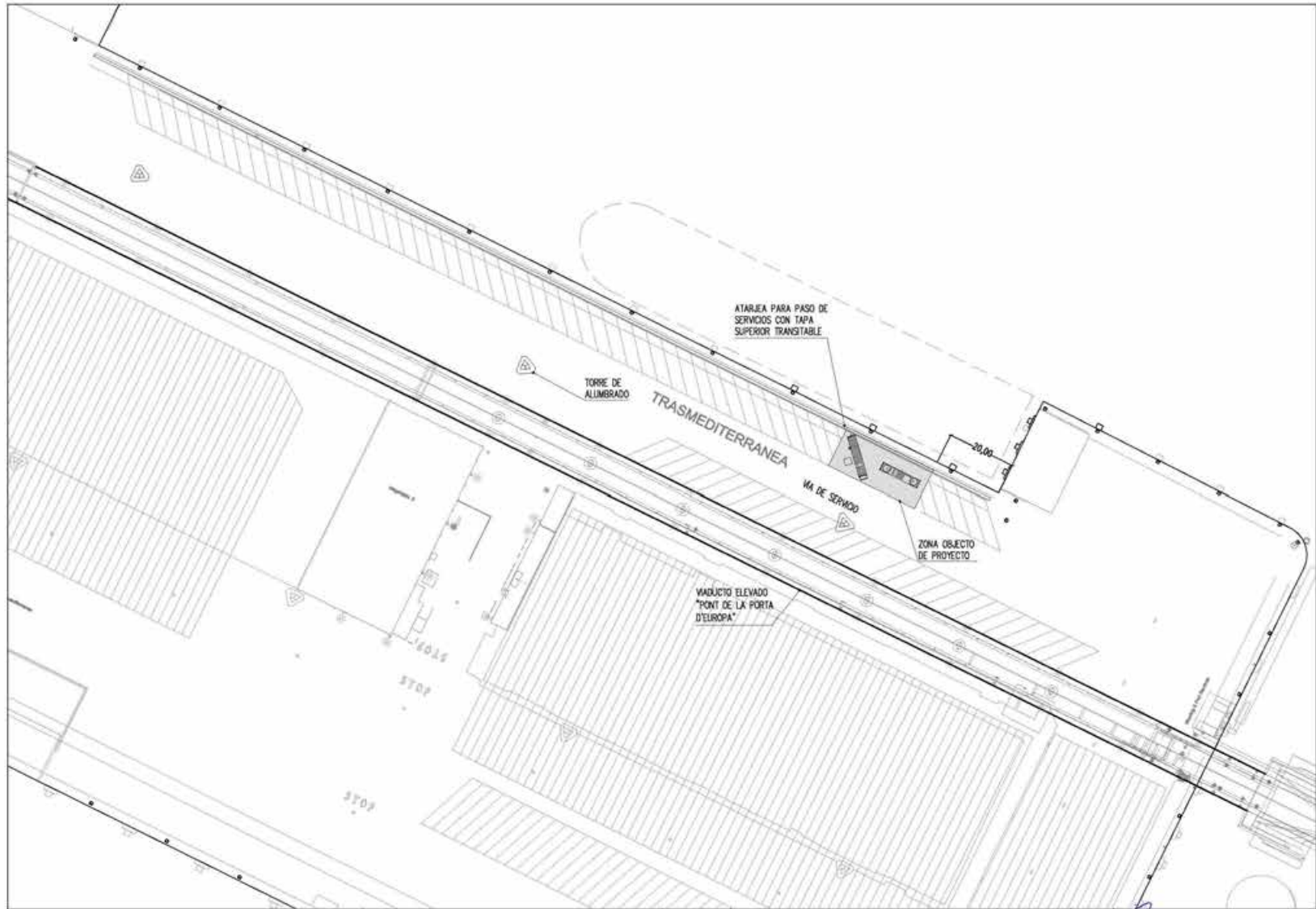





Zona a ocupar por equipos

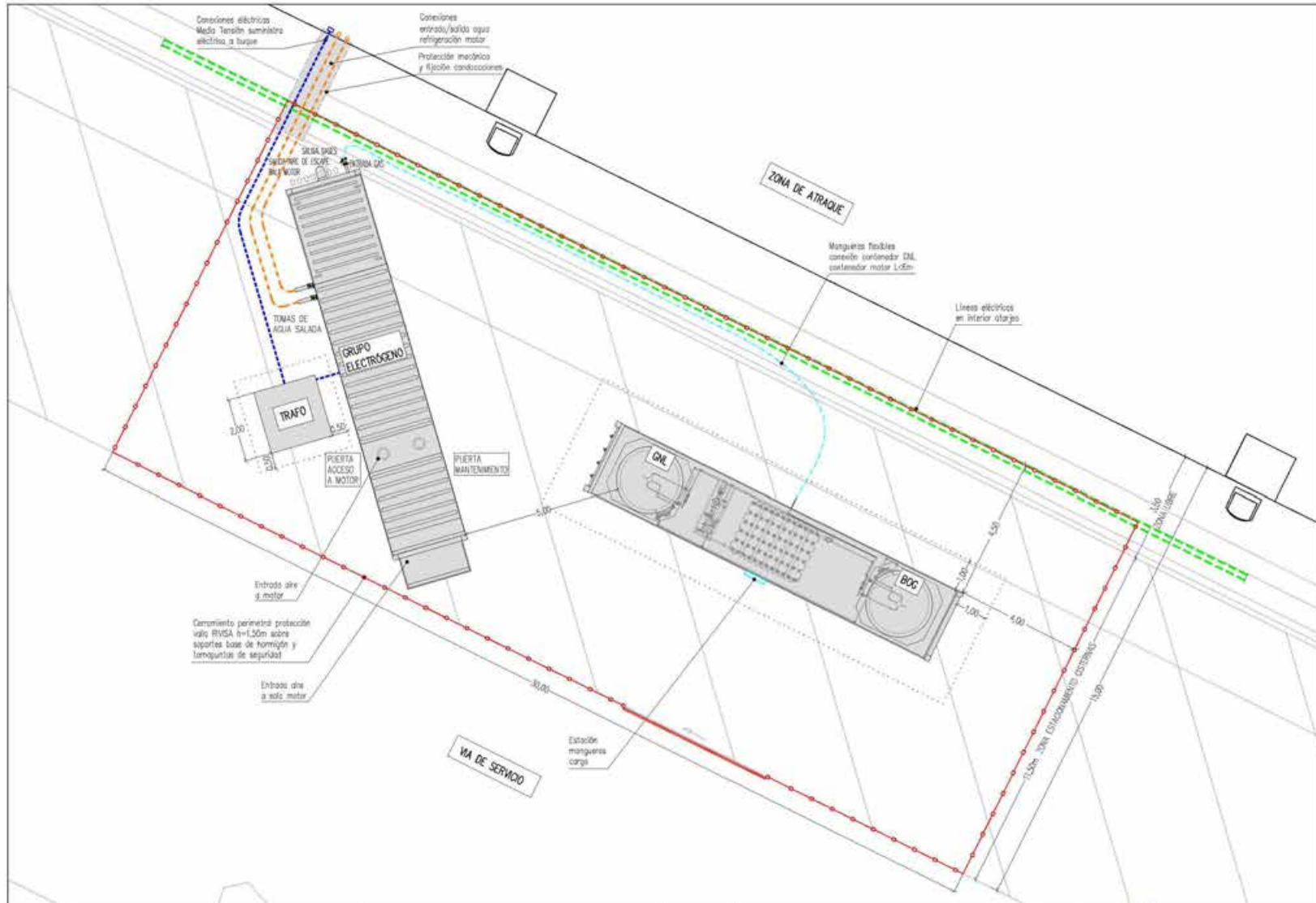
5. Implantación del sistema (4)




5.2. Detalle implantación equipos (1).





Proyecto: CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO ANÁLISIS DE RIESGO	Titular: AUTORIDAD DEL PUERTO DE BARCELONA (APB)	Escala: 1/1000	Plano: PLANTA GENERAL Fecha: Sept. 2017 N. plano: 02	Miembro de 	Autor de proyecto:  ALFREDO GUZMÁN SEN E Ingeniero industrial  C/Academia, 2 - 25002 Lleida Tl. 973 280 950 - www.einesa.com
--	--	--------------------------	--	---	---



Proyecto: CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO ANÁLISIS DE RIESGO	Titular: AUTORIDAD DEL PUERTO DE BARCELONA (APB)	Escala: 1/100	Plano: IMPLANTACIÓN EQUIPOS ZONA PONENT Fecha: Sept. 2017 N. plano: 03	Miembro de 	Autor del proyecto:  ALFREDO GUTIÉRREZ SEN E Ingeniero Industrial	 C/ Academia 2 - 25002 Lleida T. 973 200 990 - www.eInesa.com
--	--	-------------------------	---	---	--	--

5. Implantación del sistema (5)

5.2. Detalle implantación equipos (2).



5. Implantación del sistema (6)

5.2. Detalle implantación equipos (3).



5. Implantación del sistema (7)

5.2. Detalle implantación equipos (4).



5. Implantación del sistema (8)

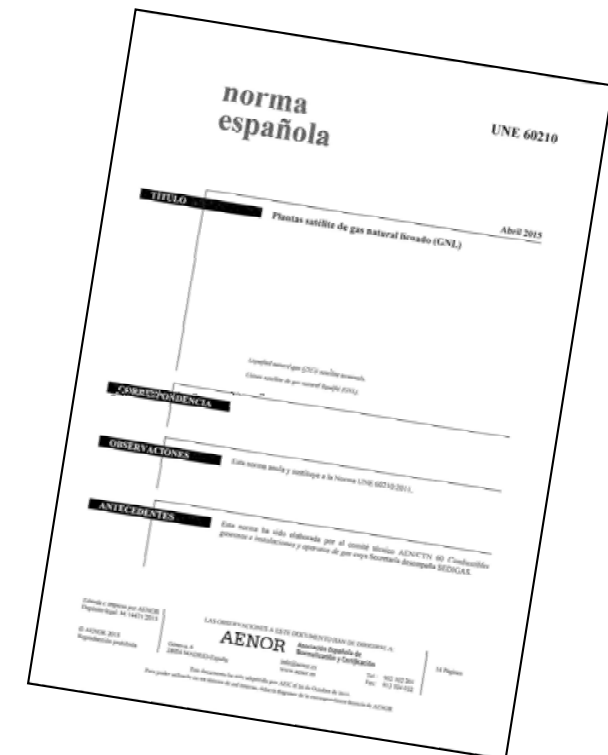
5.3. Normativa Técnica (1).

Normativa aplicable

- ADR: Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de cargas peligrosas por vía Terrestre.
- Real Decreto 551/2006, de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.

Normativa de Referencia

- UNE 60210:2015 - Plantas satélite de gas natural licuado.
- NFPA® 59A : Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG).



5. Implantación del sistema (9)

5.3. Normativa Técnica (2).

UNE 60210:2015 - Plantas satélite de gas natural licuado.

- Art. 5.3. : Distancias de seguridad, Tabla 1 :

Capacidad total instalada	A (2 m ³ a 5 m ³)	A (2 m ³ a 5 m ³)
Aplicable a :	Paredes depósito	Estación descarga
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas, desagües	5	5
Motores, interruptores no antideflagrantes, depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados.	5	5
Proyecciones de líneas eléctricas.	10	10
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles.	7	7
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9	9

AENOR - 11 - UNE 60210:2015

A Capacidad a partir de 2 m³ hasta 5 m³
 B A partir de 5 hasta 10 m³
 C A partir de 10 hasta 20 m³
 D A partir de 20 hasta 40 m³
 E A partir de 40 hasta 80 m³
 F A partir de 80 hasta 160 m³
 G A partir de 160 hasta 400 m³
 H A partir de 400 hasta 1500 m³

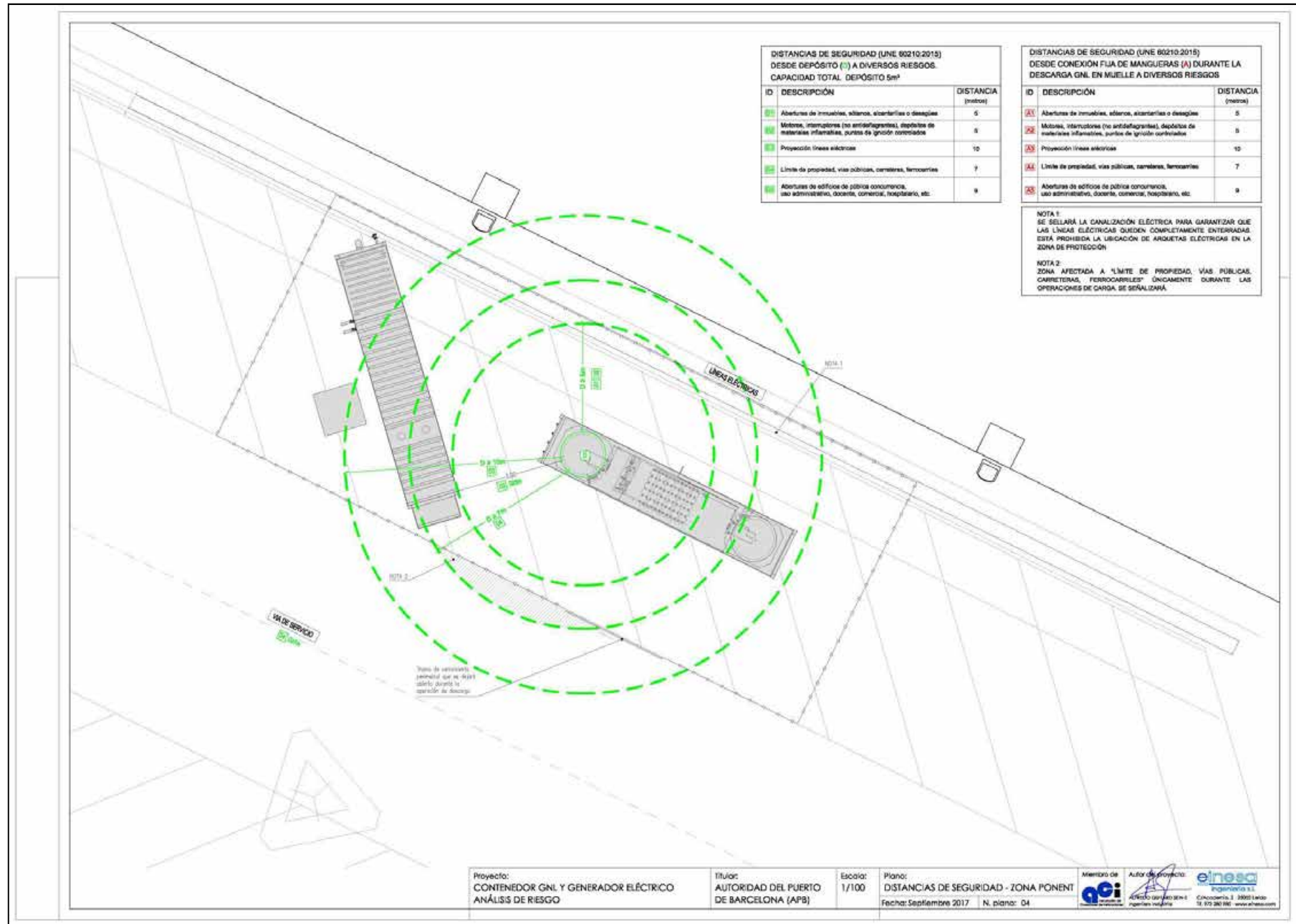
En la tabla 1 se indican las distancias que los depósitos deben mantener respecto a los siguientes elementos.

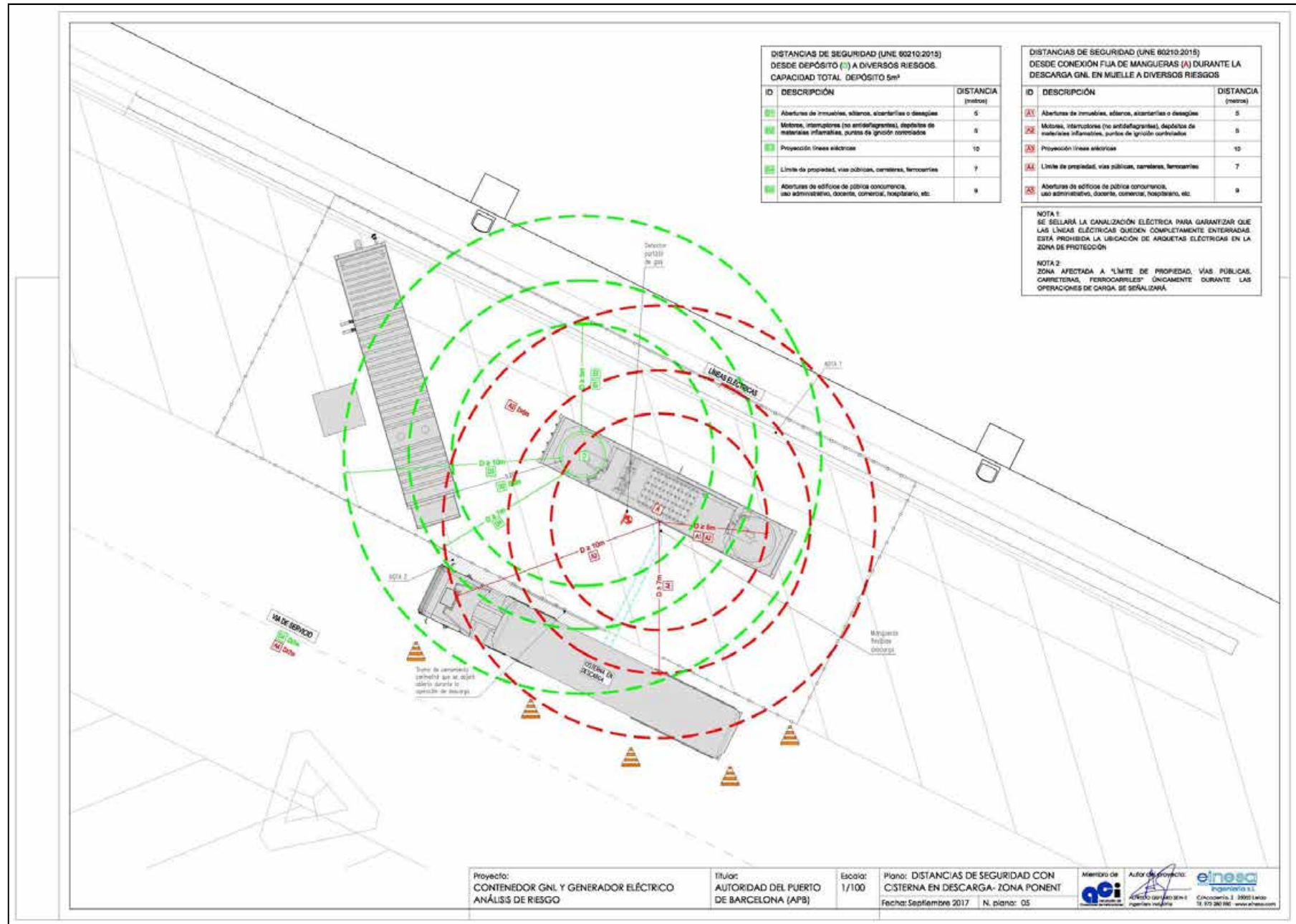
Tabla 1 – Distancias de seguridad

Elementos	Capacidad total instalada							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5	7	9	12	15	20	20	25
Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados	5	7	9	12	15	15	15	15
Proyecciones de líneas eléctricas	10	12	15	15	15	15	15	15
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7	8	9	12	15	25	30	35
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9	12	14	20	24	34	44	55

La distancia de la zona de conexión fija de mangueras de los muelles de descarga a los elementos establecidos debe ser la equivalente a la capacidad A.

Quando no sea posible cumplir con dichas distancias, deben justificarse todas las variaciones que se introduzcan y las medidas de otro orden que se tomen en sustitución, como por ejemplo, la aplicación de pantallas u obstáculos que obliguen al gas a efectuar un recorrido igual o superior a las distancias exigidas en la tabla 1.





DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015) DESDE DEPÓSITO (D) A DIVERSOS RIESGOS. CAPACIDAD TOTAL DEPÓSITO 5m³

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
D1	Aberturas de inmuebles, sótanos, áticos o desajustes	5
D2	Móviles, interruptores (no antiinflamables), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición conectados	5
D3	Proyección líneas eléctricas	10
D4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
D5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015) DESDE CONEXIÓN FLUJA DE MANGUERAS (A) DURANTE LA DESCARGA GNL EN MUELLE A DIVERSOS RIESGOS

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
A1	Aberturas de inmuebles, sótanos, áticos o desajustes	5
A2	Móviles, interruptores (no antiinflamables), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición conectados	5
A3	Proyección líneas eléctricas	10
A4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
A5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

NOTA 1
SE SELLARÁ LA DANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN

NOTA 2
ZONA AFECTADA A "LÍMITE DE PROPIEDAD, VÍAS PÚBLICAS, CARRETERAS, FERROCARRILES" ÚNICAMENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE CARGA. SE SEÑALIZA.

Proyecto:
CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO
ANÁLISIS DE RIESGO

Titular:
AUTORIDAD DEL PUERTO
DE BARCELONA (APB)

Escala:
1/100

Plano: DISTANCIAS DE SEGURIDAD CON
CISTERNA EN DESCARGA- ZONA PONENT
Fecha: Septiembre 2017 N. plano: 05

Miembro de

Autor del proyecto:

eInesa
INGENIERÍA S.L.
CONDOMINIUM, 3 28051 Madrid
Tf. 912 262 882 www.eInesa.com

6. Objetivos Análisis de Riesgo (1)

6.1. Actividades objeto del Análisis de Riesgo.

Operaciones vinculadas a la incorporación del GNL – GN en las actividades portuarias :

1. Operaciones de circulación (Entrada / Salida) del camión cisterna por el interior de las instalaciones del Puerto de Barcelona.
2. Operación de descarga de GNL desde la cisterna móvil (ADR) al depósito de 5 m³ del contenedor. (Llegada, Conexión, Descarga, Desconexión)
3. Utilización del GNL – GN en la operación de la **Unidad móvil generadora de electricidad alimentada por GNL para suministro de energía eléctrica desde tierra.**

6.2. Componentes del Análisis de Riesgo.

1. Análisis del Proyecto y de la Información disponible.
2. Visita a las Terminales de Contenedores.
3. Análisis “What-If” de los procesos a analizar.
4. Selección de escenarios para análisis de riesgo.
5. Determinación del alcance de las consecuencias en función de los escenarios de Riesgo seleccionados.
6. Elaboración del Informe Final y sesión de Presentación.

6. Objetivos Análisis de Riesgo (2)

6.3. Circulación cisterna GNL por interior instalaciones Puerto de Barcelona

Ruta propuesta :

Flecha **color verde** :
Ruta Entrada por
Puerta 4 hasta
Terminal Ferry
Barcelona (Acciona
Transmediterránea).

Flecha **color azul** :
Salida de la Terminal
por la Puerta 6 y
Salida alternativa por
la misma Puerta 4.

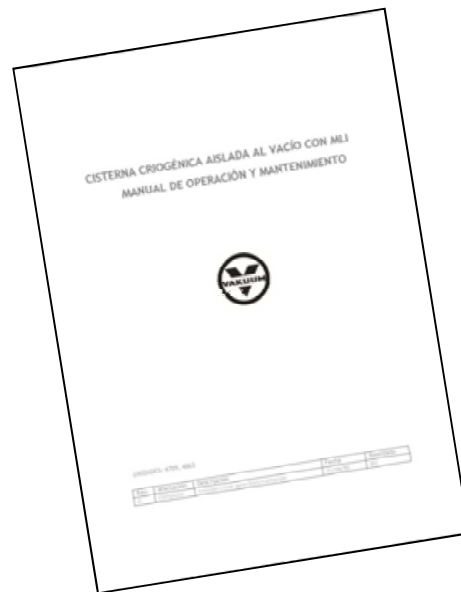


6. Objetivos Análisis de Riesgo (3)

6.4. Secuencia de actuaciones para la descarga de la cisterna de GNL (1)

Documentación disponible :

1. Manual "CISTERNA CRIOGÉNICA AISLADA AL VACÍO CON MLI, CISTERNA TIPO 102.10", elaborado por VAKUUM.
2. Manual "PROCEDIMIENTO DESCARGA CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO CON BOMBA CRIOGÉNICA PARA PLANTA DE GAS NATURAL LICUADO EN UN ISOCONTENDOR", elaborado por HAM Criogénica.



6. Objetivos Análisis de Riesgo (4)

6.4. Secuencia de actuaciones para la descarga de la cisterna de GNL (2)

Documentación Cisterna :

REPARTO DE CARGAS Y PESOS			
	KING-PIN	TRIDEM	TOTAL
VACÍO	3.675 kg	8.525 kg	12.200 kg
LLENO (max)	12.615 kg	23.885 kg	36.500 kg
LLENO (GNL tipo)	12.615 kg	23.885 kg	36.500 kg

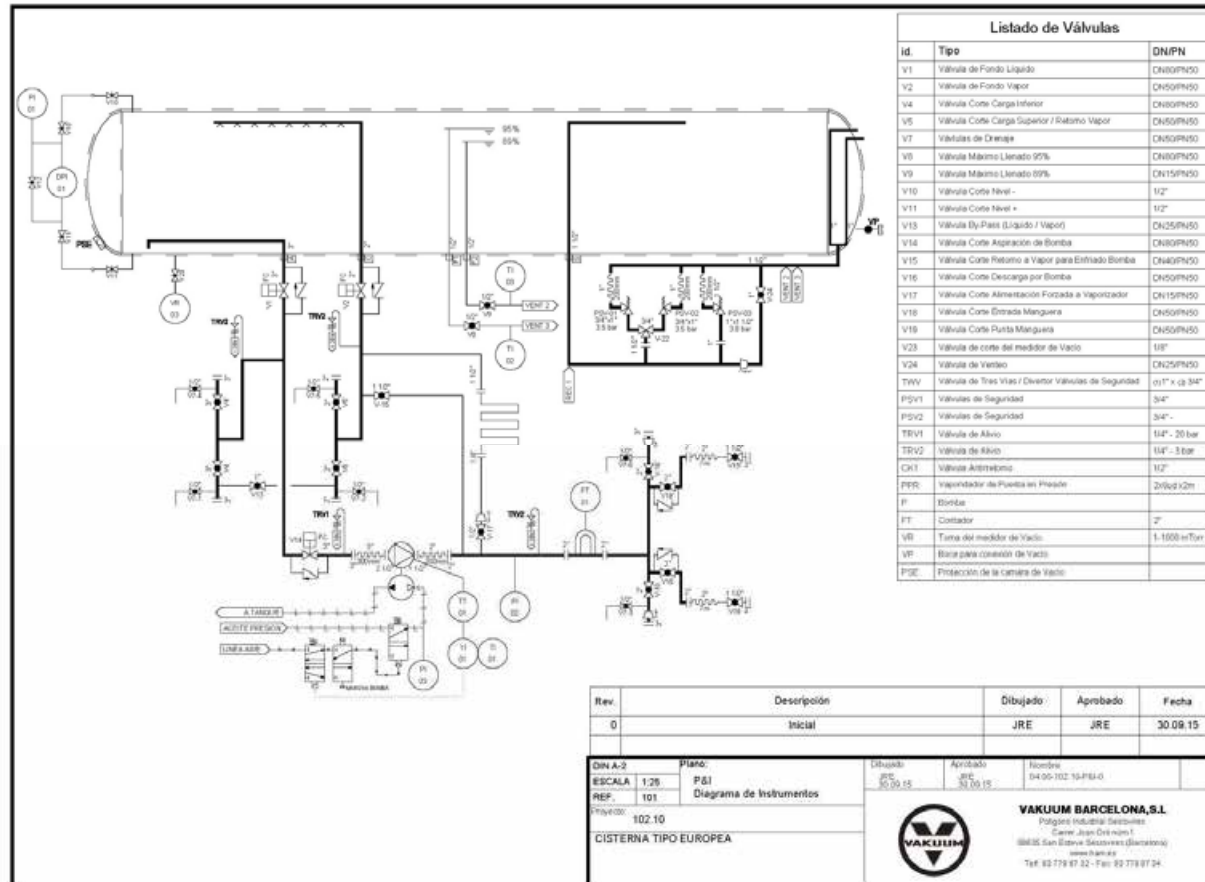
Datos Generales	
Normativa	TPED/ADR/EN 13530
Presión de Diseño	3,5 bar
Presión de Prueba	5,85 bar
Rango de Temperaturas	Interior: -196 a +20°C, Exterior: -20 a +50°C
Capacidad Geométrica	60.000 ls
Materiales	Interior: Acero Inoxidable, Exterior: Acero Inoxidable
END	Recipiente a Presión: Radiografiado 100%
Producto a Transportar	Gas Natural Licuado (1972)
Grado de Llenado / Carga	(GNL-1972) - 90% / 23.072 kg

DIN A-3	Pano	Diseño	Aprobado	Nombre	
ESCALA 1:40	Ficha Técnica	JRE	JRE	08.00-102-10-GEFT-0	08.00
REP. 106					
Proyecto 102.10					
Cisterna Criogénica tipo Europea 60m ³ / 3,5 bar				VAKUUM BARCELONA, S.L. Polígono Industrial Suroeste Carretera Arosó 016 nºm 1 08930 San Esteban de Basors (Barcelona) www.vakuum.es Telf: 93 778 67 32 - Fax: 93 779 67 34	

6. Objetivos Análisis de Riesgo (5)

6.4. Secuencia de actuaciones para la descarga de la cisterna de GNL (3)

Documentación Cisterna :

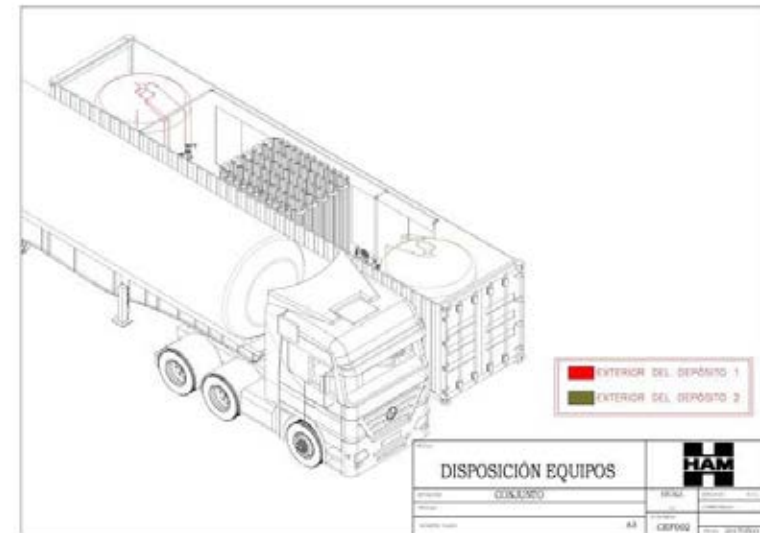


6. Objetivos Análisis de Riesgo (6)

6.4. Secuencia de actuaciones para la descarga de la cisterna de GNL (4)

Actuaciones Previas y Posteriores :

1. Parada del generador eléctrico.
2. Retirada del tramo de cerramiento Rivisa para permitir el estacionamiento de la cisterna.
3. de la cisterna.
4. Maniobras posicionamiento de la cisterna respecto al contenedor de GNL.
5. Poner calzos.
6. Señalización de seguridad mediante conos perimetrales.
7. Realizar comprobaciones visuales de los equipos (Cisterna y Contenedor GNL)
8. Utilizar los EPI (guantes, protección facial, ropa y calzado adecuado).



6. Objetivos Análisis de Riesgo (7)

6.4. Secuencia de actuaciones para la descarga de la cisterna de GNL (5)

Operación
descarga (1 de 2) :



PROCEDIMIENTO DESCARGA CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO CON BOMBA CRIOGÉNICA PARA PLANTA DE GAS NATURAL LICUADO EN UN ISOCONTENDOR

PROCEDIMIENTO DE DESCARGA CISTERNAS GNL CON BOMBA

INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente procedimiento es dar las pautas de actuación necesarias para la descarga de cisternas de gas natural licuado (GNL) con bomba criogénica de trasvase a depósitos fijos de GNL.

Se adjunta check-list con las instrucciones a seguir durante todo el proceso de descarga al final del documento.

¡IMPORTANTE! En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga.
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

1. CONEXION PINZA DE TIERRA

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

¡ATENCIÓN! El circuito eléctrico de la pinza de tierra debe de estar abierto (posición "0" del interruptor de la pinza) en el momento de conectar la pinza a la cisterna y cerrarlo (posición "I" del interruptor) solo cuando la pinza este bien conectada a la cisterna.

6. Objetivos Análisis de Riesgo (8)

6.4. Secuencia de actuaciones para la descarga de la cisterna de GNL (6)

Operación descarga (2 de 2) :



2. CONEXION DE LA MANGUERA

La descarga se realizará mediante una bomba criogénica que se conectará a la boca de carga de la manguera de la planta.

3. SELECCIÓN DEL CIRCUITO DE LLENADO DEL DEPÓSITO

El depósito tiene dos circuitos para el llenado de GNL:

- Circuito de llenado inferior o Fondo. Consta de:
 - Primera válvula de llenado inferior o fondo. (M1)
 - Segunda válvula de llenado inferior o fondo. (M3). (Siempre abierta)
- Circuito de llenado Superior o Duchas. Consta de:
 - Primera válvula de llenado superior o duchas. (M2)
 - Segunda válvula de llenado superior o duchas. (M4) (Siempre abierta)

Será el conductor de la cisterna quien seleccione el circuito del depósito por donde realizará la descarga, en función de la presión del mismo. No obstante, lo habitual será realizar la descarga por duchas, para facilitar el llenado haciendo bajar la presión del depósito.

4. DESCARGA DE LIQUIDO AL DEPOSITO.

Para iniciar la descarga de líquido al depósito se debe abrir la válvula situada en la manguera de descarga (M5) existente en la planta y abrir la válvula de llenado superior o "duchas" del depósito (M2).

Si la presión del depósito baja de 3 bares, abrir la válvula de llenado inferior o fondo (M1) y cerrar la de duchas.

5. FINAL DESCARGA

La descarga podrá ser completa o parcial. En caso de ser parcial el conductor finalizará la operación cuando estime oportuno y nunca sobrepasará el 95% de llenado del tanque.



6. FINALIZACION OPERACION DE DESCARGA.

Cerrar la válvula de llenado inferior del depósito (M1).

Cerrar la válvula de llenado superior del depósito (M2).

NOTA: El GNL que pueda quedar atrapado entre la válvula de la manguera y las válvulas del depósito gasificará y entrará en la fase gas del depósito a través de la válvula antirretorno existente en el mismo.

7. SALIDA DE LAS CISTERNAS DE LA PLANTA DE GNL

Antes de la salida de la cisterna de la planta de GNL, se debe:

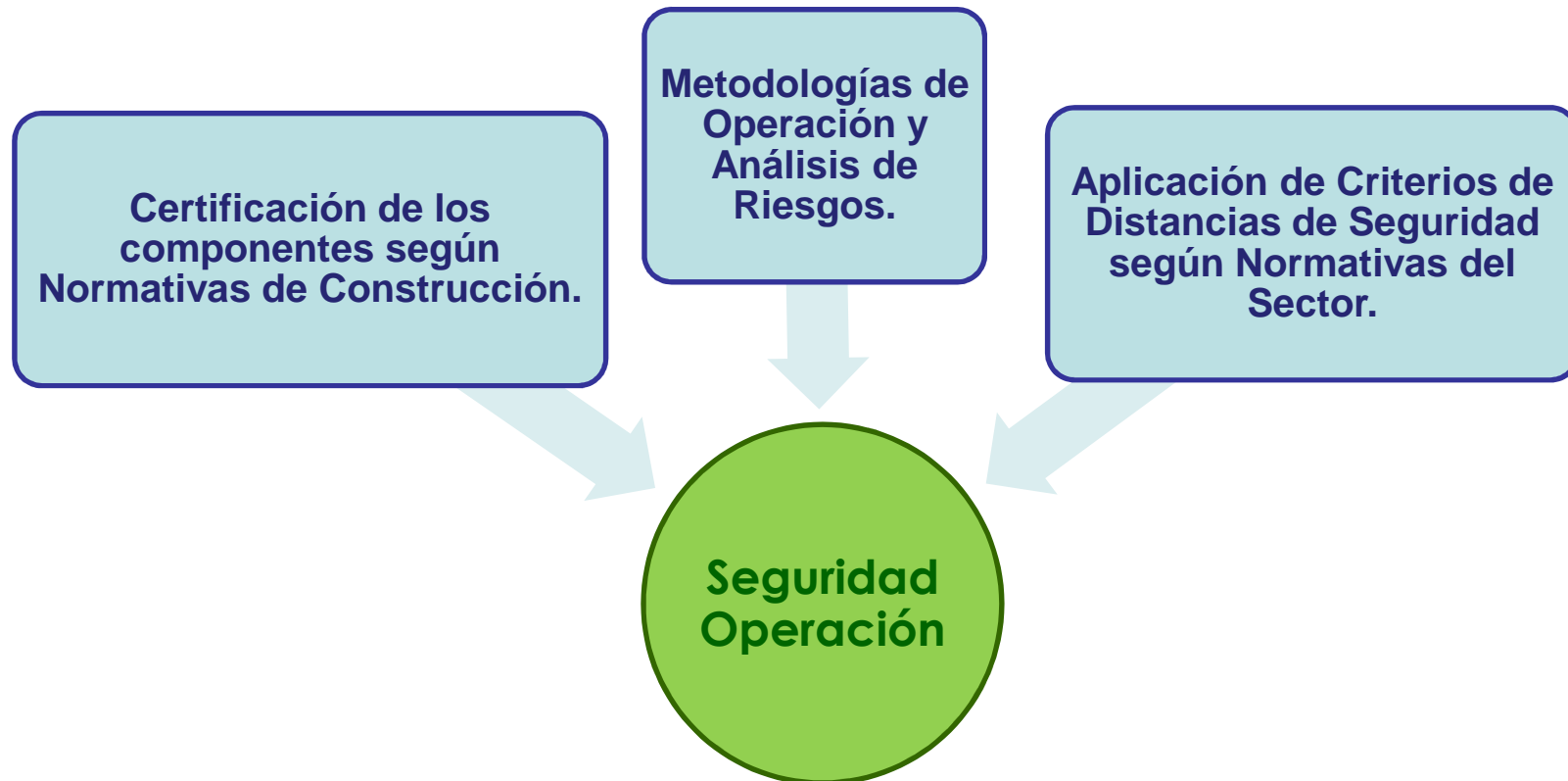
- Despresurizar la unión entre la válvula existente en la manguera de la planta y la válvula de salida de la cisterna (M6).
- Desconectar la manguera.
- Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna ;ATENCIÓN! Antes de desconectar físicamente la pinza de la cisterna, abrir el circuito eléctrico de la misma, poniendo en posición "0" el interruptor de la pinza tierra.
- Se verificará con explosímetro la ausencia de atmosfera de gas en la zona antes de arrancar la tractora de la cisterna.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga.
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

6. Objetivos Análisis de Riesgo (9)

6.5. Utilización del GNL – GN en la operación de la Unidad móvil generadora de electricidad alimentada por GNL para suministro de energía eléctrica desde tierra (1)



6. Objetivos Análisis de Riesgo (10)

6.5. Utilización del GNL – GN en la operación de la Unidad móvil generadora de electricidad alimentada por GNL para suministro de energía eléctrica desde tierra (2)

Certificación según Normativas de Construcción de los componentes. :

1.- Grupo electrógeno alimentado con GNL, potencia eléctrica 826 kWe :

- Certificación del conjunto generador de DRESSER-RAND para uso Marino, de acuerdo con BV Class society : BV AUT-UMS.
- “Rules for the Classification of Steel ships” PtC.
- NR 529: “Safety Rules for Gas-fuelled Engine Installations in Ships”
- NR 481: “Design and installation of dual fuel Engine using low pressure gas”

2.- Contenedor almacenamiento y gasificación GNL-GN :

- Componentes GNL sometidos a información de Bureau Veritas para revisión.
- NR529 “safety Rules for gas- fuelled Engines Installations in Ships”,
- NR216 “Materials and Welding’s” (para componentes).

6. Objetivos Análisis de Riesgo (11)

6.5. Utilización del GNL – GN en la operación de la Unidad móvil generadora de electricidad alimentada por GNL para suministro de energía eléctrica desde tierra (3)

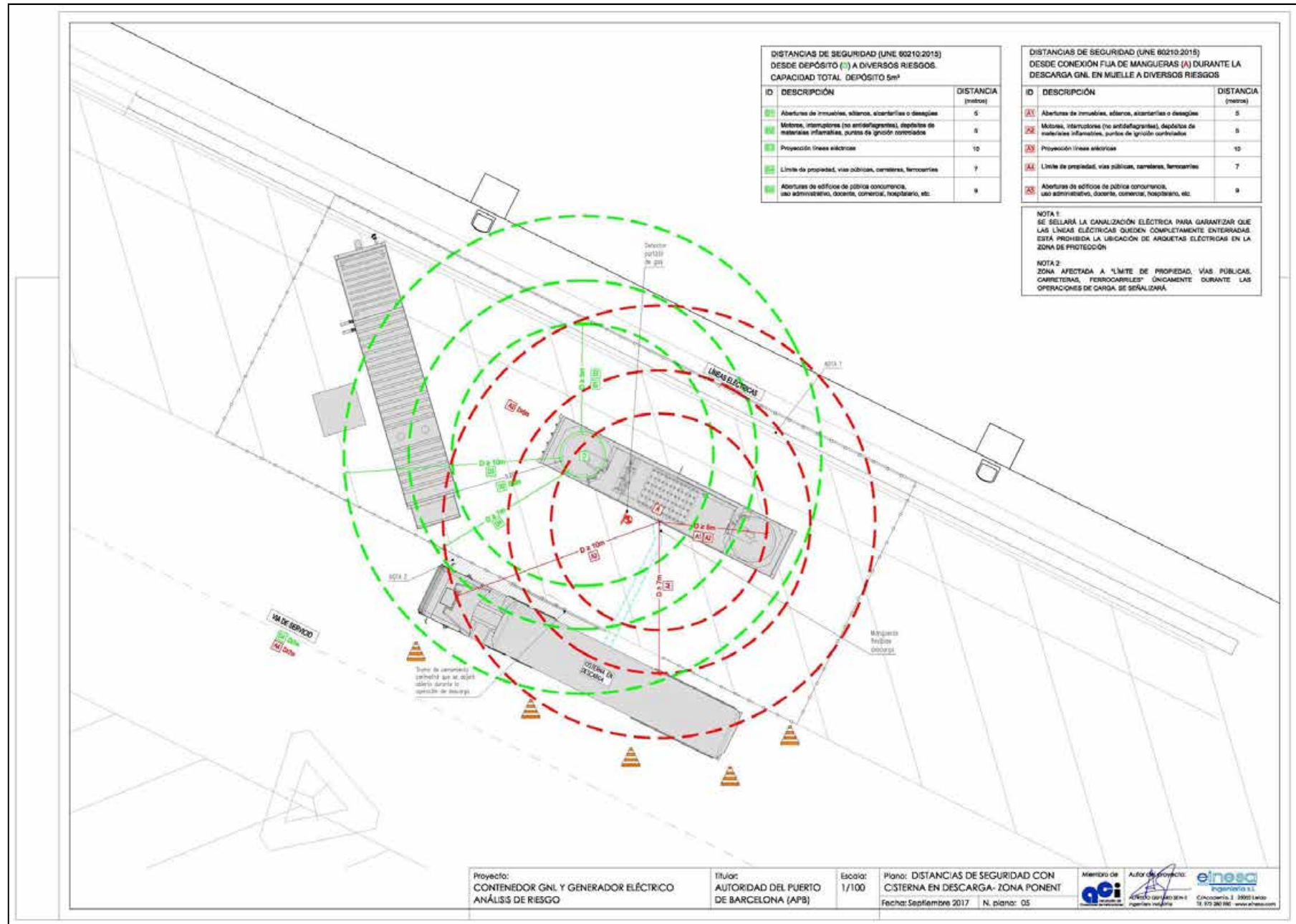
Criterios de distancias de seguridad según Normativas Sector :

1.- Norma UNE 60210:2015 - Plantas satélite de gas natural licuado.

- Art. 5.3. : Distancias de seguridad, Tabla 1.

2.- Norma IEC 60.079 : Clasificación zonas eléctricas – Atmosferas explosivas gaseosas / API RP 505

- Clase I, Zona 0 :
- Clase I, Zona 1 :
- Clase I, Zona 2 :



DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015) DESDE DEPÓSITO (D) A DIVERSOS RIESGOS. CAPACIDAD TOTAL DEPÓSITO 5m³

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
(D)	Aberturas de inmuebles, sótanos, áticos o desahíos	5
(E)	Móviles, interruptores (no antiinflamables), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición conectados	5
(F)	Proyección líneas eléctricas	10
(G)	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
(H)	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015) DESDE CONEXIÓN FLUJA DE MANGUERAS (A) DURANTE LA DESCARGA GNL EN MUELLE A DIVERSOS RIESGOS

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
(A)	Aberturas de inmuebles, sótanos, áticos o desahíos	5
(B)	Móviles, interruptores (no antiinflamables), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición conectados	5
(C)	Proyección líneas eléctricas	10
(D)	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
(E)	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

NOTA 1
SE SELLARÁ LA DANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN

NOTA 2
ZONA AFECTADA A "LÍMITE DE PROPIEDAD, VÍAS PÚBLICAS, CARRETERAS, FERROCARRILES" ÚNICAMENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE CARGA. SE SEÑALIZA.

Proyecto:
CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO
ANÁLISIS DE RIESGO

Titular:
AUTORIDAD DEL PUERTO
DE BARCELONA (APB)

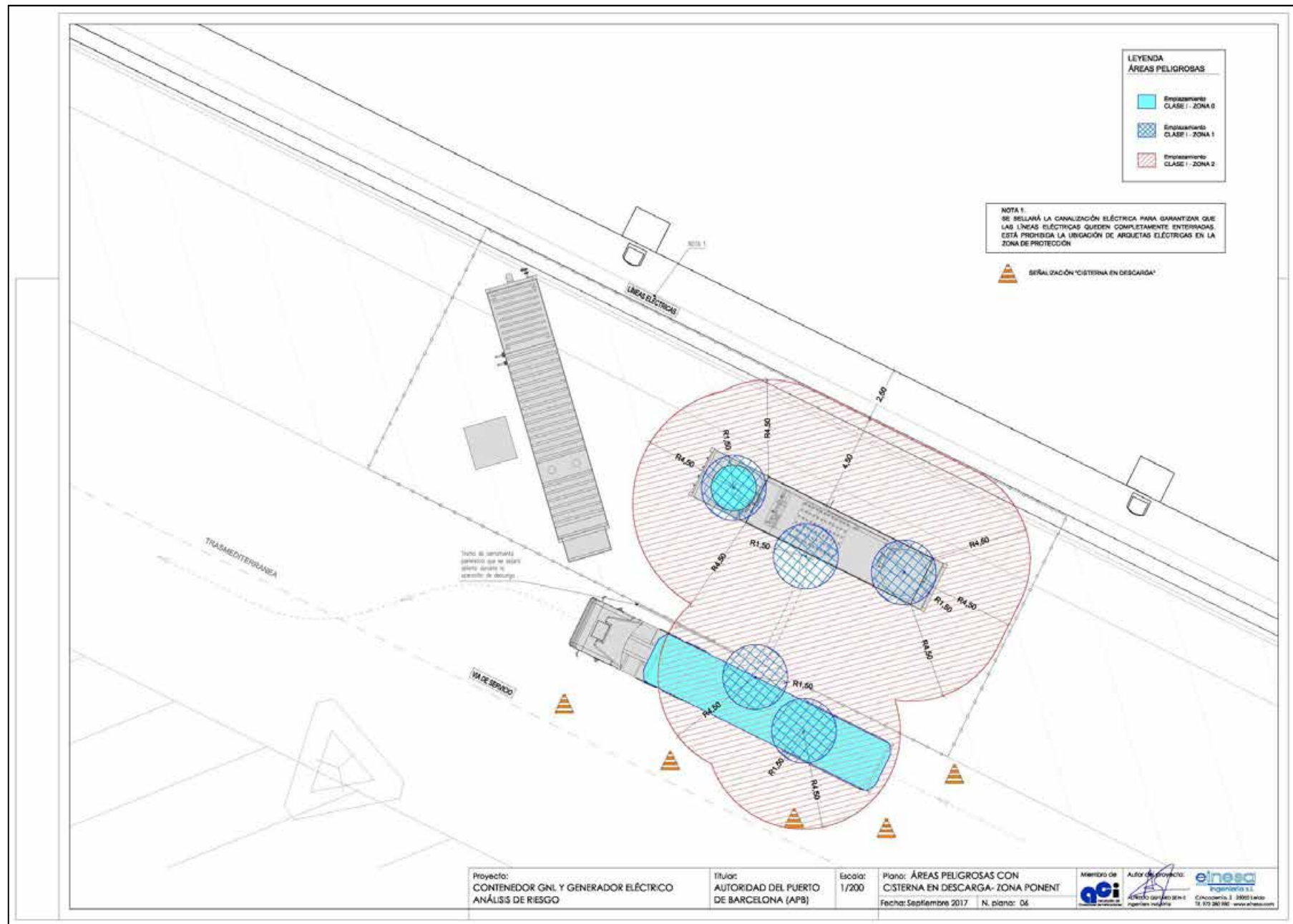
Escala:
1/100

Plano: DISTANCIAS DE SEGURIDAD CON
CISTERNA EN DESCARGA- ZONA PONENT
Fecha: Septiembre 2017 N. plano: 05

Miembro de

Autor del proyecto:

einesa
INGENIERÍA S.L.
CONDOMINIUM 1 200511400
Tel: 93 263 986 www.einesa.com



7. Método What If ? (1)

7.1. Propósitos Método What If ? Identificación de peligros.

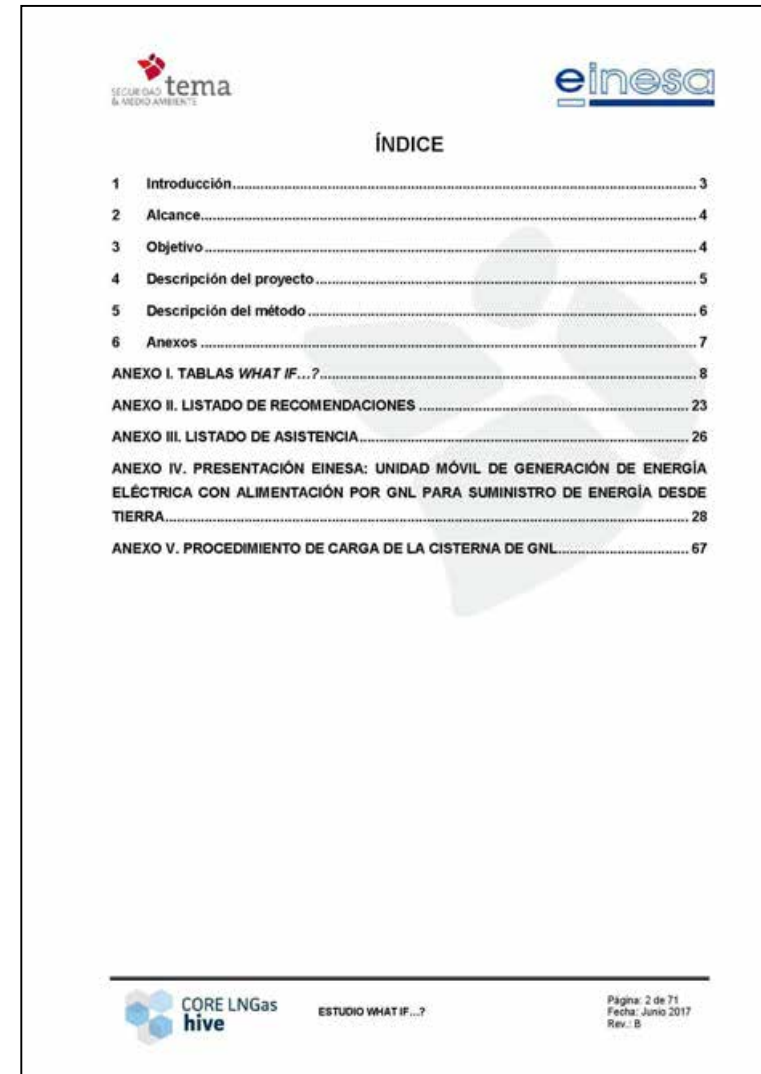
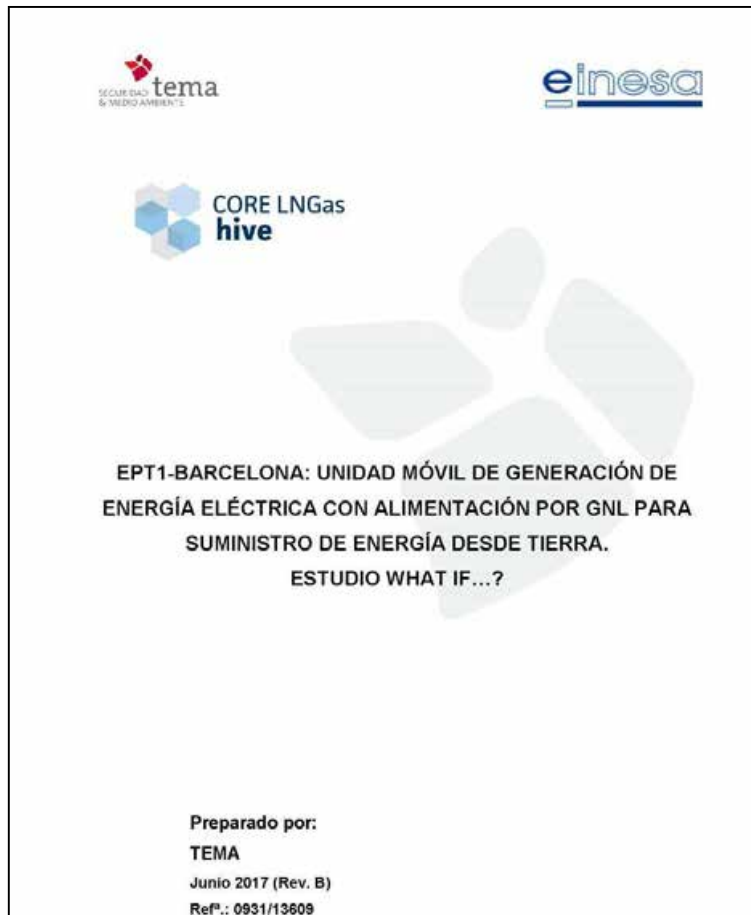
- Identificar las condiciones y situaciones peligrosas posibles que pueden resultar de barreras y controles inadecuados.
- Identificar eventos que pudieran provocar incidentes/ accidentes.
- Recomendar acciones para reducir el riesgo del sistema objeto de estudio, así como para mejorar la operabilidad del mismo.

7.2. Aspectos analizados en el Método What If ?

- a) Análisis del emplazamiento seleccionado para el estacionamiento de los contenedores.
- b) Identificación de riesgos de los procesos asociados a:
 - b.1) Tránsito del camión cisterna de GNL por las vías de Puerto, desde la puerta de acceso al Puerto o desde el cargadero de cisternas la planta regasificadora hasta la Terminal de Acciona-Trasmediterranea, en la que se llevará a cabo la descarga de la cisterna / carga del depósito de GNL.
 - b.2) Llenado del depósito de GNL, situado dentro del contenedor de 40', desde la cisterna de GNL.
 - b.3) Evaporación de GNL y suministro de GN al motor de gas ubicado en el otro contenedor.
- c) Análisis de salvaguardas y medidas correctoras.
- d) Propuesta de medidas adicionales para reducir el riesgo.

7. Método What If ? (2)

7.3. Contenido What If.



Logo: tema SEGURIDAD & MEDIO AMBIENTE

Logo: einesa

ÍNDICE

1	Introducción.....	3
2	Alcance.....	4
3	Objetivo.....	4
4	Descripción del proyecto.....	5
5	Descripción del método.....	6
6	Anexos.....	7
	ANEXO I. TABLAS WHAT IF...?.....	8
	ANEXO II. LISTADO DE RECOMENDACIONES.....	23
	ANEXO III. LISTADO DE ASISTENCIA.....	26
	ANEXO IV. PRESENTACIÓN EINESA: UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.....	28
	ANEXO V. PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA CISTERNA DE GNL.....	67

Logo: CORE LNGas hive

ESTUDIO WHAT IF...?

Página: 2 de 71
Fecha: Junio 2017
Rev.: B

7. Método What If ? (3)

7.4. Hojas de Trabajo Método What If ? (1)

What if...?					
Company: CORE LNGas hive Facility: GN a RoRo				Page: 1 of 11	
Sesión: (1) 16/05/2017 Actividad: (1) Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión). Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar. T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m3. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior). Temperatura de almacenamiento= -160 a -120°C. capacidad del depósito= 5m3					
¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
1.1. Pérdida de contención durante operación de descarga cisterna / carga depósito.	1.1.1.1. Derrame de Gas Natural Licuado (GNL) o fuga de Gas Natural (GN) con riesgo de llamarada / deflagración. Riesgo para tripulación del buque, personal del muelle, estibadores y personal de la concesionaria.	EH/ES		R.1.1. Elaborar un protocolo de coordinación con el PAU de la Terminal, PAU(s) Personal Operación y PAU del Puerto. R.1.2. Prohibición explícita de realizar la descarga de cisterna a depósito con presencia de buque en el muelle.	APB / Terminal / HAM APB
1.2. Colisión de la cisterna de GNL con camiones, maquinaria industrial y/o elementos fijos en el recorrido de la cisterna desde su acceso al Puerto hasta la terminal, en viales del Puerto (APB).	1.2.1.1. Daño en la cisterna con posibilidad de pérdida de contención. Fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.	EH/ES	Señalización viaria. Limitación de velocidad a 30 KPH.	R.1.3. Incluir en el procedimiento de admisión de la cisterna y del acompañamiento para entrada y salida a la terminal / zona de carga depósito GNL.	APB
1.3. Colisión de una tractora o camión durante la operación de descarga de cisterna / carga de depósito.	1.3.1.1. Daño en la cisterna con posibilidad de pérdida de contención. Fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración o quemaduras por proyección de líquido. Riesgo al personal.	EH/ES	Cerramiento mediante valla, tipo RIVISA, en la zona de contenedores y descarga de cisterna.	R.1.4. Delimitar todo el perímetro de la zona de operaciones con un cerramiento robusto, tipo NEW JERSEY, frente a un posible impacto de vehículo pesado/ ligero e instalar balizamiento luminoso en todo el perímetro de la zona de operaciones. R.1.5. Coordinar con responsable de la terminal los horarios de circulación de tractoras y camiones fuera de la operación de descarga de la cisterna / carga de depósito.	APB APB / Terminal / HAM
1.4. Posibilidad de admisión de la cisterna de GNL con algún defecto...	1.4.1.1. Posibilidad de fuga de GNL. Riesgo de llamarada / deflagración...	EH	Comprobación documental por APB de los requisitos ADR e...	R.1.5. Refer.To R.1.1	

PHAWorks by Primattech Inc.

7. Método What If ? (4)

7.4. Hojas de Trabajo Método What If ? (2)

What if...?

Company: CORE LNGas hive
 Facility: GN a RoRo

Page: 7 of 11

Sesión: (1) 16/05/2017
 Actividad: (2) Vaporización de GNL y suministro a motor de GN (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor). Presión de operación= 3,5 - 2,5 bar. Temperatura de operación= -130°C - ambiente

¿Qué pasa si?	Consecuencia	Categoría	Medidas existentes	Medidas adicionales	Responsable
2.1. Temperatura de salida del vaporizador de GNL inferior a 0°C.	2.1.1.1. Posible afectación en funcionamiento de motor de GN. Posible pérdida de energía eléctrica a buque.	ES	Calentador eléctrico de apoyo (calentamiento del GN a una temperatura superior a 0°C).	R.2.1. Consultar con el armador de buque medidas previstas para fallo de suministro de energía eléctrica durante las operaciones mientras el buque está atracado en el muelle (generadores de emergencia de buque, ...).	Armador del buque
	2.1.1.2. Posible fragilización de elementos de la instalación en la parte no criogénica. Fuga de GN al exterior. Riesgo de llamarada y/o explosión. Riesgo al personal.	EH/ES	Cierre automático de válvulas en la salida del vaporizador por baja temperatura (-10°C) por activación de alarma de baja en dos de los tres (2oo3) transmisores en la salida del vaporizador.	: Refer.To.R.1.1	
2.2. Fallo en la conexión entre los dos contenedores (conexiones bridadas de manguera de gas).	2.2.1. Fuga de GN al exterior. Riesgo de dardo de fuego / llamarada. Riesgo al personal.	EH/ES	Protocolo de prueba de estanqueidad para detección de fugas en conexiones de la instalación. Presencia permanente de personal durante toda la operación de suministro de GN a motor.	: Refer.To.R.1.1	
2.3. Rotura o desconexión de manguera durante la operación de suministro de gas al motor de GN.	2.3.1. Fuga de GN al exterior. Riesgo de dardo de fuego / llamarada/ deflagración. Riesgo al personal.	EH/ES	Cierre de válvula reguladora (una por rama) por baja presión.	: Refer.To.R.1.1	
2.4. Movimiento brusco del buque por navegación próxima al mismo de otros buques a velocidad superior a la autorizada, por rotura de estacha o mala mar.	2.4.1. Posible estiramiento de cable de suministro de energía al buque con riesgo de caída del transformador y resto de equipos al mar.	ES/ES	Break away (en cable de suministro de energía eléctrica al buque).		
2.5. Fuga de GN en conexiones / instrumentación en la rampa de gas del motor GN.	2.5.1.1. Fuga de GN en el interior del contenedor. Riesgo de llamarada / deflagración. Riesgo al personal.	EH/ES		R.2.2. Consultar con el proveedor del motor la necesidad de instalar detección de gas dentro del contenedor de motor de GN (activación alarma por SMS y estroboscópica).	APB / GUASCOR

PHAWorks by Primtech Inc.

7. Método What If ? (5)

7.5. Tabla Recomendaciones Método What If ? (1)

Recomendaciones

Company: CORE LNGas hive Page: 1 of 2
 Facility: GN a RoRo

Sesión: (1) 16/05/2017
 Actividad: (1) Descarga de cisterna de GNL a depósito en el contenedor (posicionamiento, conexión, carga y desconexión).
 Cisterna: Presión de diseño= 3,5 bar, Presión de prueba=5,85 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior); capacidad= 60m3. Depósito: Presión de diseño=8 bar, T= -196 a 20 °C (interior); -20 a 50°C (exterior).
 Temperatura de almacenamiento= -180 a -120°C. capacidad del depósito= 5m3

Medidas adicionales	Responsable
R.1.1. Elaborar un protocolo de coordinación con el PAU de la Terminal, PAU(s) Personal Operación y PAU del Puerto.	APB / Terminal / HAM
R.1.2. Prohibición explícita de realizar la descarga de cisterna a depósito con presencia de buque en el muelle.	APB
R.1.3. Incluir en el procedimiento de admisión de la cisterna y del acompañamiento para entrada y salida a la terminal / zona de carga depósito GNL.	APB
R.1.4. Delimitar todo el perímetro de la zona de operaciones con un cerramiento robusto, tipo NEW JERSEY, frente a un posible impacto de vehículo pesado/ ligero e instalar balizamiento luminoso en todo el perímetro de la zona de operaciones.	APB
R.1.5. Coordinar con responsable de la terminal los horarios de circulación de tractores y camiones fuera de la operación de descarga de la cisterna / carga de depósito.	APB / Terminal / HAM
R.1.6. Señalizar en el suelo la ubicación de la cisterna de GNL.	APB
R.1.7. Analizar si es posible instalar una seta de emergencia adicional, a una distancia superior a 10 metros.	HAM
R.1.8. Implementar en la seta de emergencia del armario de válvulas, el cierre de todas las válvulas automáticas de la instalación.	HAM
R.1.9. Elaborar un check list de la operación descarga de cisterna para carga del depósito.	HAM
R.1.10. Tomar en cuenta la descarga de estas válvulas de expansión térmica en la clasificación de áreas (normativa ATEX).	HAM

7. Método What If ? (6)

7.5. Tabla Recomendaciones Método What If ? (2)

R.1.11. Considerar la necesidad de instalar detección de gas dentro del contenedor de depósitos (activación alarma por SMS y estroboscópica).	HAM	
R.1.12. Estudiar la necesidad de implementar un paro de bomba por bajo / no flujo en la descarga de la misma (inhabilitar esta seguridad para puesta de servicio de la bomba).	HAM	
R.1.13. Estudiar un emplazamiento de la instalación / zona de operaciones, así como la circulación de vehículos para minimizar la posibilidad de colisión.	EINESA	
R.1.14. Prohibición explícita de circulación de vehículos con MM.PP. en la zona (máximo radio de seguridad establecido, según UNE 60210) durante la descarga de cisterna / carga de depósito.	APB	
R.1.15. Protección mecánica para paso de servicios en zona de dominio portuario entre cantil del muelle y límite de los contenedores.	APB	
R.1.16. Prohibición expresa de realizar operaciones de mantenimiento (tractoras, remolques frigoríficos, etc.) dentro de los radios de seguridad (UNE 60210).	APB	
R.1.17. Asegurar que se incluye indicación explícita en el protocolo de carga, o el check list, de prohibición de realizar la carga de los depósitos durante una tormenta eléctrica, baja visibilidad por niebla y/o falta de luz.	APB	
R.1.18. Analizar la necesidad de destacamento para extinción de incendios (grupo GPR).	APB	
Sesión: (1) 16/05/2017 Actividad: (2) Vaporización de GNL y suministro a motor de GN (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor). Presión de operación= 3,5 - 2,5 bar. Temperatura de operación= -130°C - ambiente		
	Medidas adicionales	Responsable
R.2.1. Consultar con el armador de buque medidas previstas para fallo de suministro de energía eléctrica durante las operaciones mientras el buque está atracado en el muelle (generadores de emergencia de buque, ...).		Armador del buque

PHAWorks by Primatech Inc.

7. Método What If ? (7)

7.5. Tabla Recomendaciones Método What If ? (3)

Recomendaciones

Company: CORE LNGas hive
Facility: GN a RoRo

Page: 2 of 2

Sesión: (1) 16/05/2017
Actividad: (2) Vaporización de GNL y suministro a motor de GN (incluye toma y descarga de agua de refrigeración del motor). Presión de operación= 3,5 - 2,5 bar. Temperatura de operación= -130°C - ambiente

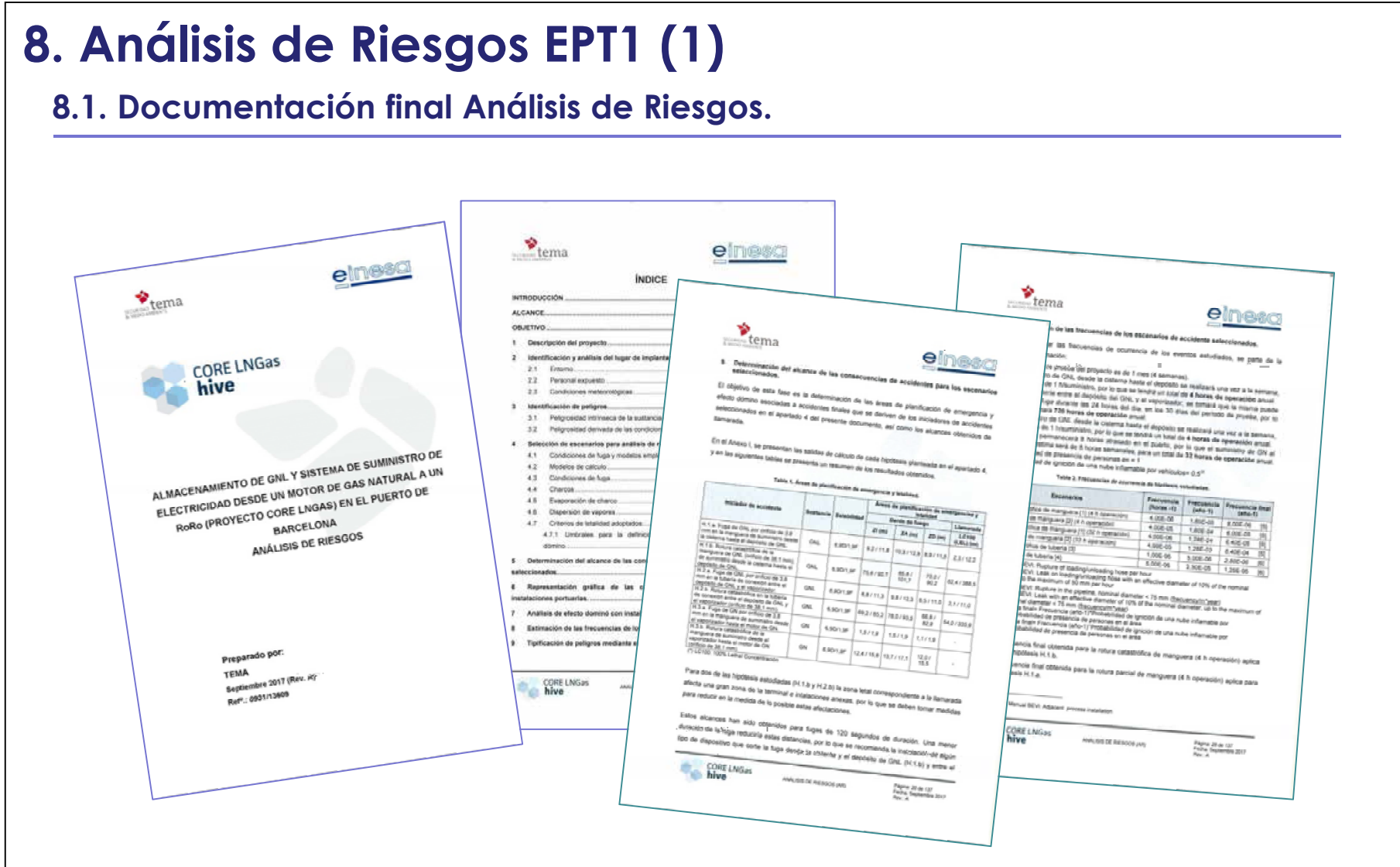
Medidas adicionales	Responsable
R.2.2. Consultar con el proveedor del motor la necesidad de instalar detección de gas dentro del contenedor de motor de GN (activación alarma por SMS y estroboscópica).	APB / GUASCOR

Sesión: (1) 16/05/2017
Actividad: (3) Depósitos de GNL, vaporizador y sistema de tuberías de suministro a motor, entre usos.

Medidas adicionales	Responsable
R.3.1. Informar a Seguridad Corporativa del Puerto, del proyecto, de la implantación y del calendario (un mes) de las operaciones. Coordinar con el Plan de Protección (intrusismo, sabotaje, ...) y con el PAU (incendios, explosiones, etc.) del Puerto.	APB
R.3.2. Considerar la necesidad de cubrir el techo del contenedor con rejilla tipo TRAMEX para minimizar la posibilidad de impacto con algún objeto externo a la instalación.	HAM
R.3.3. Establecer un protocolo para el vaciado de los depósitos de GNL/GN inmediatamente después de concluida la prueba piloto.	HAM

8. Análisis de Riesgos EPT1 (1)

8.1. Documentación final Análisis de Riesgos.



8. Análisis de Riesgos EPT1 (2)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (1)

1.- Identificación de Peligros – Método What If ?

2.- Proceso / Actividades

3.- Substancia : GNL

4.- Hipótesis accidentales consideradas / Escenarios.

5.- Condiciones de fuga y modelos de cálculo empleados.

6.- Criterios de letalidad – LEL (Llamarada)

7.- Determinación de los Radios de alcance de las consecuencias.

8.- Determinación de la Frecuencia de los escenarios de accidente.

9.- Tipificación de peligros– Matriz cualitativa de Riesgo

10.- Clasificación de los procesos analizados dentro de la Matriz de Riesgo.

11.- Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.

12.- Conclusiones y recomendaciones.

8. Análisis de Riesgos EPT1 (3)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (2)

4.- Hipótesis accidentales consideradas / Escenarios.

ESCENARIO : Hipótesis accidentales
H.1.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.
H.1.b. Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro de desde la cisterna hasta el depósito de GNL.
H.2.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador.
H.2.b. Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm).
H.3.a. Fuga de GN por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN.
H.3.b. Rotura catastrófica de la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN (orificio de 38,1 mm).

5.- Condiciones de fuga :

Tabla 3. Condiciones de fuga.

Tipo de fuga	Diámetro de orificio (mm)	Duración de fuga (s)
10% del diámetro de la tubería	3,8	120
Rotura catastrófica	Diámetro total de la tubería/manguera	120

8. Análisis de Riesgos EPT1 (4)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (3)

7.- Zonas de Planificación y de efecto dominó :

- **Zona de Intervención** definida como aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- **Zona de Alerta** como aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos de población.
- **Zona de efecto dominó:** Por otro lado, y tras la publicación del RD 840/2015^V y el RD 1196/2003^{VI}, se deben evaluar el daño material y consecuente Efecto Dominó entre las instalaciones de un mismo establecimiento y entre los vecinos. En el presente AR se definirán las zonas de daños materiales Z.D. (Zonas de Efecto Dominó) para los escenarios accidentales derivados de las hipótesis de accidentes postuladas, y se analizarán en detalle el alcance y riesgo de concatenación de accidentes por afectación de un primero sobre otras instalaciones, dentro del establecimiento objeto del presente estudio.

Efecto Físico	Evento	Zona Intervención	Zona Alerta	Efecto Dominó
Radiación Térmica	Incendio	6,64 kW/m ²	3,71 (kW/m ²)	8 kW/m ²
	Llamarada	LEL (*)	-	-

(*) LEL: Lower Explosive Limit

8. Análisis de Riesgos EPT1 (5)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (4)

7.- Áreas de Planificación de Emergencia y Letalidad.

Iniciador de accidente	Sustancia	Estabilidad	Áreas de planificación de emergencias y letalidad (*)			
			Dardo de fuego			Llamarada
			ZI (m)	ZA (m)	ZD (m)	LC100 (LEL) (m)
H.1.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.	GNL	6,9D/1,9F	9,2 / 11,8	10,3 / 12,8	8,9 / 11,5	2,3 / 12,2
H.1.b. Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro de desde la cisterna hasta el depósito de GNL.	GNL	6,9D/1,9F	75,6 / 92,7	85,4 / 101,7	73,0 / 90,2	62,4 / 388,5
H.2.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador.	GNL	6,9D/1,9F	8,8 / 11,3	9,8 / 12,3	8,5 / 11,0	2,1 / 11,0
H.2.b. Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm).	GNL	6,9D/1,9F	69,2 / 85,2	78,0 / 93,5	66,8 / 82,9	54,0 / 335,9
H.3.a. Fuga de GN por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN.	GN	6,9D/1,9F	1,5 / 1,9	1,5 / 1,9	1,1 / 1,9	-
H.3.b. Rotura catastrófica de la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN (orificio de 38,1 mm).	GN	6,9D/1,9F	12,4 / 15,8	13,7 / 17,1	12,0 / 15,5	-

(*) Distancia desde el centro del charco para los incendios

8. Análisis de Riesgos EPT1 (6)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (5)

8.- Determinación de la Frecuencia de los escenarios de accidente.

- Período de prueba del proyecto es de 1 mes (4 semanas).
- Suministro GNL desde cisterna hasta depósito 1 vez a la semana, 1 h/suministro, **(4 horas de operación anual)**.
- Tubería entre depósito GNL y vaporizador, puede presentar fuga durante las 24 horas/día, 30 días período de prueba, **720 horas operación anual**.
- Suministro GNL desde cisterna hasta depósito 1 vez a la semana, 1 h/suministro, **4 horas de operación anual**.
- Buque 8 horas atracado en puerto, por lo que suministro GN a motor será de 8 horas semanales, **32 horas operación anual**.
- Probabilidad de presencia de personas en = 1
- Probabilidad de ignición de una nube inflamable por vehículos= 0,5

Escenarios	Frecuencia (horas ⁻¹)	Frecuencia (año ⁻¹)	Frecuencia final (año ⁻¹)
Rotura catastrófica de manguera [1] (4 h operación)	4,00E-06	1,60E-045	8,00E-06
Rotura parcial de manguera [2] (4 h operación)	4,00E-05	1,60E-04	8,00E-05
Rotura catastrófica de manguera [1] (32 h operación)	4,00E-06	1,28E-04	6,40E-05
Rotura parcial de manguera [2] (32 h operación)	4,00E-05	1,28E-03	6,40E-04
Rotura catastrófica de tubería [3]	1,00E-06	5,00E-06	2,50E-06
Rotura parcial de tubería [4]	5,00E-06	2,50E-05	1,25E-06

8. Análisis de Riesgos EPT1 (7)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (6)

9.- Priorización de los peligros – Matriz cualitativa de Riesgo.

MATRIZ DE RIESGO

← Incremento de probabilidad
Probabilidad de ocurrencia

Probabilidad		Probable (I)	Puede ocurrir (II)	Poco probable (III)	Muy improbable (IV)	No creíble (V)
		Ocurre por lo menos una vez en un año operativo.	Ocurre una vez o más en 10 años operativos.	Ocurre por lo menos una vez durante la vida útil de las instalaciones.	Ocurre menos de una vez durante la vida útil de las instalaciones. No se espera que suceda.	Nunca ha sucedido hasta ahora. No hay constancia que ocurra.
Incremento de severidad ↑	A Catastrófico Personal -Varias muertes Imagen pública - Vidas expuestas a accidentes peligrosos Medio ambiente -Gran fuga incontrolada Pérdida económica muy importante.	1	1	2	2	4
	B Crítico Personal – Lesiones graves, conllevando discapacidad hasta una sola muerte. Imagen pública – Expuesto a un accidente que puede causar daños. Medio ambiente – Gran fuga no confinada. Pérdida económica importante.	1	2	2	3	4
	C Marginal Personal – Lesiones, no implicando discapacidad ni muerte. Imagen pública – Ningún impacto Medio ambiente – fuga que se mantiene confinada. Pérdida económica moderada.	2	2	3	3	4
	D Despreciable Personal – lesiones que implican sólo primeros auxilios. Medio ambiente – pequeña fuga que se mantiene confinada. Pequeña pérdida económica.	3	3	3	3	4
	E Ningún impacto (Nada sucede).	4	4	4	4	4

1 – Intolerable: Necesario un cambio de diseño o añadir un SIS 3 – Gestión de mejora continua
 2 – Incorporar medidas de reducción de riesgo o protecciones 4 – NC: No creíble. NI: Ningún impacto

8. Análisis de Riesgos EPT1 (8)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (7)

10.- Clasificación de los procesos analizados dentro de la Matriz de Riesgo.



8. Análisis de Riesgos EPT1 (9)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (8)

11.- Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.

Salvaguardas Existentes :

- 1.- Señalización viaria.
- 2.- Limitación de velocidad a 30 KPH.
- 3.- Cerramiento valla, tipo RIVISA zona contenedores y descarga cisterna.
- 4.- Comprobación documental APB requisitos ADR e inspecciones cisterna. Comprobación visual estado cisterna responsable mantenimiento terminal.
- 5.- Comprobación estado cisterna por operador antes de carga GNL en depósito (contenedor). Comprobación presión, temperatura.
- 6.- Calzos en la cisterna.
- 7.- Seta emergencia (junto bomba en cisterna). Cierre válvulas fondo conexiones líquido y gas. Paro bomba cisterna por operador
- 8.- Dos válvulas antirretorno en serie en tubería carga (impide vaciado depósito en caso rotura manguera).
- 9.- Presencia permanente personal durante operación.
- 10.- Medios de extinción en el área.

8. Análisis de Riesgos EPT1 (10)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (9)

11.- Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.

Salvaguardas Existentes :

11.- Protocolo de descarga, incluye comprobación conexión toma equipotencial.

12.- RV (4, 2 en servicio) depósito. Presión diseño depósito 8 bar. Válvula seguridad en depósitos GNL contenedor.

13.- Procedimiento de secado e inertización depósitos GNL antes puesta en servicio. Puesta en frío con nitrógeno.

14.- Válvula expansión térmica en tramos aislables. Descarga a piso contenedor.

15.- Nivel continuo GNL en depósito con alarma alto y muy alto nivel, y cierre válvulas automáticas depósito.

16.- Estacionamiento remolques fuera radios seguridad (UNE 60210). Circulación vehículos zona exterior a radios seguridad (referencia UNE 60210). Zona estacionamiento vehículos MM.PP. alejada de zona operación.

17.- Clasificación ATEX área carga GNL.

8. Análisis de Riesgos EPT1 (11)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (10)

11.- Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.

Salvaguardas Existentes :

- 18.- Calentador eléctrico de apoyo (calentamiento del GN a una temperatura superior a 0°C).
- 19.- Cierre automático de válvulas en la salida del vaporizador por baja temperatura (-10°C) por activación de alarma de baja en dos de los tres (2oo3) transmisores en la salida del vaporizador.
- 20.- Protocolo de prueba de estanqueidad para detección de fugas en conexiones de la instalación.
- 21.- Presencia permanente de personal durante toda la operación de suministro de GN a motor.
- 22.- Cierre de válvula reguladora (una por ramal) por baja presión.
- 23.- Break away (en cable de suministro de energía eléctrica al buque).
- 24.- Conmutación automática a baterías de apoyo con autonomía de aproximadamente 1 hora.
- 25.- Transmisión de aviso de fallo a través de SMS a HAM y a APB.
- 26.- Protección propia del motor de GN por alta temperatura en circuito de agua de refrigeración - bloque motor
- 27.- Sistema de fijación y protección mecánica de las tuberías de captación / descarga de agua de refrigeración del motor de GN.
- 28.- Protocolo de activación del sistema de recirculación de GN antes de proceder a la alimentación al motor.
- 29.- Diseño y ejecución de instalaciones de acuerdo con normativa nacional, autonómica y local y con estándares internacionales para prevención de contactos directos e indirectos con elementos o dispositivos eléctricos.

8. Análisis de Riesgos EPT1 (12)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (11)

11.- Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.

Salvaguardas Existentes :

30.- Cámaras de seguridad. Vigilancia de policía portuaria

31.- Aberturas laterales contenedor (depósitos y motor GN) con reja.

32.- Cubeto de contención de derrames (zona inferior del contenedor construido en acero inoxidable).

33.- Depósito con doble pared (al vacío y con aislante).

34.- Depósito GN de reserva (sin GNL) (5m3) comunicado por la fase gas para absorber la presión del depósito con GNL.

35.- Alarma de alta presión, aviso a través de SMS a HAM y APB. Aplicación de medidas por parte del operador para reducir la presión en el depósito.

8. Análisis de Riesgos EPT1 (13)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (12).

12.- Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.

Propuestas de medidas adicionales de prevención :

R.1.1. Elaborar protocolo coordinación con PAU Terminal, PAU(s) Personal Operación y PAU del Puerto

R.1.2. Prohibición explícita descarga cisterna a depósito con presencia de buque en muelle.

R.1.3. Incluir en procedimiento de admisión cisterna y del acompañamiento para entrada y salida terminal / zona de carga depósito GNL.

R.1.4. Delimitar perímetro zona operaciones con cerramiento robusto, frente posible impacto vehículo e instalar balizamiento lumínico.

R.1.5. Coordinar con responsable terminal horarios circulación tractoras y camiones fuera de la operación de descarga de cisterna / carga depósito.

R.1.6. Señalizar en suelo ubicación cisterna GNL.

R.1.7. Analizar posible instalación seta emergencia adicional, a distancia superior a 10 metros.

R.1.8. Implementar en seta emergencia armario de válvulas el cierre de todas las válvulas automáticas de la instalación.

R.1.9. Elaborar check list de operación descarga de cisterna para carga del depósito.

R.1.10. Tomar en cuenta descarga de válvulas de expansión térmica en la clasificación de áreas (normativa ATEX).

R.1.11. Considerar la necesidad de instalar detección de gas dentro contenedor depósitos (activación alarma por SMS y estroboscópica).

R.1.12. Estudiar necesidad paro de bomba por bajo / no flujo en la descarga de la misma.

8. Análisis de Riesgos EPT1 (14)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (13).

13.- Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.

Propuestas de medidas adicionales de prevención :

R.1.13. Estudiar emplazamiento de la instalación / circulación de vehículos para minimizar posibilidad de colisión.

R.1.14. Prohibición explícita de circulación vehículos con MM.PP. en la zona durante descarga de cisterna / carga de depósito.

R.1.15. Protección mecánica paso servicios en zona dominio portuario entre cantil del muelle y límite contenedores.

R.1.16. Prohibición expresa de realizar operaciones de mantenimiento (tractoras, remolques frigoríficos, etc.) dentro de los radios de seguridad (UNE 60210).

R.1.17. Asegurar indicación explícita en protocolo de carga de prohibición de realizar carga de depósitos durante tormenta eléctrica, baja visibilidad por niebla y/o falta de luz.

R.1.18. Analizar necesidad de destacamento para extinción de incendios (grupo GPR).

R.2.1. Consultar con armador medidas previstas para fallo de suministro de energía eléctrica durante operaciones mientras el buque está atracado en el muelle (generadores de emergencia de buque, ...).

R.2.2. Consultar con proveedor motor la necesidad de detección de gas dentro del contenedor de motor de GN (activación alarma por SMS y estroboscópica).

R.3.1. Informar a Seguridad Corporativa del Puerto, del proyecto, de la implantación y del calendario (un mes) de las operaciones.

R.3.2. Considerar necesidad de cubrir el techo contenedor con rejilla tipo TRAMEX para minimizar posibilidad impacto objeto externo.

R.3.3. Establecer protocolo vaciado depósitos GNL/GN después de prueba piloto.

8. Análisis de Riesgos EPT1 (15)

8.2. Etapas Análisis de Riesgos (14).

14.- Conclusiones y Recomendaciones :

Conclusiones

- La ocurrencia de las hipótesis planteadas es muy improbable, por lo que no se espera que suceda durante la prueba piloto.
- La severidad de las llamaradas las llamaradas de la rotura catastrófica de la manguera de GNL y de la rotura catastrófica de la tubería de conexión se han tipificado la severidad como catastrófica.
- El nivel de riesgo correspondiente a las hipótesis citadas en el punto anterior de acuerdo con la matriz de riesgos es 2, por lo que se deben incorporar medidas de reducción de riesgo o protecciones adicionales, que son las ya propuestas en el estudio What if...?.
- Los alcances correspondientes al dardo de fuego y llamarada de las hipótesis H.2.a y H.2.b, posiblemente serán menores a las calculadas en este estudio, dado que el escenario tiene lugar dentro del contenedor.

Recomendación

- Las zonas letales / intervención correspondientes a las llamaradas para roturas catastróficas de manguera y condición climática 1,9 F son mayores a 300 m, por lo que se requiere revisar las medidas adicionales, como dispositivos de corte de fugas, y sistemas de cierre automático de las mangueras y tuberías.



ANEXO V. PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA CISTERNA DE GNL



**PROCEDIMIENTO DESCARGA CISTERNAS DE GAS
NATURAL LICUADO CON BOMBA CRIOGÉNICA PARA
PLANTA DE GAS NATURAL LICUADO EN UN
ISOCONTENDOR**



PROCEDIMIENTO DE DESCARGA CISTERNAS GNL CON BOMBA

INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente procedimiento es dar las pautas de actuación necesarias para la descarga de cisternas de gas natural licuado (GNL) con bomba criogénica de trasvase a depósitos fijos de GNL.

Se adjunta check-list con las instrucciones a seguir durante todo el proceso de descarga al final del documento.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

1. CONEXION PINZA DE TIERRA

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

¡ATENCIÓN! El circuito eléctrico de la pinza de tierra debe de estar abierto (posición “0” del interruptor de la pinza) en el momento de conectar la pinza a la cisterna y cerrarlo (posición “I” del interruptor) solo cuando la pinza este bien conectada a la cisterna.

2. CONEXION DE LA MANGUERA

La descarga se realizará mediante una bomba criogénica que se conectará a la boca de carga de la manguera de la planta.

3. SELECCIÓN DEL CIRCUITO DE LLENADO DEL DEPÓSITO

El depósito tiene dos circuitos para el llenado de GNL:

- Circuito de llenado Inferior o Fondo. Consta de:
 - Primera válvula de llenado inferior o fondo. (M1)
 - Segunda válvula de llenado inferior o fondo. (M3). (Siempre abierta)
- Circuito de llenado Superior o Duchas. Consta de:
 - Primera válvula de llenado superior o duchas. (M2)
 - Segunda válvula de llenado superior o duchas. (M4) (Siempre abierta)

Será el conductor de la cisterna quien seleccione el circuito del depósito por donde realizará la descarga, en función de la presión del mismo. No obstante, lo habitual será realizar la descarga por duchas, para facilitar el llenado haciendo bajar la presión del depósito.

4. DESCARGA DE LÍQUIDO AL DEPOSITO.

Para iniciar la descarga de líquido al depósito se debe abrir la válvula situada en la manguera de descarga (M5) existente en la planta y abrir la válvula de llenado superior o “duchas” del depósito (M2).

Si la presión del depósito baja de 3 bares, abrir la válvula de llenado inferior o fondo (M1) y cerrar la de duchas.

5. FINAL DESCARGA

La descarga podrá ser completa o parcial. En caso de ser parcial el conductor finalizará la operación cuando estime oportuno y nunca sobrepasará el 95% de llenado del tanque.

6. FINALIZACION OPERACION DE DESCARGA.

Cerrar la válvula de llenado inferior del depósito (M1).

Cerrar la válvula de llenado superior del depósito (M2).

NOTA: El GNL que pueda quedar atrapado entre la válvula de la manguera y las válvulas del depósito gasificará y entrará en la fase gas del depósito a través de la válvula antirretorno existente en el mismo.

7. SALIDA DE LAS CISTERNAS DE LA PLANTA DE GNL

Antes de la salida de la cisterna de la planta de GNL. se debe:

- Despresurizar la unión entre la válvula existente en la manguera de la planta y la válvula de salida de la cisterna (M6).
- Desconectar la manguera.
- Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna **¡ATENCIÓN!** Antes de desconectar físicamente la pinza de la cisterna, abrir el circuito eléctrico de la misma, poniendo en posición "0" el interruptor de la pinza tierra.
- Se verificará con explosímetro la ausencia de atmósfera de gas en la zona antes de arrancar la tractora de la cisterna.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

Annex 2

Risk Analysis of the pilot in the Port of Vigo

Estudio de evaluación de
riesgos para el desarrollo de
una prueba piloto en el
marco del proyecto
CORE LNGas HIVE



CORE LNGas HIVE



Co-financed by the European Union
Connecting Europe Facility

Proyecto Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas HIVE

2014-EU-TM-0732-S

ÍNDICE

0.	AVISO LEGAL.....	1
1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1.	OBJETIVO.....	2
1.1.1.	Características generales.....	2
1.1.2.	Propiedades del GNL	2
1.1.3.	Características del gas de diseño de Reganosa	4
1.1.4.	Propiedades del gas evaporado	8
1.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGOS ASOCIADOS A LA LIBERACIÓN ACCIDENTAL DE GNL.....	9
1.2.1.	Derrame de GNL	10
1.2.2.	Contención.....	11
1.2.3.	Expansión y dispersión de la nube de gas	11
1.2.4.	Llamarada (Flash Fire)	12
1.2.5.	Dardo de fuego (Jet Fire).....	12
1.2.6.	Incendios de piscina (Pool fire)	12
1.2.7.	Explosión confinada de vapor (CVE).....	13
1.2.8.	Rollover.....	13
1.2.9.	Transición Rápida de Fase (RPT - Rapid Phase Transition).....	14
1.2.10.	BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)	14
1.2.11.	Bola de fuego (Fireball).....	14
1.3.	RIESGOS ASOCIADOS AL GNL.....	14
1.3.1.	Exposición al frío.....	15
1.3.2.	Exposición al gas	15
2.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES E INSTALACIONES.....	17
2.1.	Entorno – Terminal RO-RO	18
2.2.	Ubicación planteada	20
2.3.	Actividades e instalaciones	22
2.4.	Características del sistema proyectado	23

2.4.1.	Contenedor de almacenamiento de GNL.....	24
2.4.2.	Contenedor de generación eléctrica.....	27
3.	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL LUGAR DE IMPLANTACIÓN.....	32
3.1.	Entorno.....	32
3.2.	Personas expuestas.....	33
3.3.	Informe climatológico.....	34
3.3.1.	Velocidad y dirección del viento.....	36
3.3.2.	Frecuencia e intensidad de las lluvias.....	37
3.3.3.	Humedad ambiental.....	38
3.3.4.	Temperatura y presión atmosférica.....	39
3.3.5.	Tormentas eléctricas.....	40
3.3.6.	Análisis de los datos.....	41
4.	ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	42
4.1.	Estándares y normas.....	42
4.2.	Directivas europeas.....	44
4.3.	Legislación nacional.....	44
4.4.	Legislación autonómica.....	46
4.5.	Legislación municipal.....	46
5.	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL EMPLAZAMIENTO SELECCIONADO.....	47
5.1.	Localización seleccionada.....	47
5.1.1.	Características de la Ubicación.....	47
5.2.	Distancias de seguridad aplicables según normas del sector.....	48
5.3.	Distribución de los elementos.....	52
5.4.	Verificación del cumplimiento de las distancias de seguridad aplicables según normas del sector.....	54
6.	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	58
6.1.	Métodos y criterios para la evaluación del riesgo.....	58
6.1.1.	Normativa y documentación utilizada.....	58
6.1.2.	Metodología seguida para la evaluación de riesgos.....	60

6.2.	Riesgos identificados, asociados al GN y al GNL.....	64
6.2.1.	Riesgos técnicos.....	64
6.2.2.	Riesgos antrópicos.....	68
6.2.3.	Riesgos naturales.....	69
6.3.	Operativas a tener en cuenta	71
6.3.1.	Transporte de GNL.....	72
6.4.	Análisis de la probabilidad de eventos	73
6.4.1.	Riesgos técnicos.....	73
6.4.2.	Riesgos antrópicos.....	80
6.4.3.	Riesgos naturales.....	81
6.5.	Análisis de las consecuencias.....	82
6.5.1.	Operativas a analizar	83
6.5.2.	Escenarios a analizar.....	83
6.5.3.	Propagación de la radiación térmica.....	85
6.5.4.	Sobrepresión.....	86
6.5.5.	Análisis probit	86
6.5.6.	Ecuaciones probit para estimar las consecuencias	88
6.5.7.	Resultados del análisis probit.....	89
6.6.	Evaluación de riesgos.....	98
7.	ESTUDIO DE EFECTO DOMINÓ CON INSTALACIONES PROPIAS Y VECINAS	102
7.1.	Elementos próximos, posibles consecuencias.....	102
7.1.1.	Zonas de almacenamiento	102
7.1.2.	Zonas verdes.....	102
7.2.	Posibilidad de que se produzca el efecto dominó	102
7.2.1.	Zonas de almacenamiento	102
7.2.2.	Exterior de la planta y zonas verdes.....	102
	Elementos próximos, posibles consecuencias	102
8.	MEDIDAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIAS Y PROPUESTAS PARA PREVENCIÓN DE RIESGOS	104
8.1.	Medidas de obligado cumplimiento	104

8.1.1.	Real Decreto 2060/2008.....	104
8.1.2.	Real Decreto 1196/2003.....	104
8.2.	Propuestas de mejora.....	105
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	109

0. AVISO LEGAL

La información suministrada por ese informe está basada en simulaciones. Los resultados del informe están pensados para ayudar a los responsables de seguridad y prevención a establecer las medidas de seguridad adecuadas. Inova Labs no asume responsabilidad ninguna en el caso de un siniestro

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es realizar el análisis de riesgos derivado de la instalación de la instalación de dos tanques de 5 m³. Ambos tanques son de tipo C y su función será alimentar un motor de gas que proporcionará energía eléctrica y térmica suficiente para cubrir las necesidades de un barco RO-RO atracado en puerto.

Sin embargo, solo uno de ellos contendrá gas natural licuado (GNL), el segundo tanque. se destina a almacenar el boil-off producido, por lo tanto, a efectos de cálculo en este estudio se considerará una capacidad máxima de 5 m³. Si se decidiese destinar ambos tanques al almacenamiento de GNL sería necesario realizar un nuevo análisis de riesgos. Los principales cambios que sufriría este documento están reflejados en el Anexo 5.

1.1.1. Características generales

Cuando el gas natural (GN) se somete a licuefacción se obtiene GNL, enfriándose aproximadamente hasta -161°C, a presión atmosférica. En fase líquida el gas ocupa un volumen 475 veces inferior que en fase gaseosa. Dado que el GNL es un fluido criogénico, hay riesgo de quemaduras en caso de producirse contacto con la piel humana. El GNL no tiene olor ni color, no es corrosivo ni tóxico. Sin embargo, el gas natural vaporizado a partir de GNL puede causar asfixia en un área confinada sin la conveniente ventilación.

El GNL presenta una densidad inferior a la del agua y es más ligero que el aire, cuando se libera se expande en una nube. Parte de la nube es visiblemente blanca, originada por la condensación del vapor de agua de la atmósfera debido a la diferencia de temperaturas. Debido a su baja densidad cuando el GNL cae sobre el agua, flota y posteriormente se vaporiza.

1.1.2. Propiedades del GNL

Composición

El gas natural está compuesto principalmente por metano, pero también puede contener etano, propano e hidrocarburos más pesados. También se pueden encontrar pequeñas trazas de nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, compuestos de azufre y agua. El proceso de licuefacción requiere la eliminación de algunos de los componentes, para prevenir la formación de sólidos en el proceso de enfriado. Como

consecuencia, la composición del gas natural y del GNL son las mostradas en la siguiente ilustración:

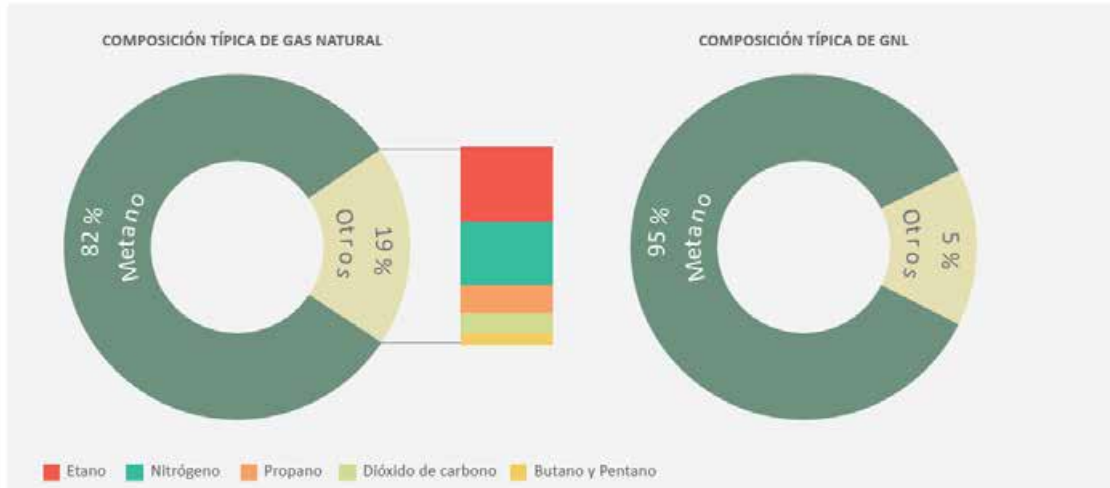


Figura 1.1. Composición típica del gas natural y del GNL (Fuente: MANUAL DE USO Y OPERACIÓN DE GAS NATURAL LICUADO EN ENTORNOS MARÍTIMO-PORTUARIOS, I Nova Consultores en Excelencia e Innovación Estratégica S.L).

Sin embargo, es común considerar el GN como metano¹, así que en este el análisis de riesgos se usará esta aproximación.

Densidad

La densidad del GNL depende de la composición, y normalmente se sitúa en el rango 420 kg/m³ a 470 kg/m³, pero en ocasiones puede llegar hasta 520 kg/m³. La densidad es una función de la temperatura del líquido, observándose un gradiente de aproximadamente 1,4 kg/K*m³. La densidad puede ser determinada directamente, pero normalmente es calculada a partir de la composición determinada previamente mediante cromatografía de gases.

Para este estudio se utilizará una densidad de 464,5 kg/m³, calculada a partir de los datos de composición proporcionados por Reganosa (véase tabla superior).

Temperatura

La temperatura de ebullición del GNL depende de la composición del mismo, y varía dentro del rango -166°C a -57°C, a presión atmosférica, siendo lo más habitual encontrarse con GNL con un punto de ebullición rondando los -161°C. La variación del punto de ebullición con la presión de vapor es de aproximadamente 1,25×10⁻⁴ °C/Pa.

¹ Véanse referencias bibliográficas 7, 9 y 11.

La temperatura del GNL se mide en la mayoría de los casos utilizando termopares cobre/cobre níquel o usando termómetros de resistencia de platino.

Viscosidad

La viscosidad del GNL depende de la composición y normalmente se mantiene dentro del rango $1,0 \times 10^{-4}$ Pa.s a $2,0 \times 10^{-4}$ Pa.s a -160°C , es decir, entre una décima y una quinta parte la del agua. La viscosidad es igualmente función de la temperatura del líquido.

1.1.3. Características del gas de diseño de Reganosa

A continuación, en las siguientes tablas, se muestra la variación de las propiedades descritas anteriormente, en función de la variación en la composición del GNL, mostrándose dos ejemplos de posibles composiciones. Éstas se corresponden con datos reales de Reganosa, planta de regasificación donde será cargado el gas que se utilizará en esta instalación.

Tabla 1.1: Composición de diseño del gas natural. Fuente: Reganosa.

Design Basis Composition

Composition	Molar %
Nitrogen	0,87
CO2	0,000
Methane	88,35
Ethane	8,25
Propane	1,91
I-Butane	0,26
n-Butane	0,36
Pentane+	0,00

PHYSICAL PROPERTIES		Average
Wobbe Index	MJ/m ³ (n)	Assumed Acceptable
Density (LNG)	kg /m ³	464.5
Gross Calorific Value (volum.)	MJ/m ³ (n)	Assumed Acceptable
Gross Calorific Value (mass)	MJ/kg	Assumed Acceptable
Net Calorific Value (volum.)	MJ/m ³ (n)	Assumed Acceptable

Tabla 1.2: Composición y características del GN, origen Egipto. Fuente: Reganosa.

REFERENCE GAS COMPOSITION AND PROPERTIES

COMPOSITION	QUANTITY: molecular %	
	Egypt Comp. A (Light)	Egypt Comp. B (Heavy)
Nitrogen [%mol]	0,10	1,30
Carbon dioxide [%mol]	0,00	0,01
Methane [%mol]	98,60	85,86
Ethane [%mol]	1,18	8,40
Propane [%mol]	0,10	3,00
i-Butane [%mol]	0,01	0,60
n-Butane [%mol]	0,01	0,60
Pentane and heavier [%mol]	0,00	0,23
Total	100	100
Molecular weight [g/mol]	16,26	18,86
HHV [MJ/Nm ³]	40,24	45,00
Density [kg/m ³]	424	476
Plant sendout sensitivity analysis will be based on the above Heavy and light LNG Composition is based on plant of origin in Egypt		
Other components (Assumed within Acceptable Range)		
Hydrogen Sulphide	Less than 5.0 Mg/m ³ (n)	
Mercaptan Sulphur	Less than 2.3 Mg/m ³ (n)	
Carbonyl sulphide plus Hydrogen sulphide	Less than 15 Mg/m ³ (n)	
Total Sulphur including Mercaptans	Less than 30 Mg/m ³ (n)	
Mercury	Less than 10 ng/m ³ (n) -	
Carbon dioxide	Less than 0.1 % (molecular)	

PHYSICAL PROPERTIES		Egypt Comp. A	Egypt Comp. B
Wobbe Index	MJ/m ³ (n)	Assumed Acceptable	Assumed Acceptable
Density (LNG)	kg /m ³	424.0	476.0
Gross Calorific Value (volum.)	MJ/m ³ (n)	Assumed Acceptable	Assumed Acceptable
Gross Calorific Value (mass)	MJ/kg	Assumed Acceptable	Assumed Acceptable
Net Calorific Value (volum.)	MJ/m ³ (n)	Assumed Acceptable	Assumed Acceptable

Tabla 1.3: Composición y características del GN, origen Argelia. Fuente: Reganosa.

COMPOSITION	QUANTITY: molecular %	
	Algerian Min	Algerian Max
Nitrogen [%mol]	0,20	1,40
Carbon dioxide [%mol]	--	--
Methane [%mol]	85,65	96,60
Ethane [%mol]	3,20	8,50
Propane [%mol]	0,00	3,00
i-Butane [%mol]	0,00	0,52
n-Butane [%mol]	0,00	0,70
Pentane and heavier [%mol]	0,00	0,23
Total	89,05	110,95
Molecular weight [g/mol]		
HHV [MJ/Nm ³]	40,36	44,60
Density [kg/m ³]		
Composition is based on point of origin		
Other components (Assumed within Acceptable Range)		
Hydrogen Sulphide	Less than 5,0 Mg/m ³ (n)	
Mercaptan Sulphur	Less than 2,3 Mg/m ³ (n)	
Carbonyl sulphide plus Hydrogen sulphide	Less than 15 Mg/m ³ (n)	
Total Sulphur including Mercaptans	Less than 30 Mg/m ³ (n)	
Mercury	Less than 10 ng/m ³ (n) -	
Carbon dioxide	Less than 0,1 % (molecular)	

PHYSICAL PROPERTIES		Average Algerian
Wobbe Index	MJ/m ³ (n)	Assumed Acceptable
Density (LNG)	kg /m ³	458,9
Gross Calorific Value (volum.)	MJ/m ³ (n)	Assumed Acceptable
Gross Calorific Value (mass)	MJ/kg	Assumed Acceptable
Net Calorific Value (volum.)	MJ/m ³ (n)	Assumed Acceptable

1.1.4. Propiedades del gas evaporado

El GNL se almacena a granel en forma de líquido en grandes tanques aislados térmicamente, debido a que cualquier entrada de calor en el tanque provoca que parte del líquido se evapore a gas. La composición del gas evaporado depende de la composición del líquido. Como ejemplo general, el gas evaporado puede contener 20% de nitrógeno, 80% de metano y trazas de etano. El nitrógeno contenido en el gas evaporado puede llegar a ser 20 veces más que el correspondiente en el GNL.

Punto Flash

Como con cualquier otro fluido, si al GNL se le reduce su presión por debajo de su presión de evaporación, por ejemplo, por su paso a través de una válvula, parte del líquido se evapora y la temperatura del líquido cae hasta el nuevo punto de ebullición a esa nueva presión. Este proceso se conoce como *flash*.

Como guía, un *flash* de 10^3 Pa de 1m^3 de líquido a su correspondiente punto de ebullición correspondiendo a una presión dentro del rango $1 \times 10^5 - 2 \times 10^5$ Pa, produce aproximadamente 0,4 kg de gas.

Inflamabilidad

EL GN es un gas altamente inflamable, sin embargo, para que se produzca la combustión en presencia de aire su concentración ha de estar en un rango determinado. Los límites de inflamabilidad inferior y superior del GN en aire son 5 % y 15 % respectivamente, para concentraciones superiores o inferiores, el GN no combustiónará incluso aun en presencia de una fuente de ignición.

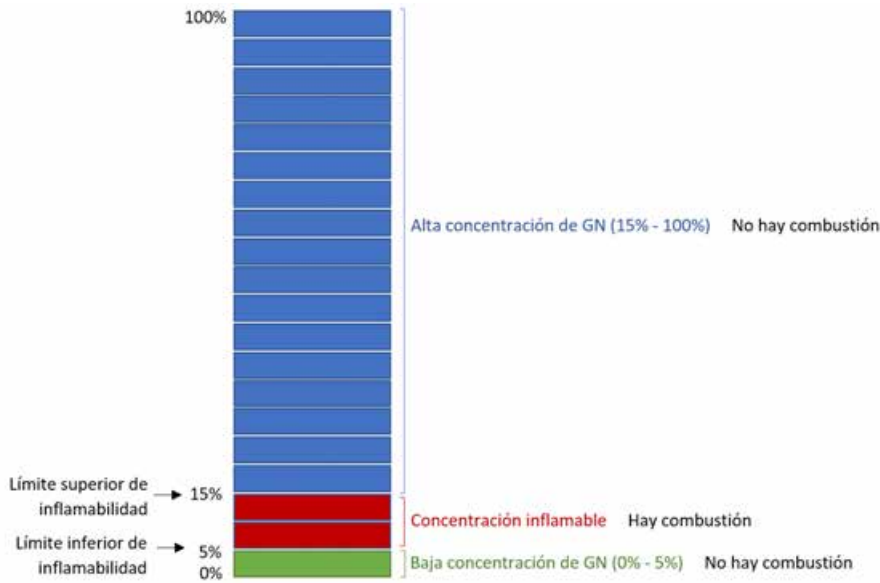


Figura 1.2 Rango de concentraciones de GN. (Adaptado de [12]).

1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGOS ASOCIADOS A LA LIBERACIÓN ACCIDENTAL DE GNL

En el caso del trabajo con GNL, se diferencian dos tipos de fugas: aquellas en las que la fuga está formada exclusivamente por gas natural en estado gas y aquellas en las que se produce un derrame de GNL. La existencia de un cubeto de seguridad garantiza que un derrame de GNL no se extenderá fuera del área de seguridad, pero, dado que un vertido puede originar una nube de gas inflamable, no se debe ignorar el riesgo asociado a este tipo de eventos.

Los accidentes graves se relacionan generalmente con los siguientes tipos de fenómenos:

- De tipo térmico: radiación térmica.
- De tipo mecánico: ondas de presión y proyección de fragmentos.
- De tipo químico: emisión a la atmósfera o vertido de sustancias.

Una nube de gas natural y aire puede combustionar cuando la concentración de metano en aire se encuentra entre el 5% y el 15% en volumen (límites inferior y superior de inflamabilidad) y hay una fuente de ignición presente.

En una nube de gas en combustión, el gas natural combustiona a bajas velocidades, resultando en pequeñas sobrepresiones de menos de 5×10^3 Pa dentro de la nube. Pueden aparecer presiones más altas en áreas de confinamiento, como puede ser el interior de edificios.

Por otro lado, dado que se trata de un fluido criogénico, el contacto con GNL puede dar lugar a quemaduras por congelación. Un derrame / fuga de GNL puede dar lugar a fragilidad metálica y grietas metálicas que pueden dar lugar a fallos estructurales.

Cuando una gran fuga de GNL entra en contacto con otro líquido como el agua, se produce una intensa transferencia de calor instantánea que da lugar a una evaporación rápida y a gran escala de GNL, que, debido a la condensación de la humedad ambiente pueden provocar la aparición de “Nubes de gas”. Inclusive, se pueden producir fuertes gradientes de presión que se propagan, causando daños en las zonas circundantes. Es necesario tener en cuenta también los peligros relacionados con su inflamabilidad, presentes entre los límites superior e inferior de inflamabilidad.

Si la liberación se refiere a la liberación instantánea del contenido de un tanque y los vapores de GNL combustionan en el momento de la liberación, se provocará un incendio de piscina. Si el encendido de los vapores de la piscina se retrasa, se formará una nube de vapor. Al producirse la ignición de la nube, se producirá un incendio. Si esta nube de vapor está en un lugar confinado, la combustión de la nube puede dar lugar a una explosión de nube de vapor (VPE – Vapor Cloud Explosion). Después de la ignición, la llama de combustión puede volverse a la piscina dando como resultado un incendio en la piscina. Si la ignición no se produce durante el proceso de liberación, sólo deben de tomarse precauciones para evitar los daños por contacto criogénico. Si el contenido del tanque es liberado de manera continua a través de una grieta o un agujero, los fenómenos descritos se repiten.

Se describen a continuación los posibles incidentes que se pueden presentar en instalaciones de GNL.

1.2.1. Derrame de GNL

Cuando el GNL es derramado como consecuencia de un vertido accidental, hay un periodo inicial de evaporación intensa, tras el cual la ratio de evaporación decae rápidamente a un valor constante que es determinado por las características térmicas de la superficie y el calor absorbido del aire circundante. Esta ratio puede ser reducido significativamente mediante el uso de superficies aisladas en las zonas donde es probable que suceda un vertido, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1.4: Ratio de evaporación. Fuente: International Organization for Standardization. Characteristics of LNG influencing design and material selection. ISO/DIS 16903 (Working Draft). Ginebra (Suiza): ISO, 2012.

Material	Rate per unit area after 60 s kg / (m ² h)
Aggregate	480
Wet sand	240
Dry sand	195
Water	600
Standard concrete	130
Light colloidal concrete	65

Una pequeña cantidad de líquido puede dar lugar a una gran cantidad de gas en el momento del vertido, debido a que un volumen de líquido produce aproximadamente 600 volúmenes de gas en condiciones ambientales. Si el vertido ocurre sobre el agua, la convección es tan intensa que la velocidad de evaporación relacionada con el área permanece constante. El tamaño del derrame de GNL se extiende hasta que la cantidad de evaporación de gas es igual a la cantidad de gas líquido producido por el escape.

1.2.2. Contención

El gas natural no puede ser licuado aplicando altas presiones a temperatura ambiente. Este hecho significa que cualquier cantidad de GNL que haya quedado, por ejemplo, entre dos válvulas o en un recipiente sin ventilación, comienza a vaporizar. Esto provocaría un aumento de la presión que puede llegar a causar daños en el sistema. Por lo tanto, las plantas y el equipamiento que operen con GNL deben ser diseñadas con sistemas de ventilación y/o válvulas de alivio adecuadamente dimensionadas.

1.2.3. Expansión y dispersión de la nube de gas

Inicialmente, el gas producido por evaporación está a aproximadamente la misma temperatura que el GNL, siendo más denso que el aire ambiente. Dicho gas, bajo la acción de la gravedad, se esparce sobre la superficie creando una capa a lo largo de la misma hasta que se calienta lo suficiente y se mezcla con el aire ambiente.

La dilución con aire ambiente aumenta la temperatura de la mezcla. Como resultado, la nube es en general más densa que el aire ambiente hasta llegar a una buena dilución por debajo del límite de inflamabilidad. Sólo en caso de un alto contenido en agua en la atmósfera (alta temperatura y humedad), la condensación del agua durante la mezcla con los vapores de GNL a baja temperatura puede provocar un cambio brusco de temperatura en la mezcla, volviéndola más ligera que el aire y ocasionando una nube flotante.

El derrame, la expansión y la dispersión de nubes de vapor son procesos complejos que normalmente se predicen mediante modelos informáticos.

Tras una fuga de GNL, cuando la humedad ambiente es suficientemente alta, se forman nubes de niebla por condensación del vapor de agua del aire. Cuando la nube puede ser vista (de día y sin que exista niebla natural), resulta un indicador útil de la dirección de la mezcla de gas y aire.

1.2.4. Lllamarada (Flash Fire)

Consiste en la combustión de una nube de gas resultado del escape de material inflamable a la atmósfera. Si la ignición no ocurre, la fuga puede llegar una nube de vapor inflamable de tamaño considerable, el crecimiento y evolución de la nube aumenta las posibilidades de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga. Esta ignición retardada provocará una llamarada, y eventualmente, una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión). Los efectos de la presión se pueden considerar despreciables si la nube es relativamente pequeña y, sobre todo, si no hay confinamiento de la misma.

1.2.5. Dardo de fuego (Jet Fire)

En caso de que ocurra una fuga en recipientes a presión o en tuberías, el GNL se expulsa como una corriente a chorro a la atmósfera, expandiéndose y vaporizándose simultáneamente. Este proceso coincide con una intensa mezcla con el aire. Una gran parte del GNL está contenido en la nube de gas inicialmente como un aerosol. Ésta se evapora con el tiempo por una mejor mezcla con el aire.

1.2.6. Incendios de piscina (Pool fire)

Tal y como se muestra en la siguiente figura, se trata de un incendio del gas natural resultante de la evaporación tras una fuga de GNL y la formación de un charco.

La potencia de emisión de la llama de una piscina encendida de GNL de diámetro superior a 10 m puede ser muy alta y se calculará a partir de los valores de medición del flujo incidente y una zona de llama definida.

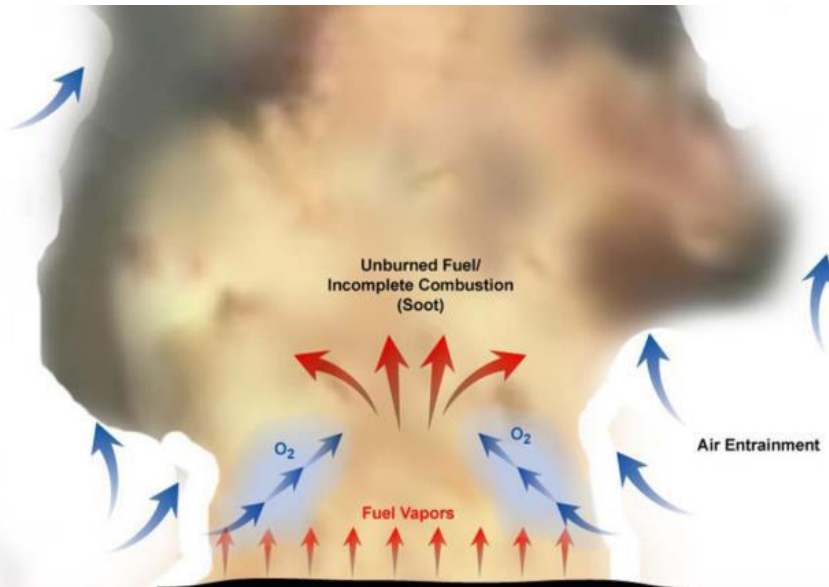


Figura 1.3: Ilustración explicativa incendio de piscina (Fuente: II Congreso Internacional del Gas Natural. Presentación Alberto Tasias Francí (Osinergim). Riesgos en el transporte de GNL y plantas satélite regasificadoras).

Presenta una combustión con llama de difusión turbulenta sobre el charco de combustible, el cual se evapora debido a la aportación calorífica del propio incendio.

1.2.7. Explosión confinada de vapor (CVE)

Este fenómeno implica la explosión del material combustible en condiciones de confinamiento. Este tipo de explosión ocurre en recintos cerrados, como por ejemplo naves industriales, edificios, etc. Una situación intermedia frecuente es la de semiconfinamiento, originado por la presencia de instalaciones relativamente congestionadas.

1.2.8. Rollover

El término *rollover* se refiere al proceso en el cual grandes cantidades de gas son emitidas desde un tanque de GNL durante un corto periodo de tiempo. Es posible que durante el almacenamiento de GNL se establezcan dos capas diferenciadas, normalmente como resultado de la mezcla incompleta de GNL fresco con una fracción de diferente densidad. El fenómeno de *rollover* se produce cuando la interfaz entre las capas estratificadas se vuelve inestable, dando lugar a una rápida mezcla de los contenidos de las dos capas. A medida que el líquido sobrecalentado de la capa inferior sube a la superficie, desprende gran cantidad de vapor que conduce a una potencial sobrepresión del depósito.

Dependiendo de la severidad del evento, los efectos causados pueden ir desde un leve aumento de presión en el tanque durante un corto periodo de tiempo hasta una

pérdida significativa de producto durante un periodo prolongado a través de las válvulas de alivio de presión.

1.2.9. Transición Rápida de Fase (RPT - Rapid Phase Transition)

Cuando dos líquidos a temperaturas diferentes entran en contacto, bajo ciertas circunstancias pueden aparecer ondas de choque. Este fenómeno, denominado *transición rápida de fase*, puede ocurrir cuando entran en contacto GNL y agua. Aunque no se lleva a cabo una combustión, este fenómeno tiene todas las otras características de una explosión. Este fenómeno se ha dado en raras ocasiones y sin graves consecuencias. La teoría que concuerda con los resultados experimentales indica que cuando dos líquidos con temperaturas muy diferentes entran en contacto, si la temperatura (expresada en Kelvin) del más caliente es mayor de 1,1 veces la temperatura de ebullición del más frío, el aumento de temperatura en éste es tan rápido que la temperatura de la superficie puede exceder la temperatura de nucleación espontánea (cuando aparecen burbujas en el líquido). En algunas circunstancias este líquido sobrecalentado vaporiza en un periodo corto de tiempo mediante una compleja reacción en cadena produciendo vapor y una onda de choque.

1.2.10. BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

Cualquier líquido en su punto de ebullición o cerca, y por encima de una presión determinada, vaporiza extremadamente rápido si de repente se libera debido a un fallo en el sistema de presión. Se produce una expansión violenta que ha llegado a provocar la expulsión de secciones de tanques cientos de metros. Este fenómeno se conoce como *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion* (BLEVE). Una BLEVE es improbable que ocurra en una instalación de GNL debido a que el GNL es almacenado en recipientes a baja presión y con un ratio de formación de gas bajo, y a que es almacenado y transferido en tanques aislados y tuberías que están intrínsecamente protegidos ante el fuego.

1.2.11. Bola de fuego (Fireball)

Este fenómeno aparece cuando una nube de composición bifásica (vapor y gotas de líquido inflamable) es incendiada, presentando una forma aproximadamente esférica, y liberando una gran cantidad de energía radiante. Aunque posible, este fenómeno es poco común en casos de fuga de gas natural.

1.3. RIESGOS ASOCIADOS AL GNL

1.3.1. Exposición al frío

Las bajas temperaturas asociadas con el GNL pueden dar lugar a una gran variedad de efectos en la parte del cuerpo expuesto. Si la persona implicada no está correctamente protegida contra las bajas temperaturas, las capacidades y reacciones de la persona se pueden ver afectadas. A continuación, se exponen los posibles efectos de la exposición a las temperaturas extremas:

Manipulación y quemaduras por contacto en frío

El contacto directo con GNL ocasiona un efecto abrasador en la piel similar a una quemadura. El gas emitido por el GNL también está extremadamente frío y también puede producir quemaduras. Los tejidos delicados, como por ejemplo los ojos, pueden ser dañados por la exposición a este gas aunque el contacto sea muy breve. Las partes del cuerpo que no estén convenientemente protegidas no deben de entrar en contacto con tuberías o recipientes no aislados que contengan GNL. El metal extremadamente frío puede adherirse a la piel y ésta puede ser arrancada al intentar retirarse del mismo.

Congelación

La exposición severa o prolongada a vapores fríos y gases puede causar congelación. El dolor localizado normalmente alarma acerca de la congelación, pero en otras ocasiones puede no experimentarse dolor.

Efecto del frío en los pulmones

La respiración prolongada en atmósferas extremadamente frías puede dañar los pulmones. Una exposición corta puede producir molestias en la respiración.

Hipotermia

El peligro de hipotermia puede presentarse a temperaturas hasta 10°C. Si alguna persona sufre los efectos de la hipotermia, debe ser apartada del área de frío y rápidamente calentada mediante un baño con temperaturas entre 40°C y 42°C. No se debe emplear calor seco para el calentamiento de la persona.

1.3.2. Exposición al gas

Toxicidad

El gas natural y el GNL no son tóxicos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 16903:2016 Industrias del petróleo y del gas natural. Características del GNL que influyen en el diseño y en la selección de los materiales. (ISO 16903:2015).

Asfixia

El gas natural es un asfixiante simple. El contenido normal de oxígeno en aire es del 20,9% en volumen. Las atmósferas cuyo contenido en oxígeno está por debajo del 18% son potencialmente asfixiantes. En caso de concentraciones altas de gas, se sufren náuseas o mareos, junto con anoxia. Sin embargo, el fin de la exposición provoca que los síntomas desaparezcan rápidamente. El contenido en oxígeno e hidrocarburos en atmósferas donde puede estar presente el gas natural deben ser medidas antes de la entrada a la zona. Incluso si el contenido en oxígeno aparentemente es el adecuado para prevenir la asfixia, debe ser llevado a cabo un test de inflamabilidad antes de entrar. Para dichos testes sólo se deben emplear instrumentos hechos para tal propósito.

Sobrepresión

Pueden ser dos los causantes de sobrepresiones: la transición rápida de fase (RPT – Rapid Phase Transition) debida a la interacción entre GNL y agua, o la expansión térmica de GNL confinado.

2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES E INSTALACIONES

El Puerto de Vigo disfruta de una ubicación privilegiada en la franja oriental del Atlántico, siendo punto de partida o escala de las líneas que unen el Atlántico Norte con el Mediterráneo, y Europa con los continentes americano y africano. Protegido por las Islas Cíes (pertenecientes al Parque Nacional das Illas Atlánticas) y situado en las aguas tranquilas de la Ría de Vigo, se caracteriza en primera medida por ser un puerto profundo, seguro, cómodo, amparado por una extensa área natural protegida y apto para buques oceánicos (Post-Panamax) y gran diversidad de operaciones portuarias y tráfico marítimo de diversa naturaleza. En la siguiente imagen se muestra un plano con la delimitación de los espacios portuarios:

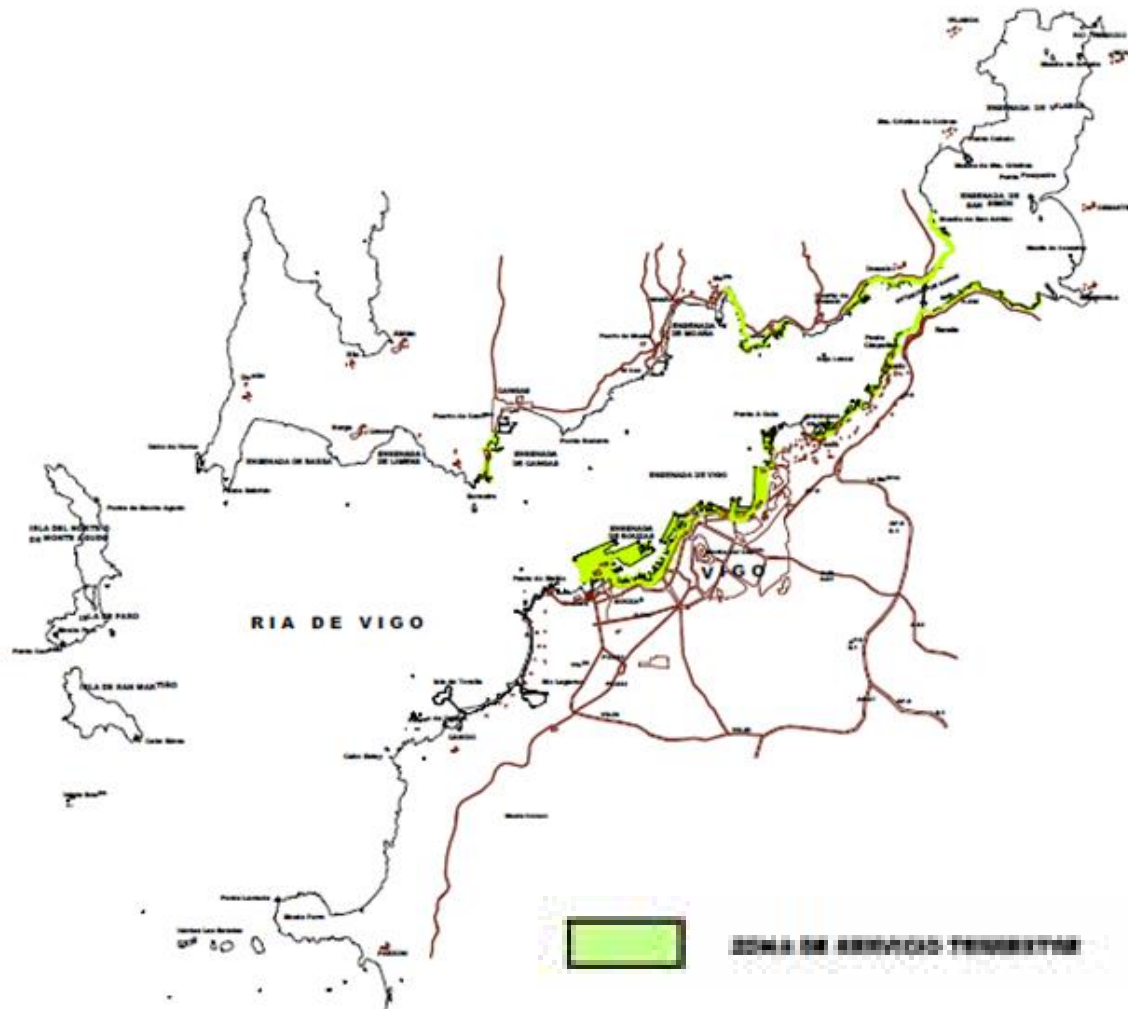


Figura 2.1 Delimitación de los espacios portuarios. Fuente: facilitado por la Autoridad Portuaria de Vigo.

Tiene suelo en cinco municipios diferentes, incluido el de la propia ciudad de Vigo, y dispone de algo más de 14,5 km de longitud total agregada de dársenas, calados de hasta 38 metros, 14.000 hectáreas de aguas protegidas y 2,5 millones de m² de suelo portuario. A ello se añade la Plataforma Logístico Intermodal del Puerto de Vigo (PLISAN), con un total de 300 hectáreas de suelo en los municipios de Salvaterra y As Neves, a 35 km de Vigo, que servirá de polo de servicios logísticos y transporte de mercancías. También cuenta con una amplia red de infraestructuras de comunicación intermodal, en la que destacan dos enlaces de alta capacidad que la comunican con el norte de Galicia, el interior de la península y Portugal, así como con el aeropuerto de Peinador, a 10 km. del puerto. En la zona de servicio se ubica una Estación Multimodal de Ferrocarril que enlaza los 15 km de vías interiores que recorren el puerto con la red ferroviaria nacional.

Actualmente hay 10 astilleros y 16 gradas o diques secos, con un total de 4 km de línea de atraque dedicados a actividades de construcción y reparación naval, además de una terminal de 150.000 m² que el puerto dedica a albergar los distintos procesos que generan las actividades auxiliares.

Su amplio muelle de cruceros ofrece un atraque de 1.000 metros lineales (700 m en el atraque principal “Muelle de Transatlánticos” y 300 m en el secundario “Muelle de Comercio”) y es la principal entrada de turistas de la ciudad.

Los muelles comerciales y el muelle de Guixar están especializados en terminal de contenedores y mercancía general convencional (principalmente granito y pizarra), así como de grandes piezas. Esta área cuenta con una superficie de 300.000 m², una línea de atraque de 2.280 metros y un calado de 17 metros de profundidad. En él operan 80 líneas regulares que están conectadas con los principales puertos de mundo, generando un movimiento anual que supera los 3,5 millones de toneladas.

El puerto cuenta además con una terminal RO-RO de 500.000 m² (de los cuales 350.00 m² están destinados a tráfico RO-RO y Zona Franca, y 150.000 m² a la terminal de reparaciones). Es en esta terminal del puerto en la que se implementará el proyecto LNGas HIVE.

2.1. Entorno – Terminal RO-RO

Esta terminal es la utilizada para el embarque y desembarque de mercancía general y especialmente de vehículos fabricados por la planta de PSA Peugeot-Citroën de Vigo, y de otras marcas ubicadas en el interior de España, así como de Europa y África, lo que le confiere una importancia fundamental en el comercio de automóviles

El muelle RO-RO dispone, para el atraque de buques, de cinco rampas fijas y una flotante, con longitudes de entre 152 y 369 metros y calados de entre 8 y 14 metros, y de una superficie aneja de almacenamiento en silos de 60.000 m², además de una campa de depósito y operaciones de 250.000 m². Por el volumen de su tráfico, 439.770 coches nuevos en el año 2015 y casi 15.000 unidades de transporte intermodal, el puerto de Vigo está considerado el cuarto puerto a nivel nacional en carga y descarga de coches nuevos y el quinto peninsular en tráfico RO-RO.



Figura 2.2 Plano terminal RO-RO. Fuente: proporcionado por la Autoridad Portuaria de Vigo.



Figura 2.3 Imagen aérea terminal RO-RO. Fuente: proporcionado por la Autoridad Portuaria de Vigo.

Adicionalmente, esta terminal alberga los buques que operan la recientemente aprobada Autopista del Mar entre Vigo y Nantes-Saint Nazaire, lo que facilita una exportación muy competitiva de productos que, por sus características, tienen elevados costes por carretera. Está previsto que, gracias a esta ruta prioritaria de transporte marítimo, el tráfico del puerto se incremente en un 30% en el futuro inmediato.

2.2. Ubicación planteada

Dentro de la Terminal RO-RO del puerto de Vigo, se plantean una ubicación para el sistema de generación a partir de GNL:

- Ubicación planteada: Rampa 7 (móvil).

Dicha ubicación se muestra en la siguiente figura:



Figura 2.4: Opciones para la ubicación del sistema de generación. Fuente: elaboración propia



Figura 2.5 Ubicación para el sistema de generación. Fuente: elaboración propia.

2.3. Actividades e instalaciones

Esta ubicación presenta las siguientes actividades:

- Operaciones de carga y descarga de vehículos.

Construcciones próximas relacionadas con la actividad

El tanque y la unidad generadora se situarán en las proximidades de una rampa flotante destinada a la carga y descarga de buques RO-RO, concretamente a buques de carga de la naviera Suardiaz que transportan en su mayoría vehículos pertenecientes al grupo PSA Peugeot Citroën. No existen otras construcciones en los alrededores, pero la superficie del puerto en los alrededores de la localización es utilizada como campa de almacenamiento de los vehículos en espera de ser cargados y de camiones del grupo GEFECO, encargados del transporte de dichos vehículos y otras mercancías.

Construcciones próximas ajenas a la actividad

En las proximidades de la instalación (menos de 30 m) se encuentran los límites del puerto deportivo, debido a que este recinto acoge personas ajenas al trabajo del puerto se considerará como un recinto público. A unos 100 metros hay situado un restaurante destinado principalmente a los usuarios del puerto deportivo. A partir de los 140 metros encontramos múltiples naves industriales y almacenes.

Uso de las instalaciones

Esta zona está dedicada a la carga y descarga de vehículos y carga rodada, principalmente provenientes de la fábrica de PSA en Vigo. Los barcos que atracan en estos muelles cubren en su mayoría las rutas de la autopista del mar del arco atlántico.

Acceso de personal externo

EL personal ajeno al proyecto que hará uso frecuente de la zona son los empleados de las empresas, Suardiaz y GEFCO

- Los empleados de Suardiaz realizarán trabajos relacionados con la consignación de buques Ro-Ro.
- La presencia de la empresa GEFCO implicará la presencia de tráileres de transporte de mercancías.

También es posible el uso puntual de las instalaciones por parte de personal de la Autoridad Portuaria para realizar labores de inspección (Policía Portuaria, personal de medio ambiente, personal de conservación de la Autoridad Portuaria o personal subcontratado para mantenimiento).

2.4. Características del sistema proyectado

Es un sistema móvil que permite suministrar energía eléctrica, a partir de GNL, para el suministro de buques durante el atraque en puerto. Gracias a un sistema de almacenamiento de GNL, un equipo de regasificación y un grupo electrógeno de Baja Tensión, de 850 kW de potencia.

Además, este sistema permitirá reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, provocados por los motores marinos, tal y como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 2.1: Variación de la emisión de contaminantes, de efecto invernadero, a la atmósfera. Fuente: Autoridad portuaria Porto de Vigo

	Situación actual (usando generador abordado)	Generador en tierra	Reducción de las emisiones
Emisión anual de SO _x	92,6 Tn	0 Tn	100 % (92,6 Tn)
Emisión anual de NO _x	3,5 Tn	0,5 Tn (aprox.)	87,5 % (3 Tn)

El sistema está formado por dos contenedores de 40 pies. En uno de ellos se encuentra el grupo electrógeno mientras que el otro alberga los tanques de almacenamiento de GNL y el equipo de regasificación que alimenta al generador.

2.4.1. Contenedor de almacenamiento de GNL

El sistema de almacenamiento se encuentra dentro de un contenedor ISO de 40 pies (12,192m x 2,438m), consta de dos tanques de 5 m³, ubicados en ambos extremos del contenedor y, en la parte central el equipo de regasificación, que incluye una torre de gasificación, una caja eléctrica de ATEX, estación reguladora y odorización. De esta forma, se consigue una mejor distribución de las cargas y permite localizar el centro de gravedad en el centro del contenedor.

EL contenedor ISO está diseñado para evitar el confinamiento del gas, en caso de fuga. Sin embargo, presenta un revestimiento de acero para contener el GNL en caso de accidente.

1. Características de diseño.

Tabla 2 -2.2: Características del sistema de GNL. Fuente: Autoridad portuaria Porto de Vigo

Capacidad de almacenamiento de GNL ²	5 m ³
Capacidad de almacenamiento de boil-off ²	5 m ³
Caudal de diseño	200 kg/h
Caudal medio	150 kg/h
Presión de diseño	8 bar
Presión de trabajo	3 bar
Presión de servicio	2 bar
Autonomía	30 h

Además, este sistema de almacenamiento dispone:

- Un sistema automático para aumentar la presión en el interior del tanque (PBU).
- Un sistema de prevención de sobrellenado, si se alcanza el nivel máximo del tanque.
- Sistema de llenado superior con ducha.
- Sistema de llenado inferior.
- Transmisores de presión y temperatura.

² Ambos tanques son intercambiables pueden albergar tanto GN como GNL indistintamente

- Pinza a tierra.
- Sistema de regulación y odorización.
- Una válvula de seguridad que cierra el sistema, en caso de alcanzar una temperatura mínima.
- Tres transmisores de temperatura del gas para evitar el corte del sistema por fallo de instrumentación.
- Una línea de regulación de presión (regulador Fiorentini Norval DN50).

2. Equipamiento de control

La planta se encuentra completamente automatizada, gracias a un panel de control, basado en un autómata, que aporta señales del sistema de almacenamiento: temperatura, presión, etc.

Este panel de control asegura un correcto funcionamiento de la planta teniendo en cuenta todo tipo de avisos y alarmas que pueden ocurrir. Incluye *Vikigegarden* que permite enviar un SMS a una lista predefinida de números de teléfono. Por otro lado, la planta está preparada para ser conectada remotamente a un sistema SCADA.

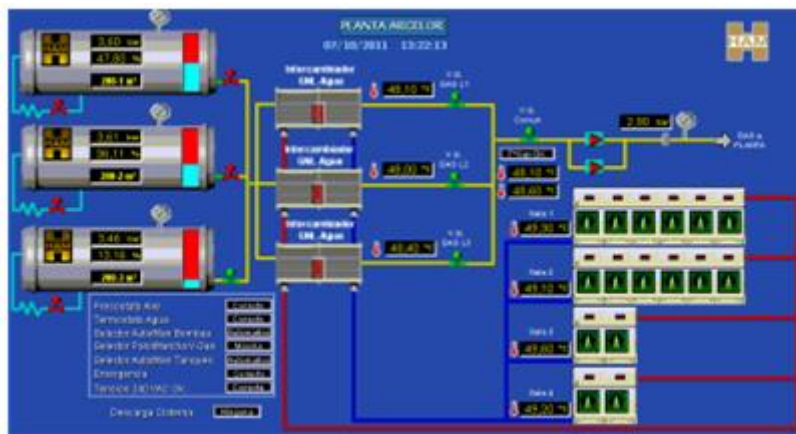


Ilustración 2.1: Pantalla sistema SCADA. Fuente: Autoridad portuaria Porto de Vigo.

3. Seguridad y confiabilidad de la planta

- La planta está programada para cerrarse de manera automática en caso de que no se puede alcanzar la temperatura mínima del gas para evitar daños a las partes no criogénicas de la instalación.
- La válvula que corta la planta está duplicada para tener redundancia (mecánica, eléctrica y neumática de manera independiente).

- El transmisor de la temperatura fría se encuentra triplicado para evitar fallos de instrumentación.
- La planta cuenta con válvulas de seguridad, para evitar un exceso de presión en el tanque, conectadas a una línea de ventilación.
- La línea de ventilación termina en un punto alto y está provista de un supresor de llama.
- Todas las tuberías limitadas por válvulas presentan una válvula de alivio de temperatura.

4. Dimensiones del contenedor

Tal y como se mencionó, el sistema de almacenamiento de GNL, se encuentra en el interior de un contenedor ISO de 40 pies. Este contenedor no cuenta con la parte superior y presenta dos ventanas en los laterales para asegurar una correcta ventilación.



Ilustración 2.2: Diseño del sistema de almacenamiento de GNL, tanques y equipo de regasificación. Fuente: Autoridad portuaria Porto de Vigo.

Mientras que los equipos que componente sistema de almacenamiento, se encuentran:

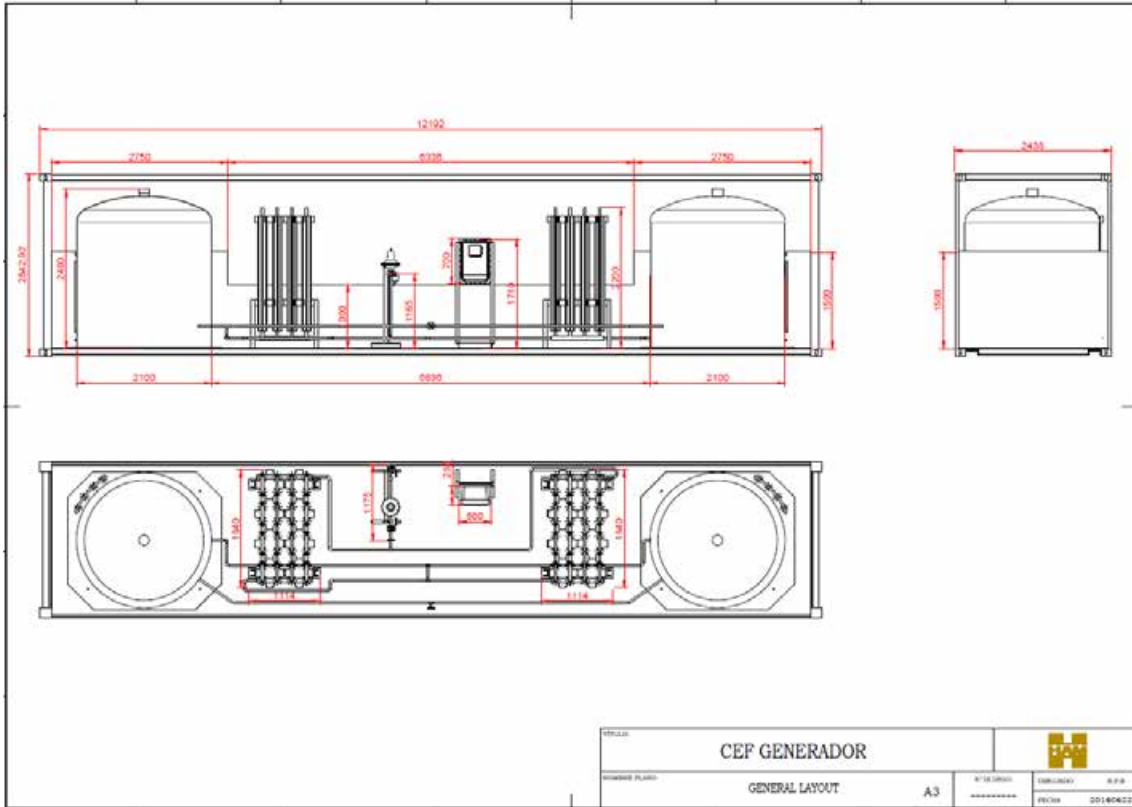


Ilustración 2.3: Dimensiones de los depósitos de almacenamiento de GNL y equipo de regasificación. Fuente: Autoridad portuaria Vigo.

2.4.2. Contenedor de generación eléctrica

La unidad del grupo electrógeno funcionará en tierra, pero será diseñada como auxiliar marino, adecuado para aplicaciones auxiliares marítimas: el generador (motor, alternador, rampa y unidad de control) y el contenedor (periféricos y unidad de control). El motor ha sido diseñado por DRESSER – RAND, modelo SFGLS. La unidad de generación de electricidad, móvil, cuenta con un sistema de enfriamiento por medio de agua de mar, unidad de vaporización/alimentación de gas, interfaz de conexión al buque y una unidad de control. Todo ello se encuentra en un contenedor con dimensiones 12,192m x 2,4383m con una estimación de peso de 22 Tn.

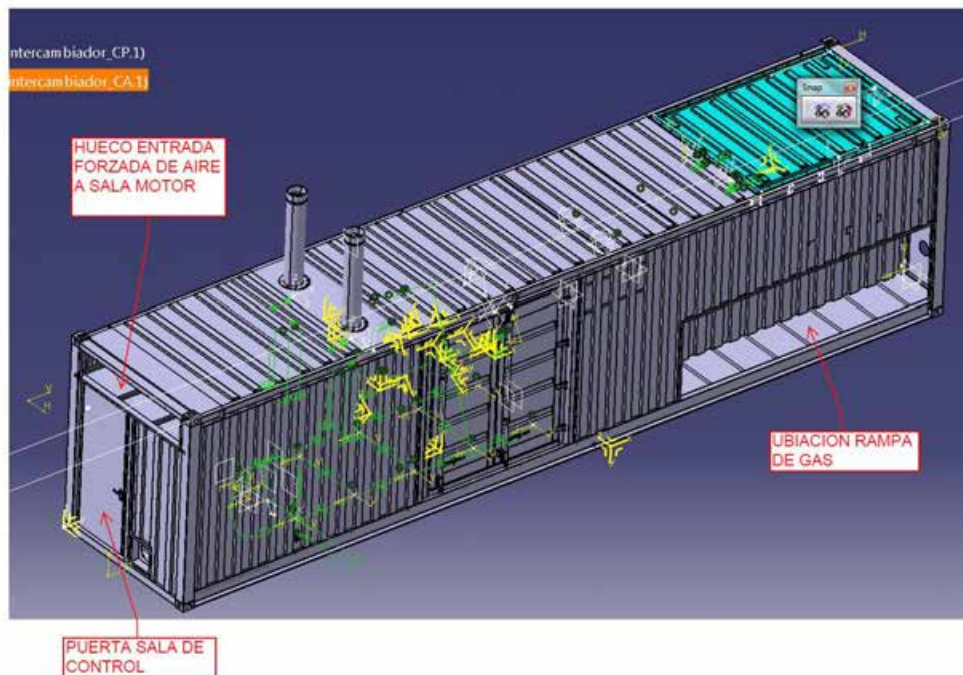
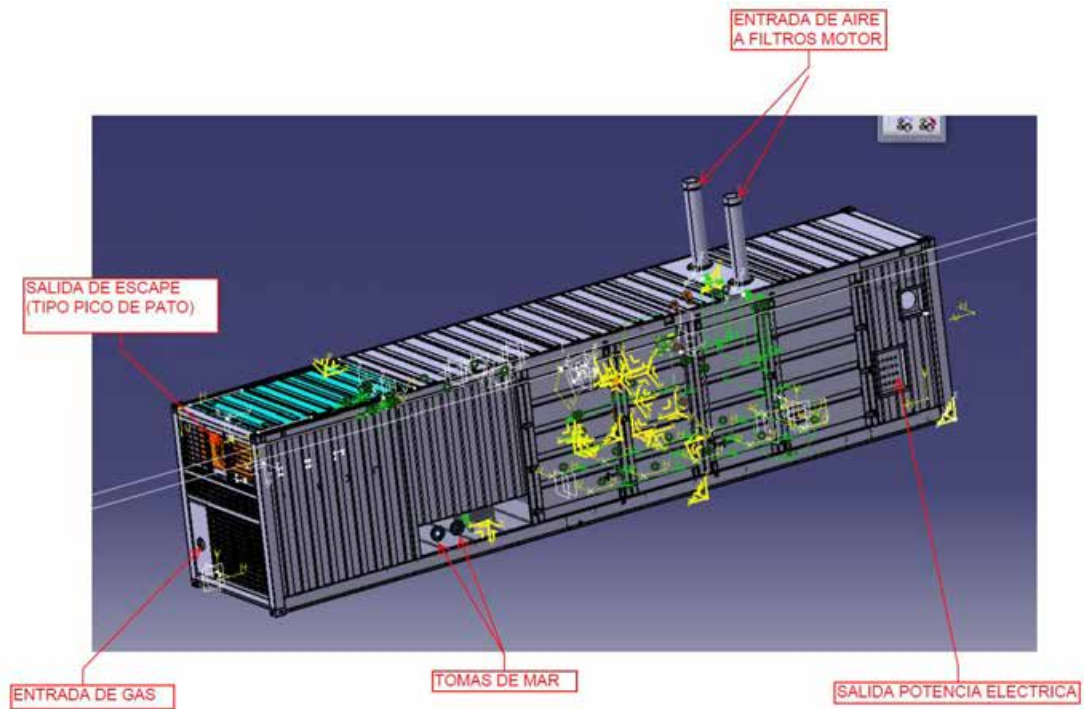


Ilustración 2.4: Diseño del contenedor que contiene el grupo electrógeno. Fuente. Autoridad portuaria Porto de Vigo

Los parámetros físicos que debe cumplir el grupo electrógeno dependen de la composición del gas natural, debido a los requisitos de certificación marítima. A continuación, se muestra una tabla con el valor provisional de los parámetros.

Tabla 2.3: Datos técnicos del motor SFGLD 560 SG. Fuente: Autoridad portuaria Porto de Vigo

Genset Type	SFGLD 560	
Mechanical engine rate power	kW	850
Electrical engine rated power (cos phi=1)	kWe	826*
Voltage	V	400
Speed	rpm	1500
Frequency	Hz	50
Fuel consumption	kW	2173*
Lube Oil consumption	g/kWh	0,2
Mechanical performance	%	39,1*
Electrical efficiency (cos phi = 1)	%	38*
Main circuit water heat	kW	622*
Secondary circuit water heat	kW	160*
Heat in intercooler	kW	61*
Heat in Oil cooler	kW	99*
Heat to radiation	kW	31*
Heat in exhaust gases (25°C)	kW	510*
Heat in exhaust gases (120°C)	kW	382*
Exhaust gas temperature	°C	403*
Intake air flow	Kg/h	4060*
Exhaust air flow (wet)	Kg/h	4220*
Capacity	L	56
Number of Cylinders		V16
Bore / Stroke	mm	160/175
Main circuit water min flow rate	m3/h	80
Main circuit water max temperature	°C	90
Secondary circuit water min flow rate	m3/h	20
Secondary circuit water max temperature	°C	40
*Provisional data, pending engine test.		

Tanto el sistema de almacenamiento de GNL como el grupo generador de energía eléctrica, estará certificado por Bureau Veritas de acuerdo con las normas de aplicación. Mientras que, para el grupo electrógeno, el proceso de certificación marina

comprende otro paso ya que la instrumentación instalada debe cumplir los requisitos detallados en la siguiente tabla:

Tabla 2.4: Requisitos que deberá cumplir la instrumentación instalada en el motor. Fuente: Autoridad portuaria Porto de Vigo.

DEGREE OF AUTOMATION										
ITEMS ON ENGINES	STANDARD					AUT-UMS				
Symbol convention: A – High. B – Low. AA – Very High. BB – Very Low Local – local visual indication O – Obligatory. () – Special. R – Remote.(AUT-CCS only) S – Slow-down. X – The function is required	ALARM	SHUTDOWN	MEASURE	GAS TRAIN VALVE CLOSE REQUEST	ELEMENTS	ALARM	SHUTDOWN	MEASURE	GAS TRAIN VALVE CLOSE REQUEST	ELEMENTS
Lubricating oil pressure (4)	B	X	local			B	X	local		
Fresh cooling water pressure (2)	B		local			B		local		
Fresh cooling water temperature			local			A		local		
Engine speed			local					local		
	A	X				A	X			
Gas engine supply pressure	A+B			X		A+B			X	
Gas engine supply temperature	A+B			X		A+B			X	
Fault in the electronic governor	X			X		X			X	
Misfire	X			X		X			X	
Cylinder knocking detection	X			X		X			X	
Lubricating oil sump temperature						A*				
Expansion tank level						B*				
Safety devices on moving parts					O					O
Hot parts protection (1)					O					O
Remarks: (1) Where surface temperature exceed 220°C. (2) For engines of 220 kW and above. (3)Optional: Could be water flow detector, (4) For engine P ≥ 37Kw is to be fitted with alarms to give audible and visual warning (*) For ships whose gross tonnage is more than 500 or propulsive power more than 1 MW.										

A la hora de realizar la instalación de los dos contenedores sobre el muelle, se debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

- La distancia mínima entre contenedores debe ser de 3,5 metros.
- La resistencia al suelo permitida será como máximo de 2 kg/cm².

3. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL LUGAR DE IMPLANTACIÓN

3.1. Entorno

El muelle de Bouzas puede dividirse fácilmente de tres secciones según el uso de las mismas.

- Zona de almacenamiento de vehículos y de carga y descarga de RO-ROs
- Zona de oficinas y almacenes
- Puerto deportivo

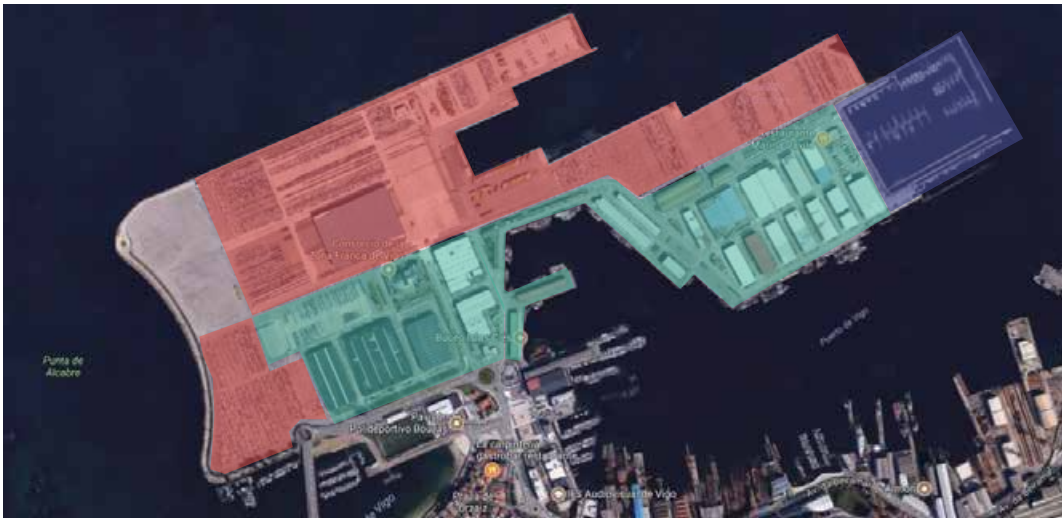


Ilustración 3.1: Imagen aérea terminal RO-RO. Fuente: Google Maps.

El entorno en el que se ubica la terminal RO-RO, presenta una densidad poblacional alta ya que, se encuentre muy próximo (a menos de un kilómetro) a uno de los barrios que forman el municipio de Vigo, Bouzas (ilustración 3.2.), con aproximadamente 6000 habitantes. Por lo que cuenta con zonas de recreo, colegio, viviendas, etc.



Ilustración 3.2: Extensión del barrio de Bouzas.

3.2. Personas expuestas

En la ubicación seleccionada (véase [sección 2](#)), se han clasificado las personas afectadas en las siguientes categorías.

Personal implicado en el proceso

El responsable del control del proceso estará presente durante la totalidad del tiempo de funcionamiento y por lo tanto es el más expuesto a cualquier problema o accidente que pudiera surgir.

Personal ajeno al proceso

Dada la ubicación seleccionada las personas más expuestas son aquellas encargadas de la carga y descarga de vehículos pertenecientes al gremio de estibadores, así como los conductores de los camiones **GEFCO** y los trabajadores de **Suardiaz** tanto por parte del puerto como por parte del buque. Todos juntos hacen un total de aproximadamente 33 personas dependiendo de la carga de trabajo.

Personas ajeno al puerto

El límite del área portuaria destinada a la carga y descarga de vehículos termina a unos 30 metros de la localización depósito y comienza el puerto deportivo, una pérdida de

contención total puede causar una nube de GNL que dependiendo de las condiciones climatológicas podría afectar a las instalaciones del puerto deportivo y sus ocupantes, así como a los establecimientos más próximos a este. La ocupación del puerto deportivo se estima de un máximo de 60 personas entre clientes y personal en un momento dado.

3.3. Informe climatológico

Toda la información meteorológica utilizada ha sido obtenida a través de la página web www.meteogalicia.gal, administrada por la Xunta de Galicia (Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio).

Los datos fueron recogidos con una frecuencia de 10 minutos por la estación meteorológica “*Porto de Vigo*” situada en las coordenadas 42,24°N y 8,73°O que se encuentra a menos de 2 km del punto de estudio (véase siguiente figura para detalle de ubicación de la estación meteorológica) Para el informe se utilizará aquellos datos obtenidos entre el 01/01/2014 y el 31/12/2016.

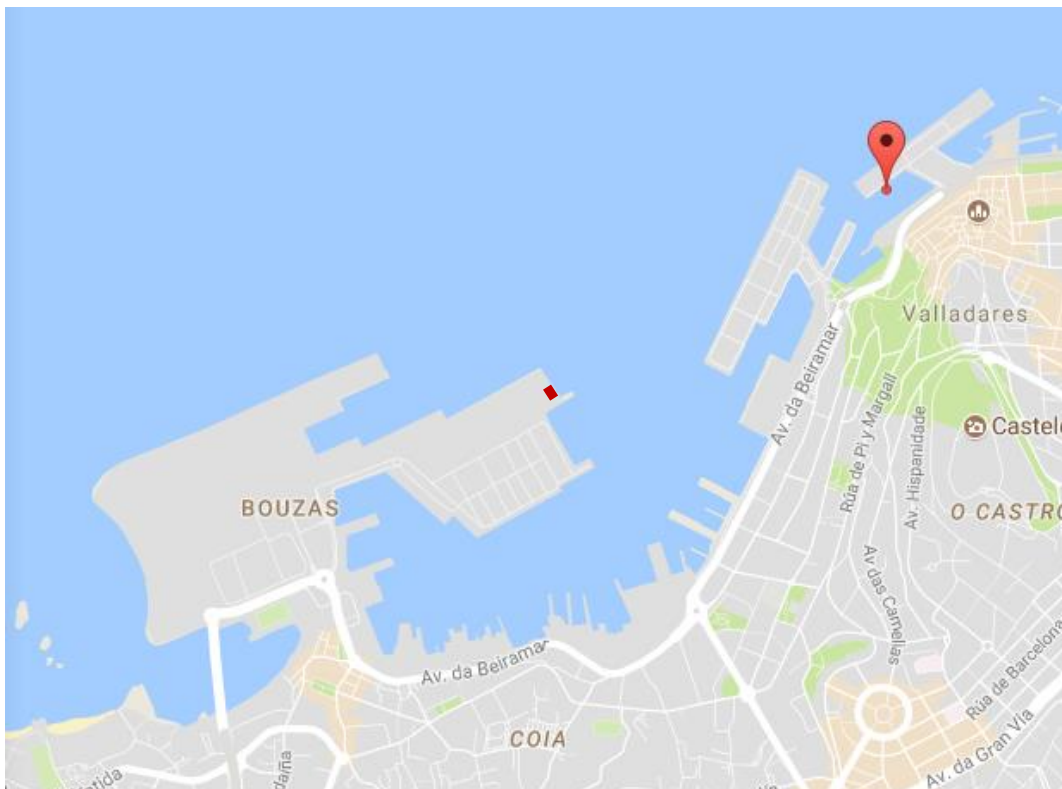


Figura 3.1: Imagen satélite de la localización relativa de la estación meteorológica y la terminal RO-RO. Fuente: Google Maps.

El estudio se centra en aquellos parámetros relevantes para la evaluación de la idoneidad del emplazamiento y el análisis de riesgos, dejando de lado aquellos parámetros cuya influencia se considera despreciable o inexistente.

Dichos factores relevantes son los siguientes:

- **Viento:** La dirección y la fuerza del viento determinan en gran medida el alcance de la zona de riesgo, así como las zonas afectadas por una fuga de GNL.
- **Lluvia** La presencia de precipitaciones puede actuar como elemento reductor de las consecuencias debidas a un derrame de GNL.
- **Temperatura:** La velocidad de vaporización de GNL se verá afectada por la temperatura exterior.
- **Presión:** La diferencia de presiones entre el interior y el exterior del tanque determinará la fuerza de salida del GNL o del gas y por lo tanto afectará a la cantidad de combustible derramado en un tiempo determinado y al alcance del mismo.

3.3.1. Velocidad y dirección del viento

El estudio de viento ha revelado que más 80 % de las situaciones se corresponde con vientos inferiores a 20 Km/h y este sopla principalmente en dos direcciones opuestas: NE y SO.

Tabla 3.1 Velocidad de viento media. Origen de datos: medidas diez minútales recogidas por la estación meteorológica "Porto de Vigo" entre el 01/01/2014 y el 31/12/2016. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia

	PROMEDIO DE VELOCIDAD MEDIA (m/s)		
	2014	2015	2016
Enero	4,09	2,94	4,42
Febrero	5,34	3,89	4,76
Marzo	3,79	4,22	4,19
Abril	3,20	3,15	3,92
Mayo	3,95	4,49	3,29
Junio	3,42	3,38	3,94
Julio	3,84	3,30	3,77
Agosto	3,26	3,34	3,27
Septiembre	2,6	3,47	2,79
Octubre	2,67	3,42	2,27
Noviembre	3,72	2,54	3,00
Diciembre	3,05	2,80	2,29
ANUAL	3,56	3,41	3,49

Tabla 3.2 Velocidad de viento máxima. Origen de datos: medidas diez minútales recogidas por la estación meteorológica "Porto de Vigo" entre el 01/01/2014 y el 31/12/2016. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia

	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)		
	2014	2015	2016
Enero	18,80	14,47	17,92
Febrero	18,97	13,83	18,74
Marzo	14,95	13,99	14,60
Abril	11,06	9,55	13,11
Mayo	16,88	15,15	10,13
Junio	11,59	9,55	11,54
Julio	11,08	10,58	10,93
Agosto	10,58	11,77	12,79
Septiembre	8,52	14,66	9,65
Octubre	11,97	14,59	15,4
Noviembre	13,45	12,96	15,69
Diciembre	11,18	14,30	8,43
ANUAL	18,97	15,15	18,74

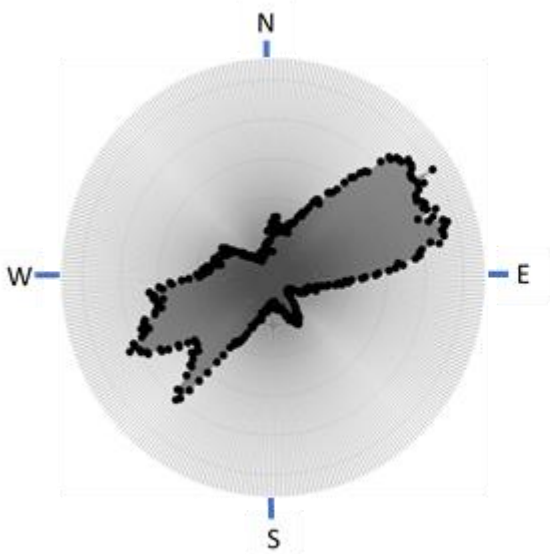


Figura 1: Recuento de la dirección del viento

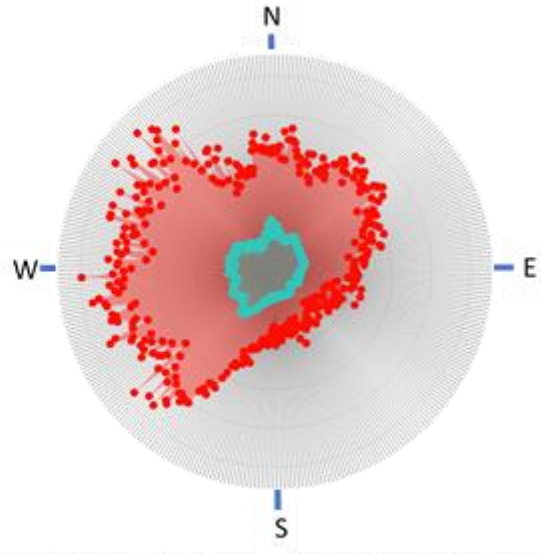


Figura 2: Velocidad media y máxima de viento

Figura 3.2 Izda. Recuento de las medidas tomadas por dirección. Dcha. Representación de las velocidades medias y máximas. Origen de datos, medidas diez minútales recogidas por la estación meteorológica "Porto de Vigo" entre el 01/01/2014 y 31/12/2016. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia.

3.3.2. Frecuencia e intensidad de las lluvias

Las lluvias no deberían afectar a la operativa normal del depósito, aunque pueden dificultar las operaciones de llenado del mismo. En caso de producirse una fuga, la lluvia facilitaría su detección visual.

Los datos indican una media de 153 días anuales de lluvia con una precipitación media de 0,38 l/m².

Tabla 3.3 Intensidades de lluvia en l/m² organizadas por mes y año. Origen de datos, medidas diez minútales recogidas por la estación meteorológica "Porto de Vigo" entre 01/01/2014 y 31/12/2016. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia.

Intensidad de las precipitaciones						
	2014		2015		2016	
Mes	Intensidad media* (l/m ²)	Intensidad máxima (l/m ²)	Intensidad media* (l/m ²)	Intensidad máxima (l/m ²)	Intensidad media* (l/m ²)	Intensidad máxima (l/m ²)
Enero	0,36	5,1	0,41	8,0	0,45	6,2
Febrero	0,38	4,1	0,23	1,7	0,42	8,6
Marzo	0,26	1,7	0,17	0,9	0,33	3,4
Abril	0,30	2,6	0,32	2,9	0,36	6,6
Mayo	0,30	1,6	0,35	3,7	0,41	7,3
Junio	0,41	3,6	0,18	0,6	0,31	2,0
Julio	0,39	2,7	0,22	1,5	0,31	0,6
Agosto	0,29	3,3	0,34	3,8	0,25	1,4

Septiembre	0,45	4,4	0,46	3,3	0,77	4,4
Octubre	0,57	5,9	0,45	4,2	0,43	3,6
Noviembre	0,43	7,6	0,37	4,1	0,44	4,1
Diciembre	0,44	3,4	0,45	6,2	0,49	2,5
TOTAL	0,38	7,6	0,34	8,0	0,42	8,6

* La precipitación media se ha calculado sin tener en cuenta los momentos de precipitación 0.

Tabla 3.4 : Recuento del número de días que se produjeron precipitaciones distribuidos por mes y año. Origen de datos, medidas diez mínútales recogidas por la estación meteorológica “Porto de Vigo” entre el 01/01/2014 y el 31/12/2016. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia.

Frecuencia de las precipitaciones (días)			
Mes	2014	2015	2016
Enero	29	15	25
Febrero	26	18	18
Marzo	15	9	17
Abril	17	13	16
Mayo	7	8	18
Junio	11	3	8
Julio	8	8	2
Agosto	11	12	5
Septiembre	12	6	8
Octubre	14	16	7
Noviembre	24	9	16
Diciembre	6	17	5
TOTAL	180	134	145

3.3.3. Humedad ambiental

Es necesario tener en cuenta que al producirse una fuga, y debido a las bajas temperaturas de almacenamiento, el gas liberado provocará la congelación de la humedad del aire ambiente, haciéndose visible debido a la formación de nubes de condensación. Por otro lado, una alta presencia de humedad ralentiza la propagación del gas³. Se muestran a continuación los datos de humedad ambiental recopilados en la estación meteorológica “Porto de Vigo”.

³ Véase referencia bibliográfica número 4.

Tabla 3.5 Humedad ambiental mínima y media distribuida por año y mes. Origen de datos, medidas diez minutas recogidas por la estación meteorológica "Porto de Vigo" entre el 01/01/2014 y 31/12/2016. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia.

Humedad ambiental						
Mes	2014		2015		2016	
	Humedad mínima	Humedad media	Humedad mínima	Humedad media	Humedad mínima	Humedad media
Enero	57,00 %	84,84 %	53,00 %	82,50 %	42,00 %	79,20 %
Febrero	46,00 %	78,98 %	37,00 %	77,49 %	46,00 %	79,00 %
Marzo	33,00 %	75,31 %	33,00 %	72,82 %	39,00 %	75,91 %
Abril	40,00 %	79,88 %	24,60 %	72,61 %	35,00 %	73,23 %
Mayo	22,00 %	71,97 %	30,80 %	69,99 %	31,00 %	76,65 %
Junio	29,00 %	74,76 %	34,00 %	74,09 %	32,00 %	77,28 %
Julio	39,00 %	77,26 %	40,90 %	80,14 %	30,00 %	70,59 %
Agosto	42,00 %	81,84 %	33,50 %	81,09 %	28,00 %	73,49 %
Septiembre	45,90 %	80,88 %	46,50 %	77,97 %	45,00 %	80,08 %
Octubre	43,80 %	79,51 %	40,10 %	75,77 %	46,00 %	81,36 %
Noviembre	52,40 %	80,14 %	50,70 %	82,04 %	50,00 %	78,92 %
Diciembre	20,90 %	78,09 %	32,60 %	74,97 %	47,00 %	76,04 %
TOTAL	20,90 %	78,62 %	24,60 %	76,79 %	28,00 %	76,79 %

3.3.4. Temperatura y presión atmosférica

Asimismo, es necesario tener en cuenta las temperaturas y presiones medias, mínimas y máximas del lugar a la hora de evaluar la dispersión del gas en caso de fuga. Se muestran a continuación los datos recopilados por la estación meteorológica de Porto de Vigo para los tres últimos años.

Tabla 3.6: Temperaturas mínima, media y máxima distribuidas por año y mes. Origen de datos, medidas diez minutas recogidas por la estación meteorológica de "Porto de Vigo" entre el 01/01/2014 y el 31/12/2016. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia.

Temperatura									
Mes	2014			2015			2016		
	Tª min	Tª media	Tª max	Tª min	Tª media	Tª max	Tª min	Tª media	Tª max
Enero	6,52	11,84	16,19	2,23	16,048	16,74	5,99	12,88	22,55
Febrero	4,34	17,10	11,28	4,12	10,22	15,36	5,20	11,74	16,74
Marzo	6,30	13,03	24,13	6,38	12,63	20,07	5,89	11,98	18,37
Abril	10,11	15,28	27,30	10,57	15,86	29,11	6,80	13,60	22,57
Mayo	9,62	16,25	27,97	10,14	17,61	29,92	10,14	16,16	28,22
Junio	12,63	19,17	31,60	12,88	19,87	32,44	14,47	18,95	29,16
Julio	15,46	20,32	29,70	15,83	20,27	30,26	16,00	21,86	32,65
Agosto	15,23	19,83	28,83	14,61	19,59	30,59	14,32	20,87	35,73
Septiembre	15,10	20,68	28,33	12,73	18,08	27,68	13,94	18,83	28,51
Octubre	13,20	19,58	28,40	12,00	17,67	26,75	11,28	17,16	26,73
Noviembre	8,90	14,67	21,31	7,48	15,58	24,73	7,20	13,66	22,57
Diciembre	5,14	11,49	16,14	7,16	14,81	23,11	6,28	13,29	21,46
TOTAL	10,21	16,12	24,75	9,33	16,05	25,56	9,79	15,89	25,44

Tabla 3.7. Presión atmosférica en la estación y su equivalente al nivel de mar. Origen de datos, medidas diez minútales recogidas por la estación meteorológica de “Porto de Vigo” entre el 01/04/2014 y el 31/12/2016. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia.

Media de la presión atmosférica			
	2014	2015	2016
Mes	Presión a nivel del mar (hPa)	Presión a nivel del mar (hPa)	Presión a nivel del mar (hPa)
Enero	N/A	1026,76	1020,75
Febrero	N/A	1023,25	1022,08
Marzo	N/A	1024,01	1019,11
Abril	1016,68	1018,52	1013,78
Mayo	1017,84	1019,63	1014,88
Junio	1017,27	1018,08	1018,33
Julio	1017,25	1018,56	1018,71
Agosto	1017,67	1017,11	1019,36
Septiembre	1014,35	1016,81	1020,04
Octubre	1015,63	1013,89	1015,96
Noviembre	1009,56	1025,96	1016,91
Diciembre	1027,86	1025,75	1026,21
TOTAL	1017,12	1020,69	1018,88

Tabla 3.8: Resumen de los datos de presión recolectados. Origen de datos, medidas diez minútales recogidas por la estación meteorológica de “Porto de Vigo” entre el 01/04/2014 y el 31/12/2016. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia.

Datos globales de presión			
	Mínima	Media	Máxima
Presión al nivel del mar (hPa)	1002,31	1018,90	1029,76

3.3.5. Tormentas eléctricas

Por otro lado, es necesario tener en cuenta la existencia o no de tormentas eléctricas, puesto que pueden interferir con el funcionamiento normal del sistema. Principalmente, pueden provocar la aparición de fuentes de ignición, que en caso de fuga podrían dar lugar a un incendio.

Tabla 3.9: Número de tormentas registradas. Datos recogidos por la estación meteorológica “Porto de Vigo”. Fuente: Elaboración propia con datos de Meteogalicia

Año	Día de tormenta – alrededores de Vigo	Días de tormenta - Vigo
2014	14	21
2015	6	5
2016	6	13
TOTAL	26	65

3.3.6. Análisis de los datos

Tras el estudio de los datos se ha llegado a la conclusión de que la variabilidad dentro del rango existente de presión (min. 976,64 hPa, máx. 1044,75 hPa) y temperatura (min. 4,12 °C, máx. 35,73 °C) es despreciable para el objetivo de este estudio. Por ese motivo toda simulación posterior y cálculos de riesgos se evaluarán tomando los valores medios de estos parámetros: temperatura 16,06 °C y presión 1019,09 hPa.

4. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL

Se expone a continuación un listado con la legislación, normativa y estándares que es necesario tener en cuenta.

4.1. Estándares y normas

o UNE-EN 60210:2015, Plantas satélite de gas natural licuado.

Tiene por objeto fijar los requisitos técnicos esenciales y las medidas de seguridad que deben observarse referentes al diseño, construcción, pruebas, instalación, utilización, mantenimiento y revisiones periódicas de las plantas satélite de GNL con depósitos criogénicos y sus equipos con volúmenes de capacidad geométrica, simple o conjunta, superior a 2m³ e inferior o igual a 1.500 m³ y con presión máxima de servicio superior a 1 bar.

Esta norma establece, en relación a la instalación objeto de estudio:

- En la zona de depósitos y regasificación de GNL, la instalación debe estar equipada con extintores de polvo seco en proporción de 10 Kg de polvo por cada 1.000 Kg de producto, con un mínimo de 2 Kg en dos extintores. Éstos deben colocarse y distribuirse en lugares fácilmente accesibles.
- La instalación debe estar protegida, como mínimo, por una cerca metálica que impida que personas ajenas al servicio puedan manipular las instalaciones o acercarse a las mismas. La cerca debe disponer como mínimo de dos salidas contrapuestas, con puertas de apertura en dirección de salida. La cerca puede no instalarse si la planta se halla en el interior de un recinto cerrado al que no acceden personas ajenas al servicio.
- El emplazamiento de la instalación debe permitir el fácil acceso de los vehículos de abastecimiento, mantenimiento y extinción de incendios, así como del personal autorizado. En el interior de la planta la circulación de vehículos debe limitarse a lo estrictamente necesario para las labores de abastecimiento, mantenimiento y extinción de incendios. La circulación debe disponerse de tal forma que se eviten maniobras, debiendo el estacionamiento permitir la forma más rápida de evacuación del vehículo.
- Debe colocarse en sitio visible un cartel donde se indique el tipo de instalación, los peligros específicos y las medidas de seguridad recomendadas.

- Establece las distancias a tener en cuenta a la hora de decidir el emplazamiento que se le va a dar a una planta satélite de GNL (véase sección 5.2 para detalle).

(NOTA: esta norma indica que los depósitos empleados para el servicio en plantas satélite de GNL deben cumplir los requisitos de la legislación vigente. A fecha de redacción de la citada norma la legislación vigente era el Real Decreto 769/1999, por el que se dictan las disposiciones relativas a los equipos de presión, pero actualmente la norma vigente es el RD 709/2015, que establece los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión, y, a su vez hace referencia al RD 2060/2008, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias – se expone en detalle esta normativa en las siguientes secciones).

- o UNE-EN 1473:2017, Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño de las instalaciones terrestres.

No es de obligado cumplimiento, puesto que aplica a instalaciones terrestres con capacidades de almacenamiento superiores a 200 toneladas (la instalación considerada tiene un máximo de 144 toneladas, teniendo en cuenta 310 m³ totales de almacenamiento). Sí se ha tenido en cuenta esta norma a la hora de establecer los criterios de evaluación en el análisis de riesgos.

- o ISO/DTS 16901, Guidance on performing risk assessment in the design of onshore LNG installations including the ship/shore interface.

Norma que ha servido de base para desarrollar algunos puntos del análisis de riesgos.

- o ISO 16903, Characteristics of LNG influencing design and material selection.

Define las características inherentes al GNL, así como los principales riesgos derivados de éstas.

- o NFPA 59A, Standard for the production, storage and handling of Liquefied Natural Gas (LNG).

Norma de obligado cumplimiento en Estados Unidos que aplica al diseño, construcción, localización, instalación, operación y mantenimiento de plantas de gas refrigeradas y no refrigeradas. No es de obligado cumplimiento en Europa, pero sí es una referencia a tener en cuenta.

4.2. Directivas europeas

- o Directiva 2012/18/UE (Seveso III). Relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. Traspuesta parcialmente al ordenamiento jurídico español a través del R.D. 840/2015, de 21 de septiembre.

4.3. Legislación nacional

- o Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se modifica el protocolo de detalle PD-12 «Procedimientos a aplicar a las cisternas de GNL con destino a plantas satélite», de conformidad con la Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre.
- o Real Decreto 840/2015, relativo al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, y que traspone parcialmente la Directiva 2012/18/UE, de 4 de julio de 2012 (Seveso III).

Esta normativa no aplica en este proyecto ya que la capacidad de almacenamiento es inferior a 50 toneladas.

Tabla 4.1 Umbrales gas natural (Fuente: Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas).

Sustancias peligrosas nominadas			
Columna 1	Número CAS (*)	Columna 2	Columna 3
Sustancias peligrosas		Cantidades umbral (toneladas) a efectos de la aplicación de los	
		Requisitos de nivel inferior	Requisitos de nivel superior
18. Gases inflamables licuados de las categorías 1 ó 2 (incluido el GLP) y gas natural (véase la nota 18)	–	50	200

- o Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

Aplica a la instalación objeto de esta evaluación de riesgos, en el artículo 2.1 apartado (d) Plantas satélite de GNL: *Instalaciones de almacenamiento de gas natural licuado (GNL) con capacidad de almacenamiento geométrica conjunta de hasta 1.000 metros cúbicos y presión máxima de operación superior a 1 bar que tengan como finalidad el suministro directo a redes de distribución o instalaciones receptoras.*

Es de especial aplicación la ITC-ICG-04. *Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)*. Fija los requisitos técnicos esenciales y las medidas de seguridad a adoptar en el diseño, construcción, pruebas, instalación y utilización de Plantas Satélite de GNL. Hace referencia a la norma UNE 60210:2015. *Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)*, ya descrita en la sección 4.1.

- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Regula todos los aspectos a tener en cuenta en relación con el diseño, fabricación, reparación, modificación e inspecciones periódicas de los aparatos sometidos a presión.

Su ITC EP4. Depósitos criogénicos, aplica a las condiciones de instalación y pruebas periódicas de los depósitos criogénicos y sus equipos, con volúmenes superiores a 1.000 litros de capacidad geométrica, destinados a almacenamiento y utilización de gases criogénicos, y con una presión máxima admisible superior a 0,5 bar (conteniendo gas licuado con presión de vapor a la temperatura máxima de servicio superior en más de 0,5 bar a la presión atmosférica normal, 1.013 mbar).

- Real Decreto 1388/2011, de 14 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 2010/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de junio de 2010 sobre equipos a presión transportables
- Real Decreto 1566/1999, sobre los consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable, que transpone la Directiva 96/35/CE, de 3 de junio.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

Establece y define las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios.

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Tiene por objeto el conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

- Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

4.4. Legislación autonómica

- Real Decreto 171/2010 del 1 de octubre, sobre planes de autoprotección en la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Plan Especial frente al riesgo sísmico en Galicia (SISMIGAL), Xunta de Galicia, Enero de 2009.
- Plan territorial de emergencias de Galicia (PLATERGA), Xunta de Galicia, Enero 2009.
- Orde do 24 de xuño de 2002 pola que se dispón a aprobación e publicación da revisión e actualización do Plan de Protección Civil ante o Risco de Temporais en Galicia, homologado pola Comisión Galega de Portección Civil (DOG núm. 143, do 26 de xullo).
- Decreto 171/2010, do 1 de outubro, sobre plans de autoprotección na Comunidade Autónoma de Galicia.

4.5. Legislación municipal

- Reglamento de Servicios, Policía y Régimen del Puerto y Ría de Vigo.
- Plan de emergencias municipal de Vigo (PEMU).
- Instrucción de seguridad para la admisión, manipulación y almacenamiento de mercancías peligrosas.

5. VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL EMPLAZAMIENTO SELECCIONADO

5.1. Localización seleccionada

Se ha decidido situar el sistema de generación en el extremo Noreste del área portuaria de Bouzas junto a la rampa flotante para RO-Ros, esta decisión se debe a la creciente utilización de dicha rampa lo que asegura un elevado aprovechamiento de las instalaciones.

5.1.1. Características de la Ubicación

La localización seleccionada se encuentra en el muelle de RO-Ros, en las proximidades del límite del mismo con el puerto deportivo y a unos 100 metros del edificio más próximo.

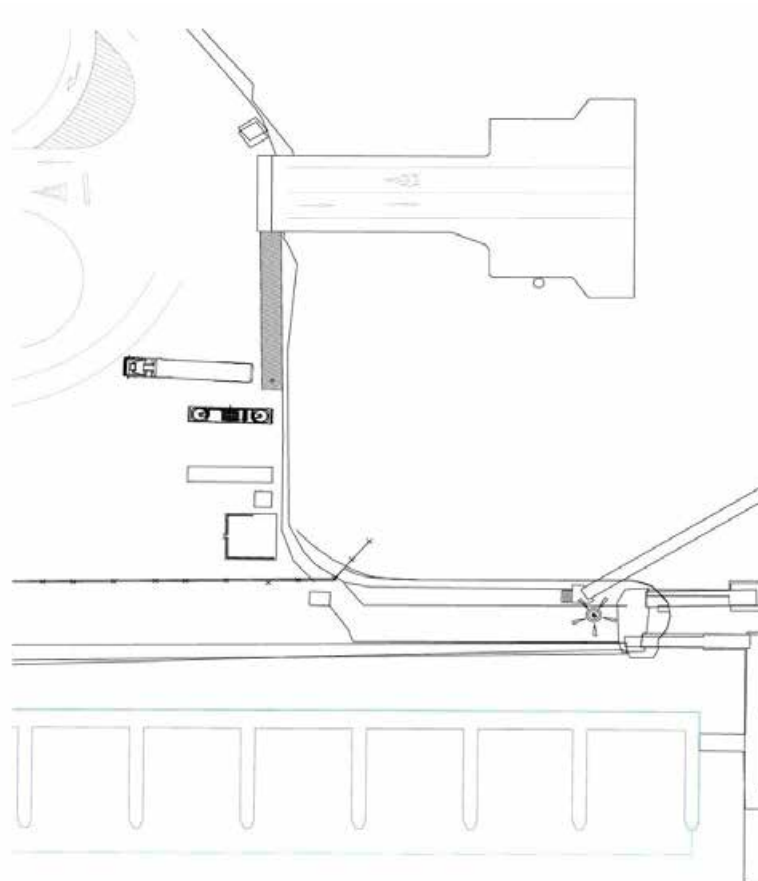


Figura 5.1: Distribución de los tanques. Fuente: Elaboración propia

5.2. Distancias de seguridad aplicables según normas del sector

A continuación, se exponen las principales referencias normativas a tener en cuenta a la hora de decidir sobre la ubicación del nuevo tanque, y las restricciones que establece cada una de ellas. Es preciso tener en cuenta que el establecimiento de las distancias a considerar depende en gran medida de si la instalación del nuevo tanque se considera administrativa y técnicamente como una ampliación de una instalación existente o como una nueva instalación. Por ello, se contemplan las dos opciones en los apartados subsiguientes.

<i>UNE-EN 60210:2015. Plantas satélite de GNL.</i>	Marca las distancias mínimas a exigir a una planta satélite de GNL, en función de la capacidad de almacenamiento.
--	---

Tabla 5.1 Distancias de seguridad UNE 60210, instalaciones TIPO A. Fuente: Elaboración propia.

Elementos	Distancia (m)
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados	5
Proyecciones de líneas eléctricas	10
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

Las distancias indicadas son las mínimas que deben existir entre los límites del depósito y los diversos lugares que se citan.

En todos casos, la distancia de la zona de conexión fija de mangueras de los muelles de descarga a los elementos establecidos debe ser la equivalente a la capacidad A.

Cuando no sea posible cumplir con dichas distancias, deben justificarse todas las variaciones que se introduzcan y las medidas de otro orden que se tomen en sustitución, como, por ejemplo, la aplicación de pantallas u obstáculos que obliguen al gas a efectuar un recorrido igual o superior a las distancias exigidas en la tabla superior.

- En los posibles puntos de derrame de GNL (válvula, brida, equipos auxiliares, etc.) donde la proyección del vertido pueda salir del cubeto, la altura de la pared de éste debe ser superior a la altura de dichos puntos, excepto en aquellos casos en que la distancia de éstos a la pared del cubeto sea superior a

5 m y la altura de los mismos sea inferior a 1,5 m o se hayan adoptado medidas anti-proyección del vertido.

Para una instalación de 5 m³ la norma la clasifica como tipo “a” con las distancias de seguridad establecidas en la siguiente tabla:

<i>Real Decreto 919/2006, de 28 de julio</i>	Aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos.
--	---

Las directrices que marca este Real Decreto, en su ITC-ICG-04, están recogidas en la norma UNE 60201:2015.

<i>Real Decreto 2060/2008 de 12 de diciembre</i>	Su <i>ITC EP4. Depósitos criogénicos</i> , aplica a las condiciones de instalación y pruebas periódicas de los depósitos criogénicos y sus equipos
--	--

De acuerdo con esta ITC, los depósitos criogénicos se clasifican teniendo en consideración los siguientes criterios:

- Capacidad geométrica total:
 - a) Depósitos de más de 1.000 litros a 5.000 litros.
 - b) Depósitos de más de 5.000 litros a 20.000 litros.
 - c) Depósitos de más de 20.000 litros a 60.000 litros.
 - d) Depósitos de más de 60.000 litros a 200.000 litros.
 - e) Depósitos de más de 200.000 litros a 400.000 litros. De aplicación al presente proyecto (con capacidad de almacenamiento geométrica conjunta de 310 m³).
 - f) Depósitos de más de 400.000 litros.
(NOTA: Esta clasificación es la misma que está expuesta en la obsoleta norma UNE 60210:2011, la nueva norma UNE tiene una clasificación diferente)
- Gas contenido:
 - Grupo 1.1. Gases inflamables. De aplicación al presente proyecto.
 - Grupo 1.2. Gases oxidantes.
 - Grupo 2. Gases inertes.

Dentro de su artículo 6, relativo a las prescripciones de seguridad de la instalación, se define lo siguiente:

- El emplazamiento de los recipientes será tal que permita el fácil acceso a los vehículos de abastecimiento y al personal autorizado.

- En el caso de existir varios recipientes en el mismo recinto, la separación recomendada entre ellos, siempre que sea posible, debería ser la semi-suma de sus radios y como mínimo superior a 0,5 m.

Dado que ambos depósitos tienen un diámetro de 2,1 m se obtiene, por tanto, una distancia mínima de seguridad de 1,05 metros entre las paredes de ambos tanques.

- A continuación, se indican las distancias que deben mantenerse ante diversos riesgos. Para aquellos riesgos no indicados en dicha tabla, se aplicará el que resulte equivalente. Las distancias indicadas se medirán siguiendo la posible trayectoria del gas en caso de escape contorneando las paredes de protección, si existen, tanto en sentido horizontal como vertical, estimando además los ángulos rectos como equivalentes a 2,5 m cuando los tramos que constituyan sus lados tengan una longitud mínima de 1,3 m.

Estas distancias son las mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 5.2: Distancias de seguridad (Fuente: Real Decreto 2060/2008).

Tipo de riesgo	Tamaño del depósito y características del gas																	
	a			b			c			d			e			f		
	1.1	1.2	2	1.1	1.2	2	1.1	1.2	2	1.1	1.2	2	1.1	1.2	2	1.1	1.2	1.2
Locales de trabajo (*) (edificaciones, vestuarios)	5	3	3	10	5	5	15	8	8	20	10	10	20	10	10	30	10	10
Sótanos, alcantarillas, Galerías servicio	5	5	5	10	5	5	10	8	8	10	10	10	20	10	10	20	10	10
Motores, interruptores (no antideflagrantes)	10	--	--	15	--	--	20	--	--	25	--	--	30	--	--	35	--	--
Depósitos, material inflamable; aéreos	5	5	3	10	10	3	10	15	5	10	15	5	10	20	5	20	30	5
Depósitos, material inflamable; subterráneos	5	5	3	5	5	3	5	8	5	5	10	5	5	10	5	10	20	5
Vías públicas, carreteras, ferrocarriles	15	3	3	20	5	3	25	5	3	30	5	3	35	10	5	40	20	5
Instalaciones con peligro de incendio (madera, plástico, etc.)	8	5	3	10	5	3	15	8	3	25	10	3	30	15	3	30	20	3
Llamas controladas (sopletes, mecheros, etc.)	10	5	3	15	5	3	20	10	5	25	10	5	30	15	10	35	15	10
Propiedad colindante al usuario.	15	1	1	20	2	2	25	2	2	30	2	2	35	5	5	40	10	10
Proyección líneas eléctricas aéreas de A.T.	10	5	3	15	5	3	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5
Edificios habitables	15	5	5	20	10	10	25	10	10	30	15	15	35	15	15	40	15	15

(*) Se excluyen las zonas de manipulación y utilización del producto (talleres, zona de producción, etc.)

a: Depósitos de más de 1.000 a 5.000 litros	1.1 = Gases inflamables
b: Depósitos de más de 5.000 a 20.000 litros	1.2 = Gases comburentes u oxidantes
c: Depósitos de más de 20.000 a 60.000 litros	2 = Gases inertes
d: Depósitos de más de 60.000 a 200.000 litros	
e: Depósitos de más de 200.000 a 400.000 litros	
f: Depósitos de más de 400.000 litros	

* NOTA: se excluyen las zonas de manipulación y utilización del producto (talleres, zona de producción, etc.).

La columna “a” se corresponde con las distancias referidas a la capacidad del tanque de GNL, en caso de ampliación de capacidad las distancias de seguridad cambiarían de forma acorde.

- Las distancias indicadas en este punto deben medirse desde los posibles puntos de fuga del líquido por uniones no soldadas como la boca de carga, conexiones no soldadas de válvulas, conexión del gasificador del circuito elevador de presión, etc., o la descarga de la válvula de seguridad del depósito.
- El depósito o los depósitos criogénicos estarán rodeados, en los lados en que no esté protegido por muros, por una cerca metálica ligera, de al menos 2 m de

altura, con el fin de evitar que personas ajenas al servicio puedan acceder a las instalaciones o manipularlas. Debe colocarse en sitio visible un cartel donde se indique el gas contenido, los peligros específicos y las medidas de seguridad recomendadas.

- Los vaporizadores/gasificadores exteriores al depósito o depósitos criogénicos deberán estar anclados y sus tuberías de conexión estar calculadas y diseñadas para evitar los efectos debidos a las dilataciones y contracciones causadas por los cambios de temperatura.
- Protección contra incendios: Se aplicarán los criterios que al efecto se establecen en el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

5.3. Distribución de los elementos

Atendiendo a las distancias marcadas por la normativa se ha establecido la siguiente distribución:

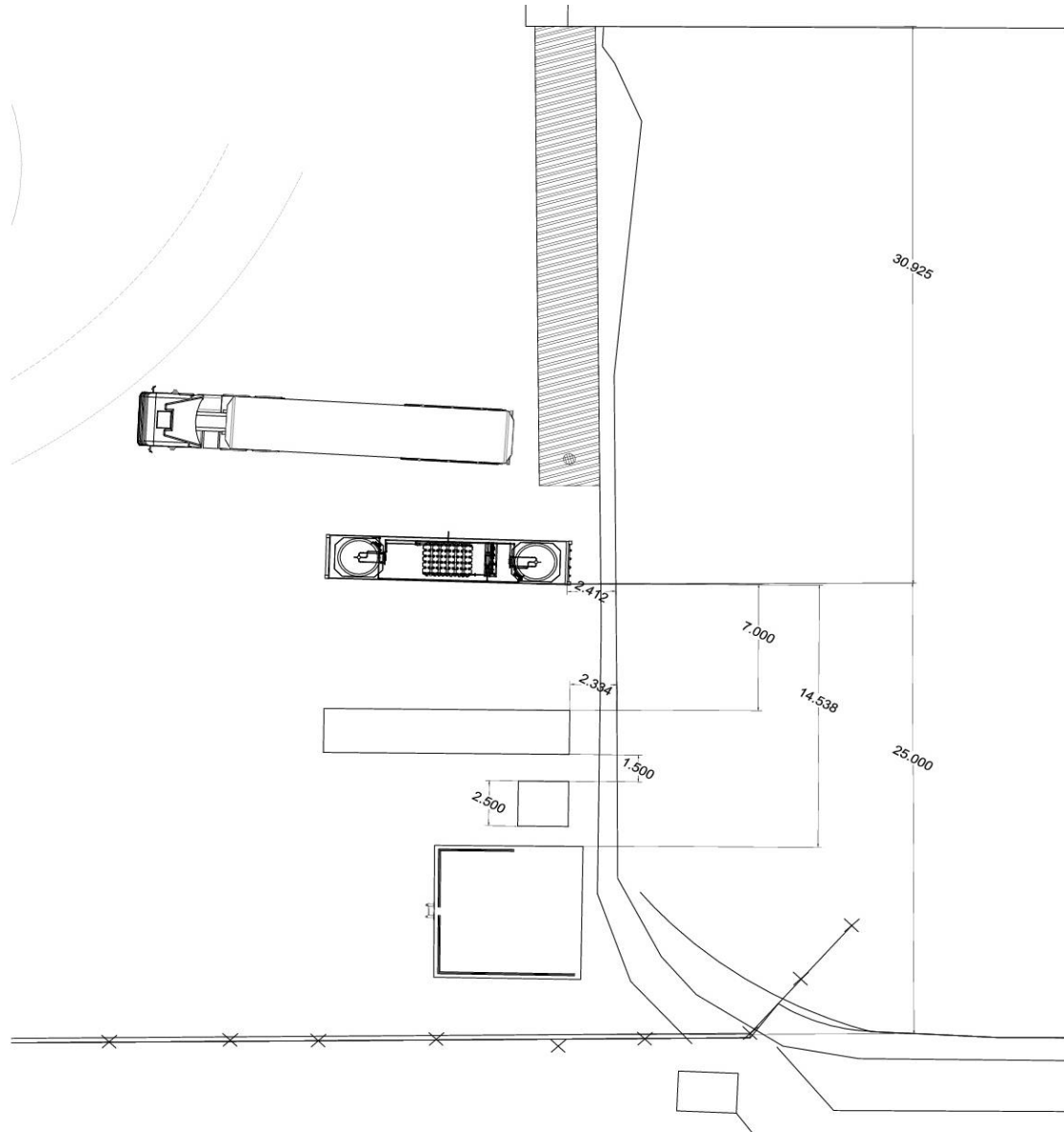


Figura 5.2: Ubicación exacta de los tanques. Fuente: Elaboración propia.

5.4. Verificación del cumplimiento de las distancias de seguridad aplicables según normas del sector

Para la evaluación del proyecto son de aplicación las siguientes distancias de acuerdo con la norma UNE 60210:2015 y el RD 2060/2008:

Localización	Distancia (m)	Cumplimiento
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües.	5	✓
Motores, interruptores (no anti-deflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados.	5	✓
Proyecciones eléctricas.	10	✓
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras ferrocarriles.	7	✓
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalarios, etc.	9	✓

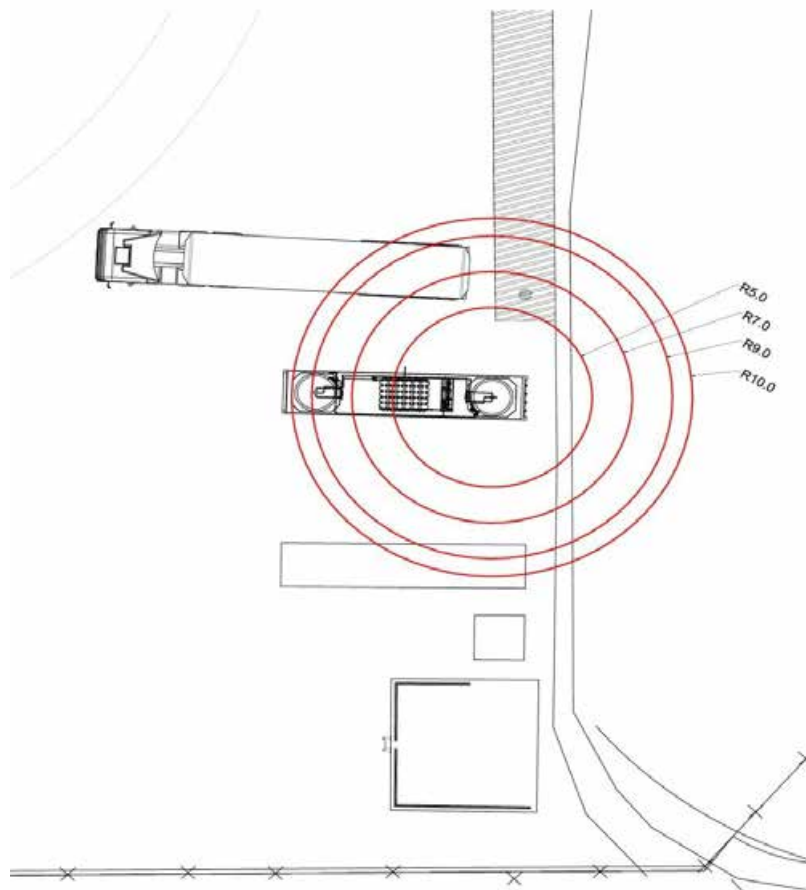


Figura 5.3: Distancias de seguridad para plantas satélite de GNL (de acuerdo con la UNE-60210:2015) con una capacidad de 5 m³ o inferior. Fuente: Elaboración propia.

Localización	Distancia (m)	Cumplimiento
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües.	5	✓
Motores, interruptores (no anti-deflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados.	5	✓
Proyecciones eléctricas.	10	✓
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras ferrocarriles.	7	✓
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalarios, etc.	9	✓

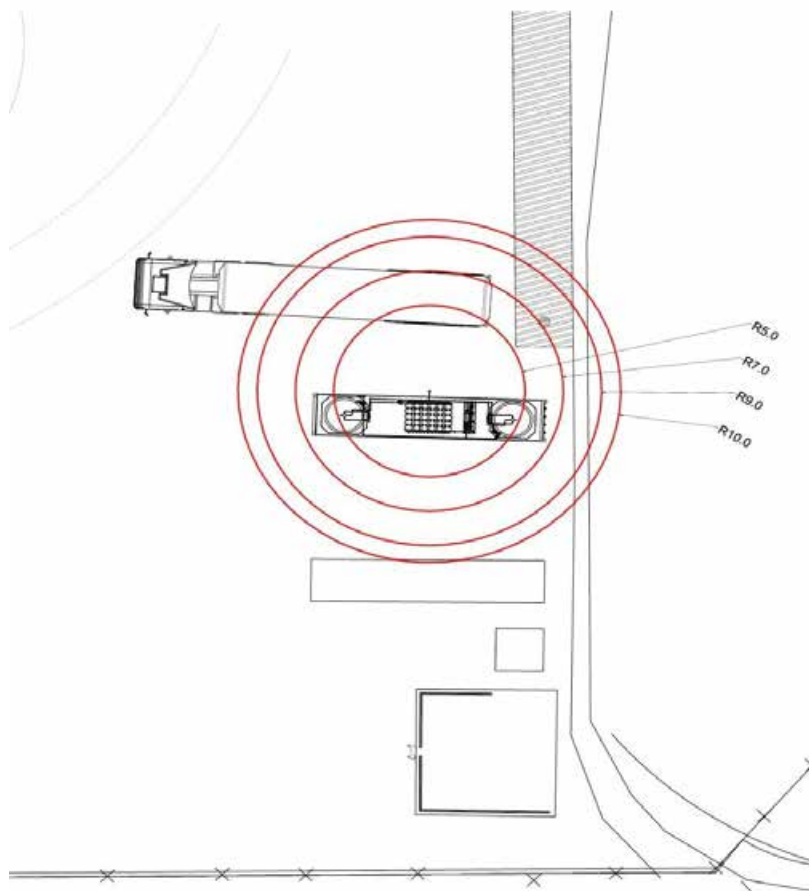


Figura 5.4: Distancias de seguridad para plantas satélite de GNL (de acuerdo con la UNE-60210:2015) para el punto de conexión.
 Fuente: Elaboración propia.

Localización	Distancia (m)	Cumplimiento
Locales de trabajo (edificaciones, vestuarios)	5	✓
Sótanos, alcantarillas, galerías de servicio	5	✓
Motores, interruptores (no anti-deflagrantes)	10	✓
Depósitos, material inflamable; aéreos	5	✓
Depósitos, material inflamable; subterráneos	5	✓
Vías públicas, carreteras, ferrocarriles	15	✓
Instalaciones con peligro de incendio (madera, plástico, etc.)	8	✓
Llamas controladas (sopletes, mecheros, etc.)	10	✓
Propiedades colindantes al usuario	15	✓
Proyección de líneas eléctricas aéreas de A.T.	10	✓
Edificios habitables	15	✓

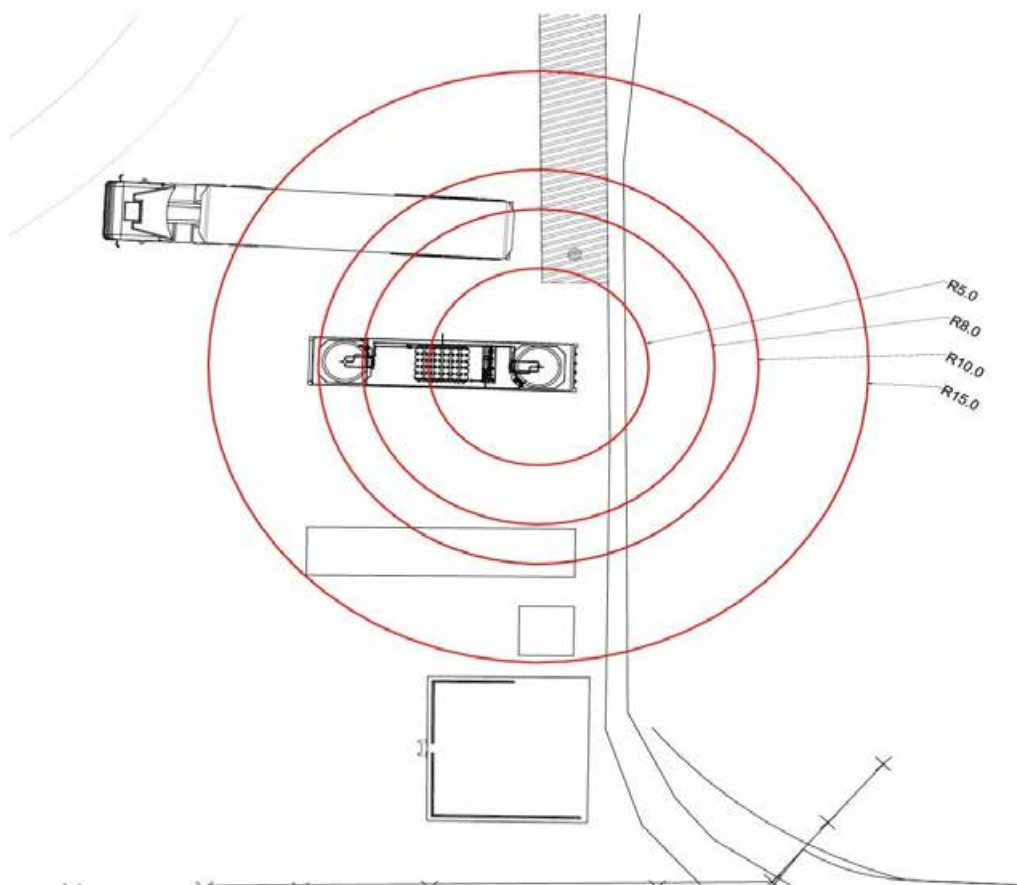


Figura 5.5: Distancias de seguridad para equipos a presión con una capacidad de 5 m³ o inferior. Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla resume el cumplimiento de la normativa anteriormente expuesta:

Tabla 5.3 Resumen cumplimiento distancias de seguridad. Fuente: elaboración propia.

UBICACIÓN	UNE 60210	RD 2060/2008
Muelle Ro-Ro (Rampa flotante)	✓	✓

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

En este apartado se desarrolla el análisis de riesgos. Se identificarán los riesgos relacionados con el GNL, el GN, y su operativa, y se determinarán sus posibles causas y consecuencias.

En el presente análisis de riesgos se ha tenido en cuenta únicamente una capacidad de almacenamiento de 5 m³ ya que en ningún caso se encontrarán ambos tanques en uso de forma simultánea.

6.1. Métodos y criterios para la evaluación del riesgo

6.1.1. Normativa y documentación utilizada

La evaluación de riesgos se ha desarrollado basándose en diversas normativas y guías de trabajo de origen tanto nacional como internacional.

Normativa y documentación europea

- Directiva 2012/18/UE. Relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- ISO/TS 16901:2015. Guidance on performing risk assessment in the design of onshore LNG installations including the ship/shore interface.
- ISO 16903/2015. Petroleum and natural gas industries – Characteristics of LNG, influencing the design, and material selection.
- Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2
- C.J.H. van den Bosch, w.p.m. Merx, C.M.A. Jasen, D. de Weer, D.v. Leeuwen, J.M. Blow-Bruggeman (1992). Methods for the determination of possible damage: GreenBook: CPR 16E.
- J.C.H. Schüller, J.L. Brinkman, P.J. van Gestel, R.W. van Otterloo (1997). Methods for determining and processing probabilities: Red Book: CPR 12E. *Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.*
- C.J.H. van den Bosch, R.A.P.M Weterings, N.J. Duijim, E.A. Bakkum, W.P.M. Mercx, A.C. van den Berg, W.F.J.M. Engllhard, J.C.A.M. van Doormaal (1996). Methods for the calculation of physical effects: YellowBook: CPR 14E. *Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.*

- P.A.M. Uijt de Haag, B.J.M. Ale (1997). Guideline for quantitative risk assessment: PurpleBook: CPR 18E. *Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties*.

Normativa y documentación española

- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. Transposición de la directiva 2012/18/UE al ordenamiento jurídico español.
- Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz Básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes grave en los que intervienen sustancias peligrosas.
- Real Decreto 2060/2008. Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se modifica la norma de gestión técnica del sistema NGTS-12 "Propuestas de actualización, revisión y modificación de las normas o protocolos de gestión del sistema".
- UNE 60210:2015. Plantas satélite de gas natural licuado.
- UNE-EN 1473:2017 Instalaciones y equipos para Gas Natural Licuado – Diseño de las instalaciones terrestres.
- NTP 326: Radicación térmica en incendios de líquidos y gases. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- NTP 362: Fugas en recipientes y conducciones: emisión en fase líquida. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- NTP 385: Fugas en recipientes: emisión en fase gaseosa. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- NTP 291: Modelos de vulnerabilidad de las personas por accidentes mayores: método Probit. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- NTP 293: Explosiones BLEVE (I): evaluación de la radiación. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Normativa y documentación gallega

- Plan de emergencia territorial de Galicia. Resolución 2 de agosto de 2010 (DOG núm. 153 11/08/2010)

- SISMIGAL. Plan especial frente al riesgo sísmico de Galicia. Resolución 2 de 2010 (DOG núm. 1153 11/08/2010)
- INUNUGAL. Plan especial de protección frente civil ante el riesgo de inundaciones en Galicia. Resolución 4 de octubre de 2016 (DOG núm. 197 17/10/2016)
- Plan de Protección Civil ante el riesgo de Temporales en Galicia. Resolución 24 de junio de 2002 (DOG núm. 143 26/07/2002)

6.1.2. Metodología seguida para la evaluación de riesgos

En la evaluación de los riesgos se han definido diferentes rangos de frecuencias y consecuencias, obtenidos a partir del estudio de la normativa, recomendaciones y guías técnicas expuestas en el punto anterior. De esta forma, para cada potencial peligro identificado, se ha categorizado su probabilidad de ocurrencia (o frecuencia) y sus consecuencias, lo que ha permitido calcular el riesgo asociado.

Rangos de frecuencia

Para el análisis de probabilidad se utilizó la clasificación presentada por la UNE-EN 1473:2017, que proporciona la siguiente tabla.

Tabla 6.1: Determinación del nivel de riesgo en el interior de los límites de la planta (Fuente: UNE-EN 1473:2017 Instalaciones y equipos para Gas Natural Licuado – Diseño de las instalaciones terrestres).

Rango 1:	Frecuencia de ocurrencia superior a una vez cada 10 años
Rango 2:	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 10 años y una vez cada 100 años.
Rango 3:	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 100 años y una vez cada 1 000 años
Rango 4:	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 1 000 años y una vez cada 10 000 años
Rango 5:	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 10 000 años y una vez cada 100 000 años
Rango 6:	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 100 000 años y una vez cada 1 000 000 años
Rango 7:	Frecuencia de ocurrencia inferior a una vez cada 1 000 000 de años (es decir, caída de un meteorito, etc.)

La clasificación empleada, a partir de la tabla superior, es la mostrada en la siguiente tabla. Se ha asignado una categorización a cada rango de probabilidades, asignando niveles que permitirán posteriormente calcular el riesgo, en combinación con las consecuencias.

Tabla 6.2: Valores asignados a la frecuencia de los sucesos. Fuente: Elaboración propia a partir de norma UNE 1473:2017.

Probabilidad	Clase	Nivel de Probabilidad asignado
1,00E-01	Clase 1	10
1,00E-02	Clase 2	5
1,00E-03	Clase 3	3
1,00E-04	Clase 4	2

Tabla 6.3 Valores asignados a la frecuencia de los sucesos (cont.). Fuente: Elaboración propia a partir de norma UNE 1473:2017

Probabilidad	Clase	Nivel de Probabilidad asignado
1,00E-05	Clase 5	1
1,00E-06	Clase 6	0,5
1,00E-07	Clase 7	0,1

Clases de consecuencias

Para el análisis de consecuencias se utilizó la clasificación presentada por la UNE-EN 1473:2017. Dicha norma proporciona la siguiente tabla de referencia, en la que se identifican cinco clases de consecuencias en base a: accidentes mortales, accidentes relacionados con la operación con pérdidas de tiempo y escape de hidrocarburos:

Tabla 6.4: Clases de consecuencias para la evaluación de riesgos (Fuente: UNE-EN 1473:2017 Instalaciones y equipos para Gas Natural Licuado – Diseño de las instalaciones terrestres).

	Criterio	Clase 1	Clase 2 ^a	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Accidentes mortales	Muertos	Más de 10	1 a 10	0	0	0
Accidentes con pérdida de tiempo	Heridos	Más de 100	11 a 100	2 a 10	1	0
Escape de hidrocarburos	Toneladas	Más de 100	10,01 a 100	1,01 a 10	0,1 a 1	Menos de 0,1

^a Esta clase se aproxima a los criterios de la Directiva SEVESO [Directiva Europea 96/82/CEE de 9 de diciembre de 1996, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas].

La clasificación empleada, elaborada a partir de la tabla superior, es la siguiente:

Tabla 6.5: Valores asignados a la gravedad de los sucesos. Fuente: Elaboración propia a partir de norma UNE 1473:2017.

Gravedad			Criterio	Nivel de Gravedad asignado
Muertos	Heridos	Toneladas		
+10	+100	+100	1	10
1 -10	11 - 100	10,1 - 100	2	5
0	2 - 10	1,01 – 10	3	3
0	1	0,1 - 1	4	2
0	0	< 0,1	5	1

Evaluación del riesgo

Una vez clasificados los peligros según su frecuencia y gravedad, estos fueron evaluados atendiendo a sus niveles de frecuencia y gravedad mediante una matriz de riesgo tal como indica UNE-EN 1473:2017.

Los niveles de aceptabilidad establecidos por la UNE-EN 1473:2017 se definen en la propia norma de la siguiente forma.

- **Nivel 3:** situación no deseada y que no puede ser permitida. Se requieren medidas correctoras (no aceptable)
- **Nivel 2:** situación que debe ser mejorada. Nivel para el que debe probarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo permaneciendo dentro de las prácticas razonables (ALARP)⁴
- **Nivel 1:** situación normal (aceptable).

Así, el nivel de riesgo de cada suceso se evalúa multiplicando el nivel de frecuencia por el nivel de gravedad.

$$NR = NF * NG$$

Ecuación 6.1

Donde:

- NR = Nivel de riesgo
- NF = Nivel de frecuencia
- NG = Nivel de gravedad

⁴ ALARP – As Low as Reasonable Possible

Atendiendo a esta fórmula y según los criterios proporcionados por la UNE-EN 1473:2017 los riesgos se clasifican en tres grados (dependiendo de si se evalúan en el exterior o en el interior del recinto de las instalaciones):

Tabla 6.6: Correspondencia de los niveles de riesgo dentro de planta. Fuente: Elaboración propia a partir de norma UNE 1473:2017

Nivel de Riesgo (NR)	Grado
25 o más	Inaceptable
De 9 a 25	Zona ALARP
Menor de 9	Situación normal

Tabla 6.7: Correspondencia de los niveles de riesgo en el exterior del recinto. Fuente: Elaboración propia a partir de norma UNE 1473:2017

Nivel de Riesgo (NR)	Grado
15 o más	Inaceptable
De 5 a 15	Zona ALARP
Menor de 5	Situación normal

Combinando las probabilidades de ocurrencia con las consecuencias, se obtienen las matrices de riesgos mostradas a continuación:

Tabla 6.8 Matriz análisis de riesgos. Interior instalaciones. Fuente: elaboración propia a partir de norma UNE 1473:2017.

Riesgo	Frecuencia de accidente de la planta	Frecuencia por año	Clase de consecuencias				
			1	2	3	5	10
Clase 1	10	10	10	20	30	50	100
Clase 2	5	5	5	10	15	25	50
Clase 3	3	3	3	6	9	15	30
Clase 4	2	2	2	4	6	10	20
Clase 5	1	1	1	2	3	5	10
Clase 6	0,5	0,5	0,5	1	1,5	2,5	5
Clase 7	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	1

Tabla 6.9 Matriz análisis de riesgos. Exterior instalaciones. Fuente: elaboración propia a partir de norma UNE 1473:2017.

Riesgo	Frecuencia de accidente de la planta	Frecuencia por año	Clase de consecuencias				
			1	2	3	5	10
Clase 1	10	10	10	20	30	50	100
Clase 2	5	5	5	10	15	25	50
Clase 3	3	3	3	6	9	15	30
Clase 4	2	2	2	4	6	10	20
Clase 5	1	1	1	2	3	5	10
Clase 6	0,5	0,5	0,5	1	1,5	2,5	5
Clase 7	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	1

6.2. Riesgos identificados, asociados al GN y al GNL

Los riesgos identificados se han dividido en tres categorías según el origen de los mismos.

- Riesgos técnicos
- Riesgos antrópicos
- Riesgos naturales

6.2.1. Riesgos técnicos

Son aquellos derivados de un fallo en las instalaciones y pueden tener múltiples consecuencias. Los riesgos clasificados como técnicos son los siguientes:

Derrame de GNL (sin fuente de ignición) T - 01

El GNL se encuentra a temperaturas criogénicas (rondando los $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$), la exposición al mismo puede tener consecuencias severas para las personas que entren en contacto con él.

- 1) Las consecuencias de un accidente causado por un vertido de GNL sin fuente de ignición son:
 - a) Contacto directo: Puede ocasionar quemaduras, lesiones graves o incluso la muerte.
 - b) El vertido de GNL sobre estructuras: Puede provocar fractura frágil en estructuras que no soporten tales temperaturas.
- 2) El vertido produce gas de evaporación de dos formas:
 - a) Fenómeno denominado flash: Al perder presión una parte del GNL se transforma en GN
 - b) Ebullición por contacto: Cuando el GNL entra en contacto con una superficie a temperatura ambiente, el diferencial de temperatura es tan grande que provoca la ebullición masiva.

En ambos casos el gas producido está a la misma temperatura que el GNL y por lo tanto puede causar los mismos daños a personas y estructuras, incluyendo daños a pulmones por bajas temperaturas, asfixia por desplazamiento del oxígeno en espacios confinados y congelación por exposición prolongada.

Derrame de GNL (con fuente de ignición) T - 02

El incendio de charco o “fire pool” se genera tras un derrame accidental de GNL, y normalmente es consecuencia de la deflagración de los gases de evaporación **T - 04** y **T - 06**. Para que se forme un charco de GNL, la cantidad de combustible liberado debe

ser tal que la transferencia de calor con el aire no sea suficiente para causar la vaporización de todo el gas licuado de forma instantánea, y que parte de él acabe formando un charco sobre la superficie. La potencia emitida por la superficie (SEP, *Surface Emissive Power*) de una llama procedente de un charco suficientemente grande de GNL suele estar por encima de los 200 kW/m² (Un bombero debidamente equipado puede soportar solamente 12,5 kW/m² por un tiempo prolongado).

Nube de gas no confinada (sin fuente de ignición) T - 03

Una nube de gas en un espacio no confinado no supone un riesgo grave para la salud o la seguridad si no existe una fuente de ignición. Sin embargo, debido a las bajas temperaturas a las que se encuentra el gas puede causar quemaduras por frío al contacto con la piel.

Nube de gas no confinada (con fuente de ignición) T - 04

Cuando la ignición no es instantánea, existe la posibilidad de que la nube de gas aumente de tamaño y, por tanto, las consecuencias de un accidente serán mayores. Al incrementar su tamaño, posibilidad de encontrar una fuente de ignición aumenta a su vez. En espacios abiertos, las nubes de gas pueden viajar varios cientos de metros, alcanzando fuentes de ignición que se creían fuera del alcance.

También es posible que se produzca una explosión UVCE (*Unconfined Vapour Cloud Explosion*). Este tipo de explosión está asociada al escape masivo de gases. Se define como la combustión de la mezcla combustible-aire formada por la fuga y dispersión de una sustancia combustible en la atmósfera, dando lugar a temperaturas muy elevadas, y generando una onda de presión.

En función de la velocidad de propagación de la llama, el fenómeno puede resultar en:

- Deflagración: Si la velocidad de propagación es baja
- Detonación: Si la velocidad de propagación es alta.

En el caso del gas natural es poco probable que cause una situación de explosión en entornos abiertos ya que el componente principal del gas (CH₄), tiene una baja velocidad de propagación de la llama.

Una pérdida de contención, tanto por vertido accidental de GNL como por fuga de gas posterior al sistema de regasificación, puede causar una nube de gas natural y aire, que se puede inflamar cuando la concentración de GN está dentro del rango de inflamabilidad (entre el 5% y 15% del volumen de la mezcla). La deflagración de la nube causa un incendio de llamarada (“flash fire”).

Existe el riesgo de que, tras producirse la ignición, la llama pueda retroceder hasta el origen de la fuga evolucionando en un incendio de charco, dardo de fuego o incluso en ruptura catastrófica del depósito.

Nube de gas confinada (sin fuente de ignición) **T - 05**

Una fuga en la instalación posterior al sistema de regasificación puede formar una nube de gas, que en un espacio confinado puede desplazar el oxígeno y producir asfixia.

Cuando el oxígeno del aire desciende por debajo del 18% aparece el riesgo de asfixia, esto puede causar; mareos, cansancio y debilidad muscular. Si se pasa el umbral del 10%, las consecuencias son mayores, llegando a producirse la pérdida de conocimiento y la muerte por asfixia.

Nube de gas confinada (con fuente de ignición) **T - 06**

La explosión CVE (*Confined Vapour Explosion*) se produce cuando el material volátil se encuentra en condiciones de confinamiento. Si la nube confinada se encuentra en los límites de inflamabilidad y entra en contacto con una fuente de ignición la inflamación de la misma causa una explosión.

En las instalaciones congestionadas puede producirse una situación de semi-confinamiento, definida entre los fenómenos de CVE (**T - 06**) y UVCE (**T - 04**).

Fuga de GNL/GN (sin fuente de ignición) **T - 07**

Una fuga de gas en un espacio no confinado no supone un riesgo para la salud o la seguridad si no existe una fuente de ignición. Sin embargo, debido a las bajas temperaturas a las que se encuentra el gas puede causar quemaduras por frío al contacto con la piel.

Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición) **T - 08**

Cuando ocurre una fuga de GNL/GN y ésta encuentra una fuente de ignición ya sea de forma inmediata o mediante al desplazamiento de la nube de gas (**T - 04**) el fuego puede estabilizarse originando una llama estacionaria de forma alargada denominada dardo de fuego o “jet fire”.

Pérdida de contención total (sin fuente de ignición) **T - 09**

Las consecuencias son similares a las producidas por un derrame de GNL **T - 10**, pero a una escala mucho mayor.

Pérdida de contención total (con fuente de ignición) **T - 10**

El incendio por bola de fuego entraña un gran peligro. Este tipo de suceso tiene lugar cuando se produce una fuga instantánea y masiva de combustible a la atmosfera

(normalmente causada por una rotura en el depósito). La fuga, al encontrar una fuente de ignición, genera una llamarada esférica con una duración y diámetro que dependen directamente de la cantidad de material inflamable implicado. Este tipo de fenómeno suele ser consecuencia de una explosión del tipo BLEVE (**T - 11**).

Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE, Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) T - 11

Un líquido almacenado en un depósito a suficiente presión, si este se encuentra en las proximidades de su punto de ebullición, se evaporará con suma rapidez si es liberado repentinamente. Este proceso de expansión violenta puede provocar la proyección de múltiples partes de los depósitos rotos a varios cientos de metros de distancia.

Este tipo de fenómenos suelen ser consecuencia de un incendio previo que rodea al tanque causando un aumento en la temperatura interior y haciendo ceder la estructura mecánica.

Rollover – Basculamiento de capas T - 12

La norma UNE-EN ISO 16903:2015 define el término como se expone a continuación.

“El término basculamiento de capas hace referencia al proceso que puede ocasionar la emisión de grandes cantidades de gas desde un depósito de GNL durante un corto periodo de tiempo. Esto podría producir una sobrepresión en el depósito para la que éste no está diseñado o protegido. Es posible que en los depósitos de almacenamiento de GNL se puedan formar dos capas o células estratificadas estables, generalmente provocadas por una mezcla incompleta de GNL recientemente cargado en el depósito y de líquido de una densidad diferente en el fondo del depósito. Dentro de una misma capa la densidad del líquido es uniforme pero la capa del fondo se compone de líquido más denso que el de la capa superior. En consecuencia, debido a la fuga de calor en el interior del depósito, a la transferencia de calor y de masa entre las capas y a la evaporación en la superficie del líquido, se equilibra la densidad de las capas y finalmente se mezclan. Esta mezcla espontánea se denomina basculamiento de capas y si, como es el caso más frecuente, el líquido en la capa del fondo se sobrecalienta en relación a la presión en el espacio de vapor del depósito, el basculamiento de capas está acompañado de un incremento en la formación del vapor. Este incremento es algunas veces rápido e importante. En ciertos casos, el incremento de la presión en el depósito ha sido suficiente para causar el desenclavamiento de las válvulas de seguridad de sobrepresión.”

Si se sospecha que está sucediendo, se debe de intentar circular líquido desde la capa inferior hasta la capa superior para promover la mezcla. El *rollover* puede ser prevenido mediante una gestión eficiente del stock: el GNL procedente de diferentes

fuentes y con diferentes composiciones no se debe almacenar conjuntamente, y la cantidad almacenada debe minimizarse. Si dichas soluciones no resultan efectivas, se puede asegurar una buena mezcla mediante el relleno de los tanques. Por otro lado, un contenido alto de Nitrógeno en las instalaciones de GNL también puede causar *rollover* durante el cese de llenado de los tanques, debido a la evaporación preferente del Nitrógeno.

TRF – Transición rápida de fase **T - 13**

La norma UNE-EN ISO 16903:2015 define el término como se expone a continuación.

“Cuando dos líquidos a diferente temperatura entran en contacto, puede producirse fuerzas de onda de choque en determinadas circunstancias. Este fenómeno, denominado transición rápida de fase (RPT), se puede producir cuando entran en contacto el GNL y el agua. Aunque no se produzca combustión, este fenómeno tiene todas las características de una explosión. Las transiciones rápidas de fase, RPT (Rapid Phase Transition), resultantes de un vertido de GNL en agua han sido a la vez raras y con consecuencias relativamente limitadas. Se puede resumir una teoría que concuerda con los resultados experimentales de la forma siguiente: Cuando dos líquidos a temperaturas muy diferentes entran en contacto directo, si la temperatura del más caliente de los dos líquidos (expresada en Kelvin) es superior a 1,1 veces la temperatura de ebullición del más frío, el incremento de temperatura de este último es tan rápido que la temperatura de la capa de la superficie puede sobrepasar la temperatura de nucleación espontánea (es decir, cuando se producen burbujas en el líquido). En determinadas circunstancias, este líquido sobrecalentado se vaporiza en un periodo de tiempo muy corto mediante un mecanismo de reacción compleja en cadena y por tanto genera vapor a un índice de onda de choque.

Fallo en instrumentación (Defecto del sistema) **T - 14**

Un fallo en la instrumentación de medida o control puede derivar en algo más grave siendo el causante de cualquiera de los riesgos anteriores.

6.2.2. Riesgos antrópicos

Estos riesgos son aquellos que tienen su origen directo en la intervención humana, ya sea por parte de los trabajadores o por personal ajeno a las instalaciones.

Fallo en instrumentación (Error humano) **A - 01**

Un fallo en la instrumentación de medida o control puede derivar en algo más grave siendo el causante de cualquiera de los riesgos anteriormente citados.

Terrorismo **A - 02**

El riesgo de ataques terroristas conlleva la incertidumbre de que es imposible de prever. Múltiples informes indican que los tanques de GNL y las plantas de regasificación son posibles objetivos terroristas. En España existe el Plan de Prevención y Protección Antiterrorista para dar respuesta global e integral al riesgo de posibles ataques terroristas.

Debido a su estructura, los tanques de almacenamiento de GNL requieren de una fuerza destructiva considerable para romper los sistemas de contención. Debido a esto, los incendios presentan el mayor riesgo por actos terroristas.

En caso de colisión de un vehículo contra el depósito de almacenaje de GNL, el mayor riesgo deriva de la posibilidad de que el accidente cause con el combustible del vehículo estrellado más que del impacto físico en sí mismo. El incendio producido podría afectar a los tanques de GNL originando una reacción en cadena produciendo mayores daños en la instalación y zonas adyacentes.

Actos Vandálicos **A - 03**

Los actos vandálicos previsibles son el sabotaje y los hurtos en la instalación. Las consecuencias de los estos actos pueden afectar al funcionamiento de la instalación, lo que puede ocasionar tanto riesgo para los trabajadores como para los vándalos. Este tipo de actos puede derivar en cualquiera de los riesgos técnicos mencionados anteriormente.

Impactos mecánicos **A - 04**

Los impactos mecánicos previsibles son los derivados de accidentes en el tránsito de vehículos y mercancías generadas por el uso propio de las instalaciones. Las consecuencias de estas acciones pueden ir desde un simple inconveniente a una explosión. En casos extremos el accidente puede derivar en un incendio que podría afectar a los tanques de GNL originando una reacción en cadena que puede incluso causar una BLEVE.

6.2.3. Riesgos naturales

Este tipo de riesgos son normalmente inevitables y pueden en ocasiones ser la causa de alguno de los riesgos de tipo técnico.

Lluvias/Inundaciones **N - 01**

Las lluvias pueden llegar a ser un factor de riesgo para las infraestructuras. Durante el diseño es importante tener en cuenta los Planes Hidrológicos y la climatología de la

zona. También es necesario tener en cuenta la metodología de cálculo y restricciones, en especial a lo referente al cálculo de caudales de avenida, dominio público hidráulico, zonas de afección y zonas inundables.

Vientos Fuertes/Temporales **N - 02**

Los estudios ambientales indican que como norma general los vientos en la zona son moderados, pudiendo alcanzar rachas muy intensas causando un desplazamiento y dispersión del gas elevado. Se deberían tener presente los posibles efectos que una modificación del clima mundial, como consecuencia del efecto invernadero. Es importante tener en cuenta las rachas de viento para minimizar los posibles impactos causados por objetos susceptibles de ser arrastrados por el viento y provocar daños mayores.

Incendios **N - 03**

Un incendio siempre es una gran fuente de riesgos, en este caso el peor de ellos sería que el calor producido alcance los depósitos calentando el GNL hasta el punto de que la presión dentro del tanque sea superior a la que puede soportar. Las llamas pueden afectar a otros sistemas o partes de la instalación y causar cualquiera de los fallos técnicos mencionados.

Terremotos **N - 04**

Los riesgos asociados a la integridad de los elementos de la implantación del GN y GNL, están cubiertos por la normativa sismo-resistente española, de obligado cumplimiento. Los tanques de GNL son un gran riesgo potencial y se diseñan para resistir la actividad sísmica.

Tabla 6.10: Recopilación de riesgos y nomenclaturas asignadas (Fuente: elaboración propia).

Origen	Evento	Peligro	Nomenclatura
Técnico	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	T - 01
Técnico	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	T - 02
Técnico	Nube de Gas no confinada (sin fuente de ignición)	Exposición al gas	T - 03
Técnico	Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)	Deflagración de nube – Explosión - UCVE - desencadenante de riesgos técnicos	T - 04
Técnico	Nube de Gas confinada (sin fuente de ignición)	Exposición al gas	T - 05

Origen	Evento	Peligro	Nomenclatura
Técnico	Nube de Gas confinada (con fuente de ignición)	Explosión – CVE	T - 06
Técnico	Fuga de GNL o GN sin fuente de ignición	Gas a temperaturas criogénicas	T - 07
Técnico	Fuga de GNL o GN con fuente de ignición	Dardo de Fuego	T - 08
Técnico	Perdida de contención total (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	T - 09
Técnico	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola de fuego	T - 10
Técnico	Expansión explosiva de vapor	Explosión – BLEVE	T - 11
Técnico	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	T - 12
Técnico	TRF – Transición rápida de fase	Sobrepresión – Onda de choque	T - 13
Técnico	Fallo en instrumentación	Desencadenante de los riesgos anteriores	T - 14
Antrópico	Fallo en instrumentación	Desencadenante de los riesgos anteriores	A - 01
Antrópico	Terrorismo	Desencadenante de los riesgos tipo Técnico	A - 02
Antrópico	Actos Vandálicos	Desencadenante de los riesgos tipo Técnico	A - 03
Antrópico	Impactos mecánicos	Desencadenante de los riesgos tipo Técnico	A - 04
Natural	Lluvias/Inundaciones	Desencadenante de los riesgos tipo Técnico	N - 01
Natural	Vientos Fuertes/Temporales	Desencadenante de los riesgos tipo Técnico	N - 02
Natural	Incendios	Desencadenante de los riesgos tipo Técnico	N - 03
Natural	Terremotos	Desencadenante de los riesgos tipo Técnico	N - 04

6.3. Operativas a tener en cuenta

Las operaciones definidas para la evaluación de los riesgos asociados al almacenamiento y la manipulación de GNL en este caso concreto son tres:

- Transporte de GNL a través de las instalaciones portuarias.
- Operación de suministro de GNL a los tanques, desde cisterna.
- Operación normal de funcionamiento, suministrando al elemento consumidor.

6.3.1. Transporte de GNL

Para realizar la carga de GNL, el camión de transporte debe recorrer parte de las instalaciones portuarias, tal como se ve en la siguiente imagen:



Figura 6.1 Rutas de transporte GNL instalaciones portuarias. Fuente: elaboración propia.

A lo largo de este trayecto el camión se encontrará probablemente con vehículos en proceso de ser cargados y/o descargados, esta es la actividad más frecuente en esta área del puerto.

- A: Zona de descarga de los vehículos transportados en tráiler.
- B: Zonas de carga y descarga de vehículos en los barcos RO-RO.

Las zonas A y B tienen una gran actividad a lo largo de toda la jornada (aunque la actividad de las zonas B es dependiente de la presencia o ausencia de barcos).

Estas actividades implican un riesgo adicional de choque y accidentes.

6.4. Análisis de la probabilidad de eventos

De acuerdo a los rangos de frecuencias expuestos en la sección 6.1.2, se le ha asignado a cada uno de los potenciales peligros identificados un valor, para posteriormente categorizarlos de acuerdo a la clasificación establecida. A continuación, se exponen los resultados obtenidos para cada riesgo identificado.

6.4.1. Riesgos técnicos

La probabilidad de que se produzcan diversos riesgos técnicos mencionados se ha calculado teniendo en cuenta datos estadísticos de fallo de las diversas partes del sistema y las probabilidades derivadas de los árboles de suceso de cada fallo.

Probabilidades de fallo de los diversos elementos

Los valores estadísticos de fallo de los diversos elementos fueron extraídos del “PurpleBook” para los elementos de la instalación

Tabla 6.11: Probabilidades de fallo de los diversos elementos del sistema. Fuente: Compilación de datos extraídas del Purplebook.

Origen	Fallo	Frecuencia
Tanque	Liberación instantánea de toda la carga	5×10^{-7} /año
	Liberación de toda la carga de forma continuada (10 min)	5×10^{-7} /año
	Fuga continua ($\varnothing_e = 10$ mm)	1×10^{-5} /año
Mangas y tuberías	Rotura completa ($\varnothing_n < 75$ mm)	1×10^{-6} /metro*año $1,5 \times 10^{-5}$ /año ⁵
	Rotura completa ($75\text{mm} \leq \varnothing_n \leq 150$ mm)	3×10^{-7} /metro*año $4,5 \times 10^{-6}$ /año ⁵
	Rotura completa ($\varnothing_n > 150$ mm)	1×10^{-7} /metro*año $6,75 \times 10^{-5}$ /año ⁵
	Fuga de $\varnothing_e = 10\%$ del \varnothing_n ($\varnothing_n < 75$ mm)	5×10^{-6} /metro*año $7,5 \times 10^{-5}$ /año ⁵
	Fuga de $\varnothing_e = 10\%$ del \varnothing_n ($75\text{mm} \leq \varnothing_n \leq 150$ mm)	2×10^{-6} /metro*año 3×10^{-5} /año ⁵
	Fuga de $\varnothing_e = 10\%$ del \varnothing_n ($\varnothing_n > 150$ mm)	5×10^{-5} /metro*año $7,5 \times 10^{-4}$ /año ⁵
Bombas	Rotura completa de la conexión principal	1×10^{-4} /año
	Fuga de $\varnothing_e = 10\%$ del \varnothing_n de la conexión principal	5×10^{-4} /año
Intercambiadores de calor	Rotura completa de 10 tubos simultáneamente	1×10^{-5} /año
	Rotura completa de un tubo	1×10^{-3} /año
	Fuga de $\varnothing_e = 10\%$ del \varnothing_n	1×10^{-2} /año

⁵ Considerando 15 m de tubería

Aliviadores de presión	Descarga del aliviador de presión con el máximo índice de descarga	$2 \cdot 10^{-5}$ /año
------------------------	--	------------------------

Tabla 6.12 Probabilidades de fallo de los diversos elementos del sistema (cont.). Fuente: Compilación de datos extraídas del Purplebook

Origen	Fallo	Frecuencia
Camión cisterna ⁶	Liberación instantánea de toda la carga	5×10^{-7} /año
	Fuga continua \emptyset = conexión de mayor tamaño	5×10^{-7} /año
	Rotura completa de la manga de carga/descarga	4×10^{-6} /hora
	Fuga en la manga de carga/descarga ($\emptyset_e = 10\%$ del \emptyset_n)	4×10^{-5} /hora
	Fuego bajo el tanque	1×10^{-6} /año
	Liberación instantánea de toda la carga, BLEVE (Efecto dominó)	$6,25 \times 10^{-8}$ /año

Arboles de eventos

Los riesgos técnicos asociados a fugas y escapes de combustible anteriormente evaluados se presentan a continuación en forma de árbol de eventos. Estos árboles de eventos permiten hacer el cálculo de la probabilidad final de ocurrencia de un incidente, en función del suceso iniciador y de la consecución de eventos.

⁶ Dadas las medidas de seguridad y prevención de accidentes aplicadas al recinto las probabilidades de que se produzcan pérdidas de contención en el camión cisterna se consideran despreciables según nos indica el PurpleBook.

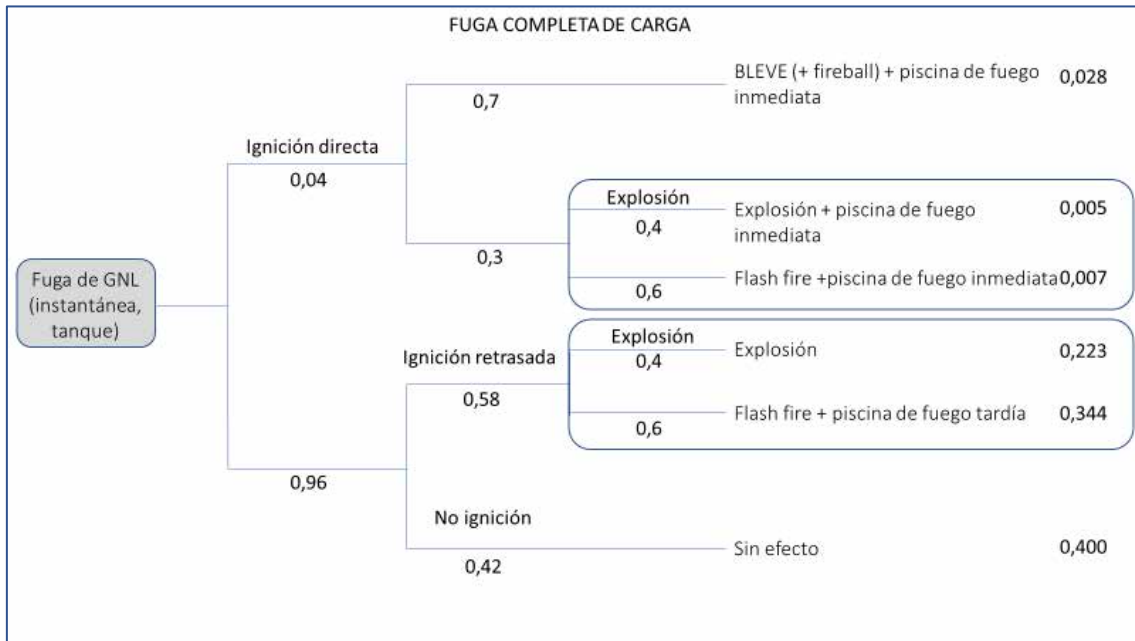


Figura 6.1: Árbol de eventos para una pérdida total de carga en tanque de GNL. Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por Bevi 3.2.

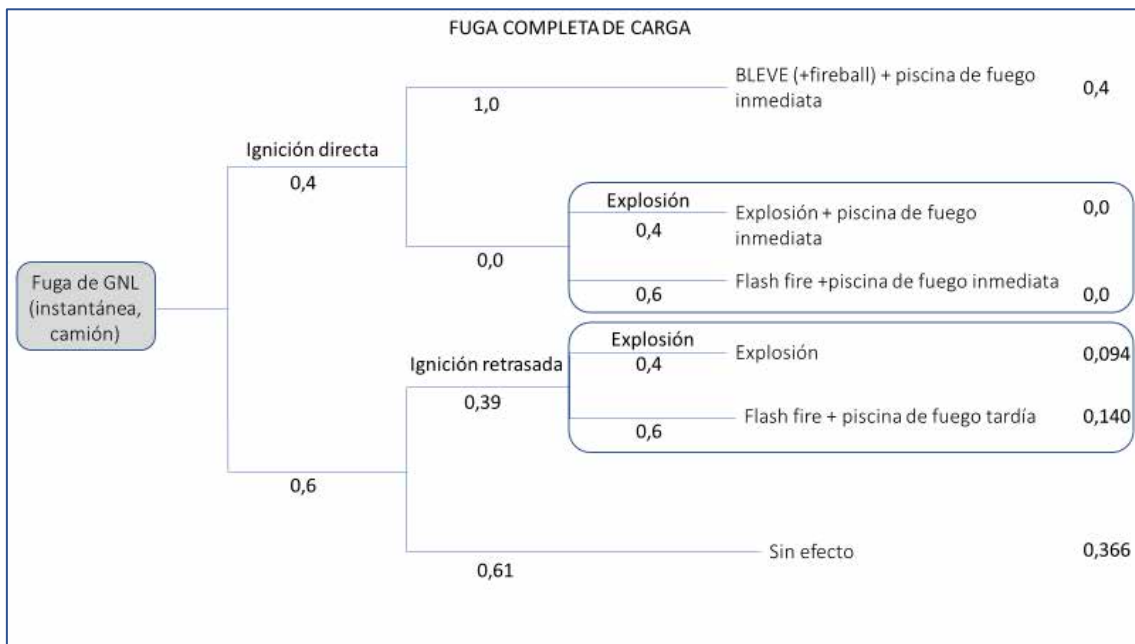


Figura 6.2: Árbol de eventos para una pérdida total de carga en camión de GNL. Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por Bevi 3.2.

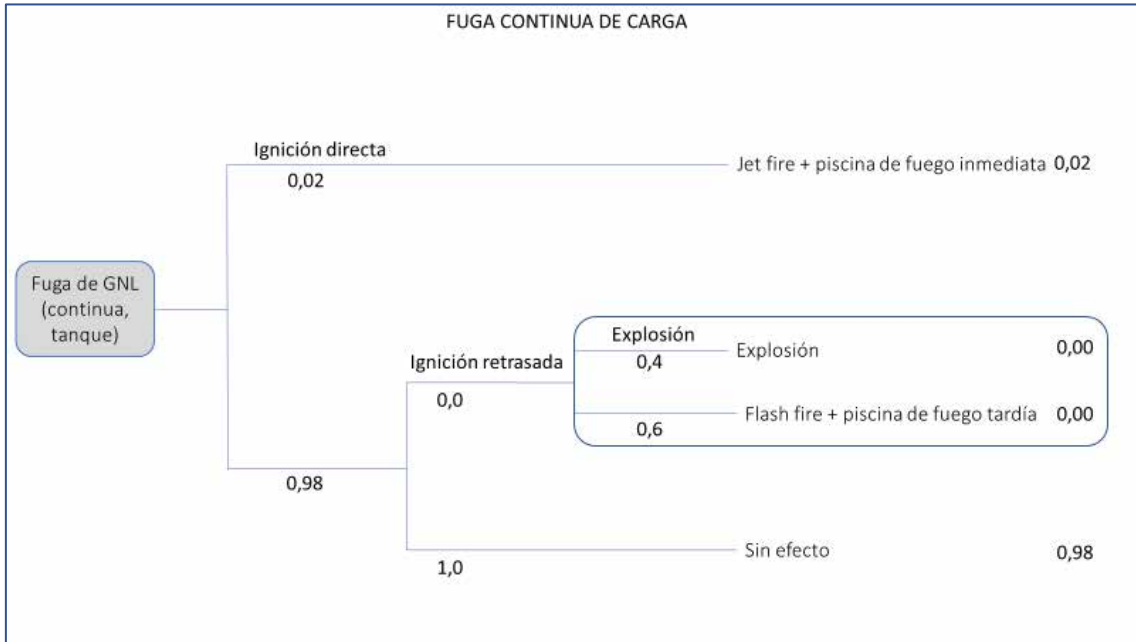


Figura 6.3: Árbol de eventos para una pérdida de carga continuada en tanque de GNL. Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por Bevi 3.2.

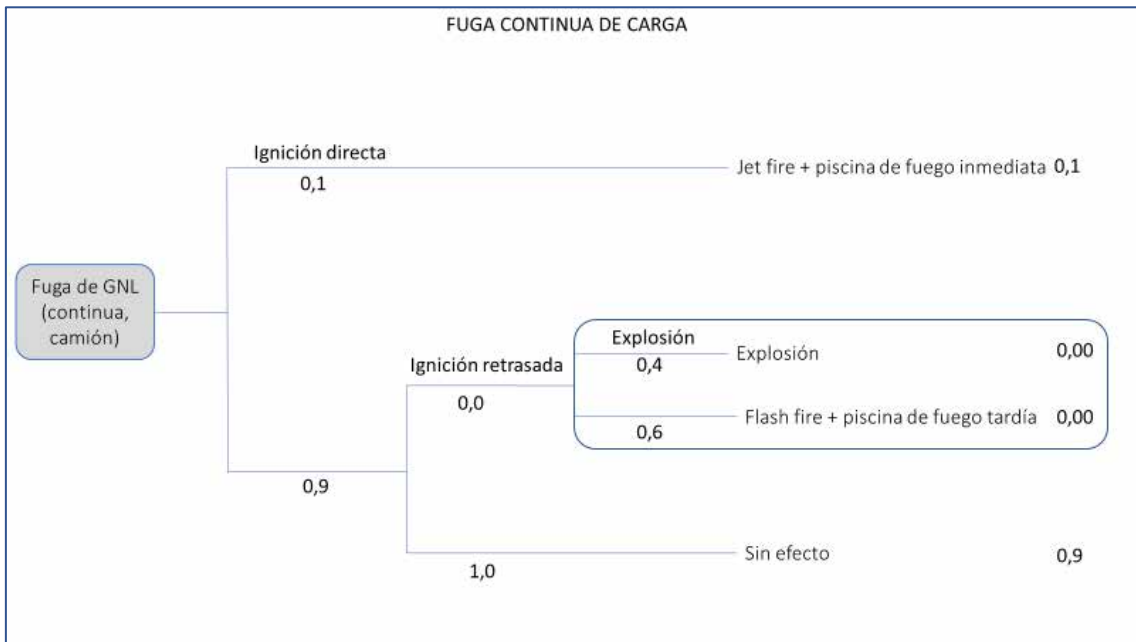


Figura 6.4: Árbol de eventos para una pérdida de carga continuada en camión de GNL. Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por Bevi 3.2.

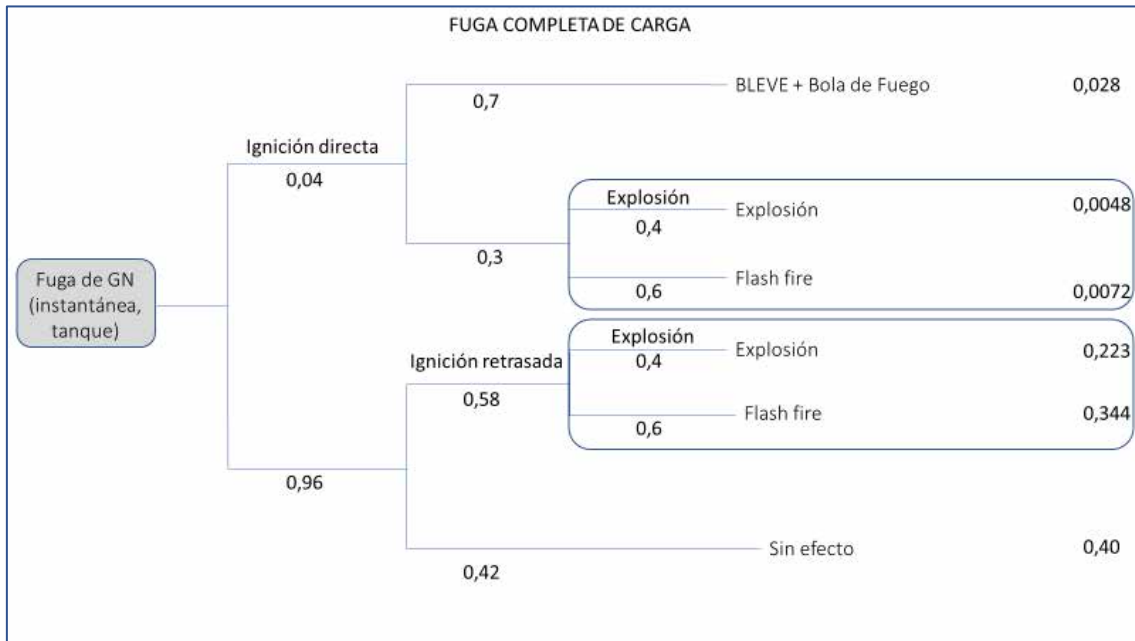


Figura 6.5: Árbol de eventos para una pérdida total de carga en tanque en forma de GN. Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por Bevi 3.2.

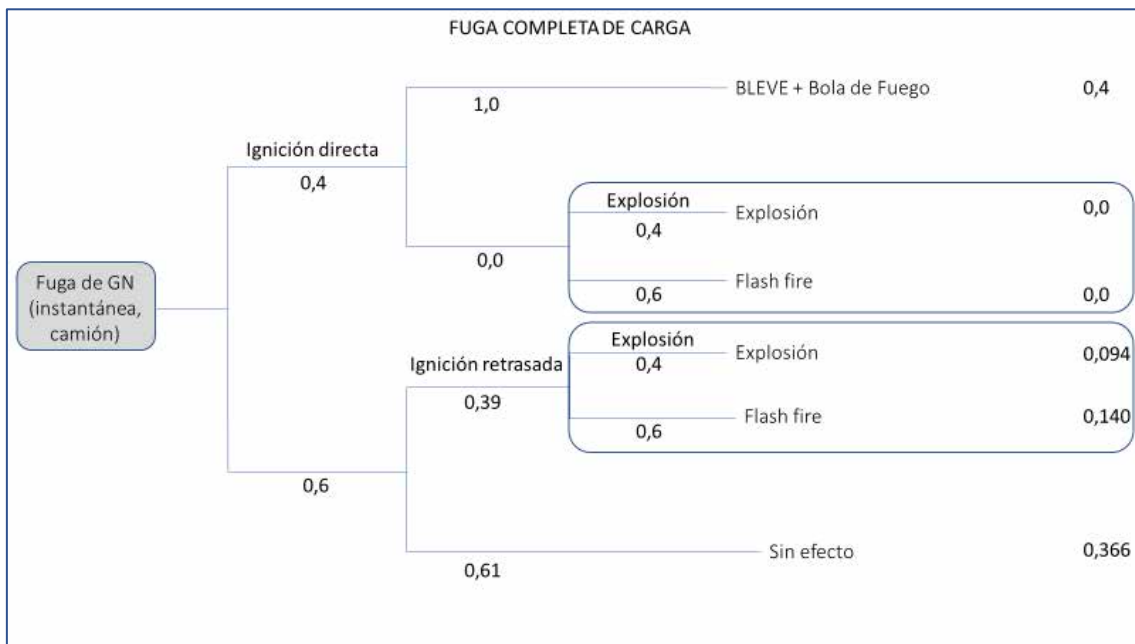


Figura 6.6: Árbol de eventos para una pérdida total de carga en camión en forma de GN. Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por Bevi 3.2.

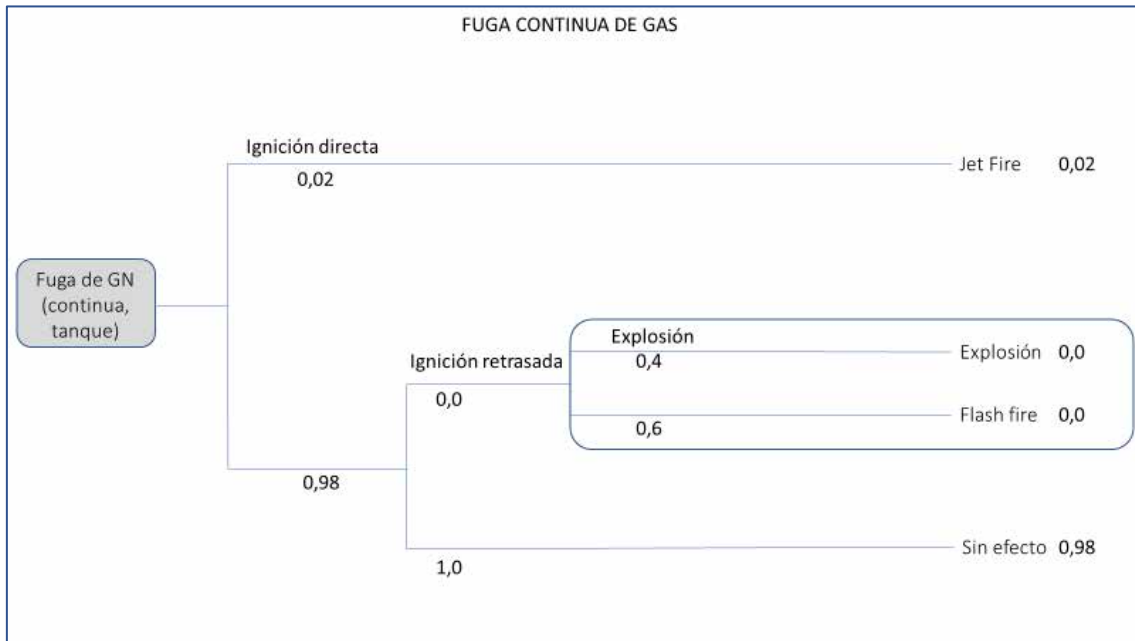


Figura 6.7: Árbol de eventos para una pérdida de carga continuada en tanque en forma de GN. Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por Bevi 3.2.

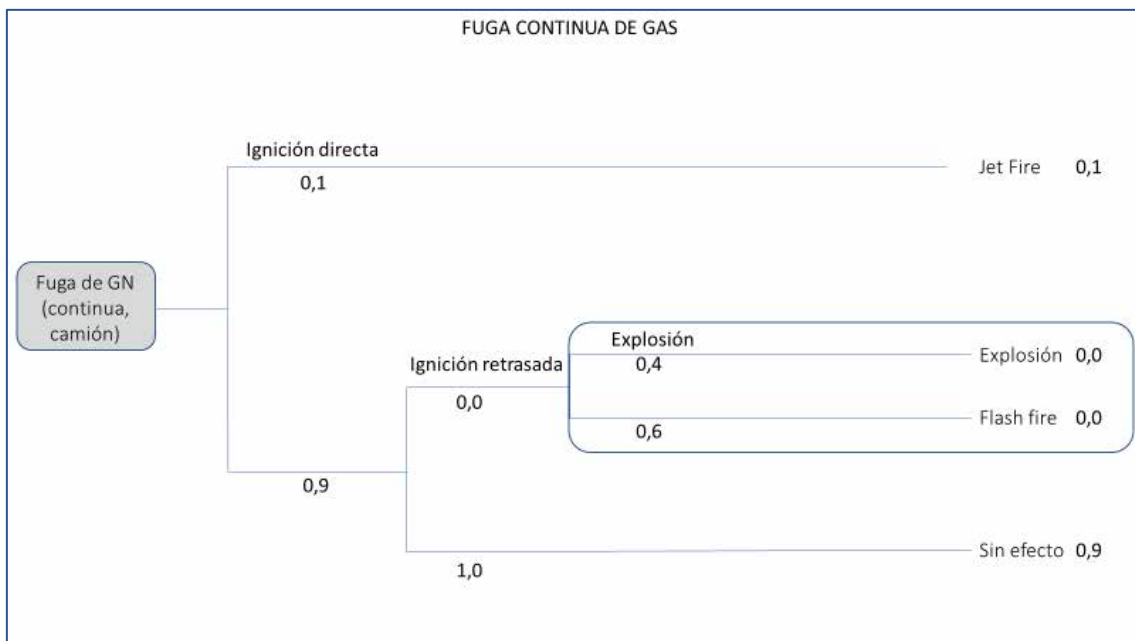


Figura 6.8: Árbol de eventos para una pérdida de carga continuada en camión en forma de GN. Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por Bevi 3.2.

Tabla 6.13 Probabilidades calculadas para los riesgos técnicos (fallos en operativa), teniendo en cuenta los árboles de fallos.
Fuente: elaboración propia.

Código	Evento	Probabilidad
T - 01	Derrame de GNL (sin fuente de ignición) ⁷	0,00E+00 /año
T - 02	Derrame de GNL (con fuente de Ignición) ⁷	0,00E+00 /año
T - 03	Nube de Gas no confinada (sin fuente de ignición)	6,14E-05 /año
T - 04	Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)	2,83E-07 /año
T - 05	Nube de Gas confinada (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 06	Nube de Gas confinada (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 07	Fuga de GNL o GN sin fuente de ignición	6,10E-05 /año
T - 08	Fuga de GNL o GN con fuente de ignición	6,76E-06 /año
T - 09	Perdida de contención total (sin fuente de ignición)	4,00E-07 /año
T - 10	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	6,00E-07 /año
T - 11	Expansión explosiva de vapor	2,80E-08 /año
T - 12	Rollover - Basculamiento de capas	0,00E+00 /año
T - 13	TRF – Transición Rápida de Fase	0,00E+00 /año
T - 14	Fallo en instrumentación	1,00E-05 /año

Tabla 6.14: Probabilidades calculadas para los riesgos técnicos (fallos en carga), teniendo en cuenta los árboles de fallos. Fuente: elaboración propia

Código	Evento	Probabilidad
T - 01	Derrame de GNL (sin fuente de ignición) ⁷	0,00E+00 /año
T - 02	Derrame de GNL (con fuente de Ignición) ¹¹	0,00E+00 /año
T - 03	Nube de Gas no confinada (sin fuente de ignición)	3,60E-05 /año
T - 04	Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 05	Nube de Gas confinada (sin fuente de ignición)	0
T - 06	Nube de Gas confinada (con fuente de ignición)	0
T - 07	Fuga de GNL o GN sin fuente de ignición	3,60E-05 /año
T - 08	Fuga de GNL o GN con fuente de ignición	4,00E-06 /año
T - 09	Perdida de contención total (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 10	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 11	Expansión explosiva de vapor	0,00E+00 /año
T - 12	Rollover - Basculamiento de capas	0
T - 13	TRF – Transición Rápida de Fase	0
T - 14	Fallo en instrumentación	1,00E-05 /año

⁷ Debido a la elevada diferencia de temperatura existente entre el tanque y el entorno, el GNL fugado se pasa casi en su totalidad a estado gaseoso y por tanto el derrame en estado líquido es tan pequeño que se considera despreciable.

Tabla 6.14: Probabilidades calculadas para los riesgos técnicos (exterior del recinto), teniendo en cuenta los árboles de fallos.
Fuente: elaboración propia

Código	Evento	Probabilidad
T - 01	Derrame de GNL (sin fuente de ignición) ¹¹	0,00E+00 /año
T - 02	Derrame de GNL (con fuente de Ignición) ⁷	0,00E+00 /año
T - 03	Nube de Gas no confinada (sin fuente de ignición)	6,00E-08 /año
T - 04	Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)	5,15E-08 /año
T - 05	Nube de Gas confinada (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 06	Nube de Gas confinada (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 07	Fuga de GNL o GN sin fuente de ignición	0,00E+00 /año
T - 08	Fuga de GNL o GN con fuente de ignición	0,00E+00 /año
T - 09	Perdida de contención total (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 10	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 11	Expansión explosiva de vapor	2,80E-08 /año
T - 12	Rollover - Basculamiento de capas	0,00E+00 /año
T - 13	TRF – Transición Rápida de Fase	0,00E+00 /año
T - 14	Fallo en instrumentación	1,00E-05 /año

6.4.2. Riesgos antrópicos

La probabilidad de los riesgos asociados al comportamiento de las personas es un factor vinculado a la sociedad establecida en la zona. En los últimos 8 años se tienen registros de 4 accidentes de circulación dentro del recinto del puerto, estos accidentes son potencialmente peligrosos a efectos de este estudio, por poder derivar en situaciones de pérdida de contención total o parcial. Los datos disponibles no son suficientes para establecer una probabilidad de suceso realista por lo que se han tomado datos estadísticos generales. Teniendo en cuenta estos datos, las medidas implementadas en el área de influencia, y que el acceso a la misma está restringido a personas ajenas a la operación, se han establecido las siguientes frecuencias:

Tabla 6.15: Frecuencia de Riesgos antrópicos. Fuente: Elaboración propia.

Riesgo	Comentario	Frecuencia
Fallo en instrumentación debido a la acción humana	BEVI 3.2 (Reference Manual Bevi Risk Assessments) indica una probabilidad de fallo debido al factor humano de entre 10^{-5} y 1. Se ha seleccionado un valor intermedio.	1×10^{-3} /año
Terrorismo	Sin constancia. No se tiene constancia de acciones terroristas en la zona.	1×10^{-5} /año

Actos Vandálicos	Sin constancia. No se tiene constancia de actos vandálicos con consecuencias considerables en la zona.	1×10^{-5} /año
Impactos mecánicos	Existen constancia de accidentes con transportes de mercancías peligrosas involucradas, pero en vías públicas. No se tiene constancia de accidentes en zonas con acceso restringido.	1×10^{-5} /año

6.4.3. Riesgos naturales

EL plan de emergencias de Galicia establece la frecuencia en la zona de que puedan ocurrir los siguientes riesgos: inundaciones, temporales, incendios, terremotos, etc. El plan de protección civil ante riegos de temporales proporciona una escala de intensidad de vientos que permitió calcular la frecuencia de aparición de vientos clasificados como potencialmente peligrosos. Las frecuencias calculadas son las mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 6.16: Frecuencia de Riesgos naturales. Fuente: Fuente: Compilación de datos del Plan de Emergencia Municipal de Vigo, elaboración propia

Riesgo	Comentarios	Frecuencia
Lluvias / Inundaciones	Plan de emergencia municipal (PEMU) del concello de Vigo.	1×10^{-3} /año
Vientos Fuertes / Temporales	Plan de emergencia municipal (PEMU) del concello de Vigo.	1×10^{-3} /año
Incendios	Plan de emergencia municipal (PEMU) del concello de Vigo.	1×10^{-2} /año
Terremotos	Plan de emergencia municipal (PEMU) del concello de Vigo.	1×10^{-4} /año

6.5. Análisis de las consecuencias

En el caso de un derrame, el material fugado puede encontrarse en estado gaseoso, líquido o en ambas fases simultáneamente. Luego se da la transferencia a la fase en la que esté más estable termodinámicamente. En el momento de fuga de GNL hay una vaporización inmediata de una parte del líquido, además si el derrame de GNL es de pequeña magnitud, la evaporación del charco que se pueda crear será muy rápida y todo el gas licuado se incorporará al ambiente en poco tiempo⁸.

Desde el punto de vista de la seguridad, el caso de mayor enfoque es el de la dispersión de gases y vapores, bien porque se han vertido como tales o bien porque han sufrido un proceso de evaporación. La concentración de la sustancia fugada disminuye con la distancia, pero a medida que la nube va creciendo se irá desplazando con el viento. La dispersión se ve afectada por las condiciones atmosféricas locales, principalmente la velocidad del viento y la estabilidad atmosférica⁹.

En estado líquido el GNL no es explosivo y el GN solo explotará en caso de encontrarse su concentración entre los límites inferior y superior de inflamabilidad y si se encuentra en un espacio confinado o semi confinado¹⁰.

El reto es analizar la dispersión inflamable (con concentraciones de metano comprendidas entre el 5% y el 15%) y estudiar las probabilidades de un accidente en caso de que ésta se encuentre con una fuente de ignición, incluyendo la irradiación térmica generada por una combustión y la sobrepresión generada por una explosión. Así, para determinar las consecuencias de cada riesgo, se han realizado simulaciones de la dispersión atmosférica de las fugas en Open Foam (véase Anexo 2) y también se han realizado los cálculos de irradiación térmica y sobrepresión según las normativas referidas anteriormente (véase Anexo 4 para detalle del cálculo de consecuencias, metodología indicada en el YellowBook y el GreenBook).

⁸ Véanse fuentes bibliográficas 4 y 5.

⁹ Véanse fuentes bibliográficas 4 y 6.

¹⁰ Véase fuente bibliográfica 7.

6.5.1. Operativas a analizar

- Transporte de GNL en las instalaciones portuarias.
- Operación de carga de GNL al sistema de generación.
- Operación de suministro de energía eléctrica a buque

6.5.2. Escenarios a analizar

A partir de lo referido anteriormente se presentan los escenarios seleccionados para la simulación y el análisis del riesgo según las características y la ubicación de la fuga, así como las condiciones meteorológicas.

Características y ubicación de las pérdidas de contención estudiadas:

Tabla 6.17: Lista detallada de los escenarios simulados. Fuente: Elaboración propia

Código simulación	Detalles					
	Fuga				Viento	
	Origen	Tamaño	Dirección	Fase	Velocidad	Dirección
S-1A	Conducción Tanque-Motor	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Media	S-SO
S-1B	Conducción Tanque-Motor	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Media	N-NE
S-1C	Conducción Tanque-Motor	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Máxima	S-SO
S-1D	Conducción Tanque-Motor	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Máxima	N-NE
S-2A	Válvula de seguridad	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Media	S-SO
S-2B	Válvula de seguridad	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Media	N-NE
S-2C	Válvula de seguridad	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Máxima	S-SO
S-2D	Válvula de seguridad	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Máxima	N-NE
S-3A	Pared de tanque	Ø 10 mm	Vertical	Líquido ¹¹	Media	S-SO
S-3B	Pared de tanque	Ø 10 mm	Vertical	Líquido ¹¹	Media	N-NE
S-3C	Pared de tanque	Ø 10 mm	Vertical	Líquido ¹¹	Máxima	S-SO
S-3D	Pared de tanque	Ø 10 mm	Vertical	Líquido ¹¹	Máxima	N-NE
S-4A	Conducción dentro del contenedor	Ø 40 mm	Horizontal	Gas	Media	S-SO
S-4B	Conducción dentro del contenedor	Ø 40 mm	Horizontal	Gas	Media	N-NE
S-4C	Conducción dentro del contenedor	Ø 40 mm	Horizontal	Gas	Máxima	S-SO
S-4D	Conducción dentro del contenedor	Ø 40 mm	Horizontal	Gas	Máxima	N-NE
S-4E	Conducción dentro del contenedor	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Media	S-SO
S-4F	Conducción dentro del contenedor	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Media	N-NE
S-4G	Conducción dentro del contenedor	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Máxima	S-SO
S-4H	Conducción dentro del contenedor	Ø 40 mm	Vertical	Gas	Máxima	N-NE

¹¹ Debido a la elevada diferencia de temperatura existente entre el tanque y el entorno, el GNL fugado se pasa casi en su totalidad a estado gaseoso y por tanto el derrame en estado líquido es tan pequeño que se considera despreciable.

Código simulación	Detalles					
	Fuga				Viento	
	Origen	Tamaño	Dirección	Fase	Velocidad	Dirección
S-5A	Conducción carga de tanque	Ø 40 mm	Vertical	Líquido ¹⁰	Media	S-SO
S-5B	Conducción carga de tanque	Ø 40 mm	Vertical	Líquido ¹⁰	Media	N-NE
S-5C	Conducción carga de tanque	Ø 40 mm	Vertical	Líquido ¹⁰	Máxima	S-SO
S-5D	Conducción carga de tanque	Ø 40 mm	Vertical	Líquido ¹⁰	Máxima	N-NE
S-6E	Evaporación tanque sin tapa	Ø tanque	Evaporación	Líquido ¹⁰	Media	S-SO
S-6F	Evaporación tanque sin tapa	Ø tanque	Evaporación	Líquido ¹⁰	Media	N-NE
S-6G	Evaporación tanque sin tapa	Ø tanque	Evaporación	Líquido ¹⁰	Máxima	S-SO
S-6H	Evaporación tanque sin tapa	Ø tanque	Evaporación	Líquido ¹⁰	Máxima	N-NE
S-7A	Rotura tanque, evaporación piscina	12,192 m x 2,438 m	Evaporación	Líquido ¹⁰	Media	S-SO
S-7B	Rotura tanque, evaporación piscina	12,192 m x 2,438 m	Evaporación	Líquido ¹⁰	Media	N-NE
S-7C	Rotura tanque, evaporación piscina	12,192 m x 2,438 m	Evaporación	Líquido ¹⁰	Máxima	S-SO
S-7D	Rotura tanque, evaporación piscina	12,192 m x 2,438 m	Evaporación	Líquido ¹⁰	Máxima	N-NE
S-8A	Rotura tanque, evaporación piscina	12,192 m x 2,438 m	Evaporación	Líquido ¹⁰	Máxima	N-NO

Se han considerado las velocidades de viento más frecuente y máxima para las direcciones de viento más comunes y la velocidad de viento máxima en la dirección con las peores consecuencias (véase [3.3. Informe climatológico](#)).

Tabla 6.18: Dirección e intensidad del viento, considerado en los escenarios de simulación. Fuente: elaboración propia.

Característica	Dirección	Velocidad media
Viento más común	Nornordeste	7,5 km/h
Viento más común	Sursudoeste	17,5 km/h

Característica	Dirección	Velocidad máxima
Viento más fuerte	Nornordeste	45 km/h
Viento más fuerte	Sursudoeste	60 km/h

Característica	Dirección	Velocidad máxima
Viento más perjudicial	Nornoroeste	48,82 km/h

En cuanto a las condiciones del medio seleccionadas (véase sección 3.3 Informe meteorológico) a tener en cuenta son:

- Temperatura ambiente (media) =16,06°C
- Presión = 101.909 Pa

- Humedad relativa = 77,40 %

Mientras que el GNL dentro del tanque se encuentra a una temperatura de -160 °C y con una presión relativa de 300.000 Pa.

6.5.3. Propagación de la radiación térmica

Para evaluar las consecuencias de la radiación térmica proveniente de la combustión de GN se determinó la irradiación térmica (W/m²) recibida a distintas distancias del punto de fuga, tal y como se resume en la Tabla 6.19 (pueden verse más detalles en el anexo 4)

Tabla 6.19: Distancias límite para diversos niveles de radiación para fugas de 10 mm y 40 mm para múltiples fugas, y para los casos de bola de fuego y charco de fuego. Los datos se han calculados para el nivel del suelo).¹².

Dimensión de la fuga (diámetro)	Distancias para los diferentes niveles de radiación y dimensión de la llama					
	37,5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	4,0 kW/m ²	1,0 kW/m ²	Longitud	Ancho (extremo mayor)
Fuga de 10 mm (horizontal)	-	-	1,3 m	3,2 m	2,9 m	1,31 m
Fuga de 40 mm (vertical) VS	-	4 m	8 m	11,5 m	6,73 m	2,88 m
Fuga de 40 mm (vertical) Conducción a motor	-	-	-	3,5 m	6,73 m	2,88 m
Fuga de 40 mm (vertical) Conducción de carga	-	4 m	8,5 m	12 m	6,78 m	2,89 m
Fuga de 40 mm (vertical) Intercambiador de calor	-	4 m	8 m	11,5 m	6,73 m	2,88 m
Incendio de piscina tanque)	5 m	7 m	9 m	14 m	2,1 m (radio)	2,1 m (radio)
Incendio de piscina (contenedor)	10,0 m	12,5 m	17 m	27,7 m	6,0 m	2,4 m
Bola de Fuego	12 m	102 m	203 m	411 m	37,35 m (radio)	37,35 m (radio)

¹² Durante los cálculos se consideró que todo el combustible liberado dentro del área del límite inferior de inflamabilidad combustionaba y se eligió la fuga con dispersión más grande, con objeto de calcular el peor escenario posible.

6.5.4. Sobrepresión

A partir de los cálculos del Anexo 4, para el cálculo de afectación por sobrepresión, se ha obtenido la siguiente tabla con las distancias más significativas.

Tabla 6.20: Distancias límite para diversos niveles de sobrepresión en caso de BLEVE, (datos calculados a nivel de suelo).

	Consecuencias / Definición de la zona	Sobrepresión (bar)	Distancia (m)
Personas	Umbral de muerte por lesiones de pulmón	0,7	10,00 m
	Umbral de rotura de tímpano	0,35	15,00 m
	Umbral de zona de intervención	0,125	28,00 m
	Umbral de zona de alerta	0,05	49,00 m
Estructuras	Demolición total	0,8	10,00 m
	Daños Irrecuperables	0,4	14,00 m
	Daños estructurales importantes	0,18	22,00 m
	Daños graves reparables	0,15	25,00 m
	Daños estructurales menores	0,047	51,00 m
	Cristales rotos al 90 %	0,04	58,00 m

6.5.5. Análisis *probit*

El análisis *probit* (término proveniente de *probability unit*) es una metodología estadística que permite relacionar un factor variable con una consecuencia expresada en forma de probabilidad de que la consecuencia suceda o de la fracción de población-objetivo afectada. En el ámbito del presente estudio esto permite relacionar la magnitud del impacto (por ejemplo, la radiación térmica procedente de un incendio, o la sobrepresión causada por una explosión) con el grado de daño causado por el mismo.

La relación entre porcentaje y variable *probit* refleja en una expresión como la siguiente:

$$y = a + b * \ln(V) \tag{Ecuación 6.2}$$

Donde:

- a y b: Constantes experimentales obtenidas para cada situación.
- V: Variable medida de lo que causa el daño.
- Y: Resultado.

El resultado obtenido se transforma en porcentaje mediante la siguiente gráfica y/o tabla.

Tabla 6.21: Relación entre el porcentaje y el valor de la función probit. Fuente: "GreenBook"

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
-	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

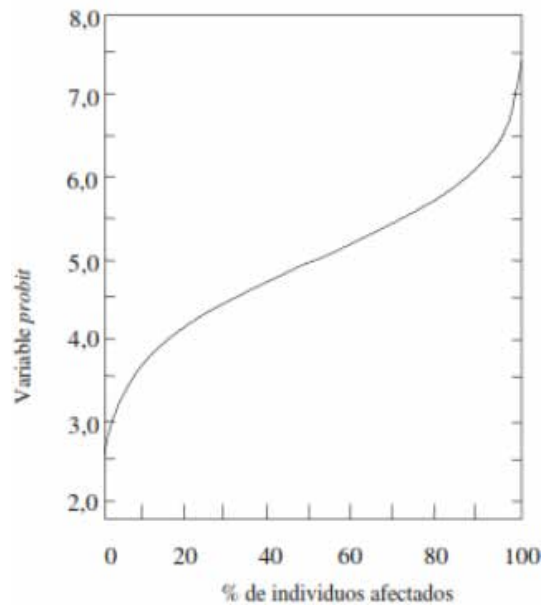


Figura 6.9: Relación entre porcentaje y variable probit. Fuente: "Análisis del riesgo en instalaciones industriales" J. Casal et al.

6.5.6. Ecuaciones *probit* para estimar las consecuencias

Las ecuaciones *probit* empleadas para la estimación de las consecuencias son las siguientes:

- Radiación térmica. Quemaduras de primer grado:

$$Pr = -39.83 + 3.0186 * \ln(t * q^{4/3}) \quad \text{Ecuación 6.3}$$

- Radiación térmica. Quemaduras de segundo grado:

$$Pr = -43.14 + 3.0186 * \ln(t * q^{4/3}) \quad \text{Ecuación 6.4}$$

- Radiación térmica. Mortalidad:

$$Pr = -36.38 + 2.56 * \ln(t * q^{4/3}) \quad \text{Ecuación 6.5}$$

- Sobrepresión. Muerte por impacto:

$$Pr = 5.0 - 2.44 * \ln(S) \quad \text{Ecuación 6.6}$$

- Sobrepresión. Daño en los pulmones:

$$Pr = 5.0 - 5.74 * \ln(S) \quad \text{Ecuación 6.7}$$

- Sobrepresión. Impacto en la cabeza:

$$Pr = 5.0 + 8.49 * \ln(S) \quad \text{Ecuación 6.8}$$

- Sobrepresión. Perforación del tímpano:

$$y = 12.6 + 1.524 * \ln(P_s) \quad \text{Ecuación 6.9}$$

Donde:


- q: Radiación térmica (W/m²).
- t: Tiempo de exposición a la radiación (s).
- S: Variable Probit para sobrepresión (dependiente del caso particular).
- P_s: Pico de sobrepresión de la onda expansiva (Pa).

6.5.7. Resultados del análisis *probit*

Tal y como se ha expuesto, el análisis *probit* permite calcular el porcentaje de muertos y heridos de la población expuesta al daño, teniendo en cuenta los radios de afectación, así como el número de personas presentes en dichos radios, permitiendo calcular la gravedad de los sucesos. Por otra parte, se han estimado las pérdidas de hidrocarburos derivadas de cada suceso obteniendo con todo ello la gravedad total de cada suceso. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 6.22: Consecuencias derivadas de cada accidente y clasificación de gravedad según la norma UNE 1473:2017. Fuente: Elaboración propia.

RIESGOS TÉCNICOS											
Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
					Accidente mortal		Accidente con heridos		Pérdida hidrocarburos		Consec. global
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
Derrame de GNL (sin fuente de ignición) T - 01	Líquido criogénico	Quemaduras por frío, daño en los pulmones, daños por congelación, muerte.	Retraso o parada de la operación, pérdida de producto, daño en equipos, pérdida económica.	El derrame generaría una nube de gases inflamables de muy pequeñas dimensiones	-	Dadas las condiciones de trabajo no puede producirse derrame de GNL.	-	Dadas las condiciones de trabajo no puede producirse derrame de GNL.	-	Dadas las condiciones de trabajo no puede producirse derrame de GNL.	-
Derrame de GNL (con fuente de ignición) T - 02	Incendio de charco	Posibles daños por quemaduras, lesiones graves, muerte	Posibles daños por frío en materiales, efecto dominó con instalaciones colindantes, pérdida de hidrocarburos	Caso de derrame de GNL en una cantidad suficiente para crear un charco cuyos vapores pueden incendiarse al entrar en contacto con una fuente de ignición.	-	Dadas las condiciones de trabajo no puede producirse derrame de GNL.	-	Dadas las condiciones de trabajo no puede producirse derrame de GNL.	-	Dadas las condiciones de trabajo no puede producirse derrame de GNL.	-
Nube de gas (sin fuente de ignición) T - 03	Exposición al gas	Quemaduras por frío, daño en los pulmones, daños por congelación.	Retraso o parada en la operación, pérdida de hidrocarburos, pérdida económica	Se genera una nube de gas con difusión predominante en el eje vertical. No hay fuente de confinamiento, por lo que no hay riesgo de asfixia.	5	La posibilidad de asfixia desaparece al tratarse de una localización exterior.	4	A causa de las bajas temperaturas de almacenamiento este suceso puede ocasionar quemaduras por frío. Debido a la distribución del tanque y a la metodología de trabajo, es altamente improbable que el operario se vea afectado, pero es imposible descartarlo totalmente.	4	Debido al pequeño tamaño de las fugas previstas y teniendo en cuenta los tiempos de reacción las pérdidas de hidrocarburos se estiman entre 0,1 y 1 Ton.	4

RIESGOS TÉCNICOS											
Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
					Accidente mortal		Accidente con heridos		Pérdida hidrocarburos		Consec. global
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
<i>Actividad EPT1 - Análisis de riesgos prueba piloto</i>										Pág. 90	

Nube de gas (con fuente de ignición) T - 04	Deflagración de la nube	Quemaduras, asfixia, pérdida de conocimiento, muerte.	Retraso en la operación, efecto dominó con instalaciones colindantes, pérdida de hidrocarburos, pérdida económica.	En caso de fuga, la nube de gas, en caso de estar entre los rangos de inflamabilidad y encontrar una fuente de ignición, puede incendiarse. Fuga con dispersión vertical (Anexo 2).	1	Debido a las dimensiones de la fuga prevista, la probabilidad de muerte es despreciable en la mayoría de los casos, a excepción de la nube producida por un evento de pérdida de contención total.	5	El GN es altamente inflamable y su ignición puede causar graves quemaduras. Tal como nos indica la metodología el incendio de una nube de Gas Natural es completamente mortal para aquellos en su interior e inofensiva para los que se encuentran fuera.	3	Debido al pequeño tamaño de las fugas previstas las pérdidas de hidrocarburos se estiman entre 0,1 y 1 Ton, a excepción de los eventos de pérdida de contención total. Con un nivel de llenado del 80%, supondría la pérdida de unos 1850 kg (1,8 Ton) de GNL.	1
Nube de gas confinada (sin fuente de ignición) T - 05	Asfixia	Dada la geometría de la ubicación no es posible que se produzcan zonas de confinamiento de gas.			-	Dada la geometría de la ubicación no es posible que se produzcan zonas de confinamiento de gas.	-	Dada la geometría de la ubicación no es posible que se produzcan zonas de confinamiento de gas.	-	Dada la geometría de la ubicación no es posible que se produzcan zonas de confinamiento de gas.	-
Nube de gas confinada (con fuente de ignición) T - 06	Explosión - CVE	Dada la geometría de la ubicación no es posible que se produzcan zonas de confinamiento de gas.			-	Dada la geometría de la ubicación no es posible que se produzcan zonas de confinamiento de gas.	-	Dada la geometría de la ubicación no es posible que se produzcan zonas de confinamiento de gas.	-	Dada la geometría de la ubicación no es posible que se produzcan zonas de confinamiento de gas.	-
Fuga de GN o GNL (sin fuente de ignición) T - 07	Nube de gas	La fuga de gas líquido puede ocasionar quemaduras por frío.	Posibles daños por frío en materiales, pérdida de hidrocarburos, pérdida de tiempo y económica.	El área de afectación de la nube de gas es más amplia que en los anteriores casos (véase Anexo 2). No existe riesgo de asfixia.	5	Una fuga de GNL está limitada al a las inmediaciones del tanque, pese a la probabilidad de quemaduras por frío, no se trata de un accidente mortal.	4	Una fuga de GNL está limitada al a las inmediaciones del tanque. Dada la situación y a la metodología de trabajo, es altamente improbable que el operario se vea afectado, pero es imposible descartarlo totalmente.	4	Debido al pequeño tamaño de las fugas previstas las pérdidas de hidrocarburos se estiman entre 0,1 y 1 Ton.	4

RIESGOS TÉCNICOS

Evento	Riesgo	Daños	Consecuencias			
			Accidente mortal	Accidente con heridos	Pérdida hidrocarburos	Consec. global

Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
Fuga de GN o GNL (con fuente de ignición). T - 08	Dardo de fuego	Quemaduras, asfixia, lesiones graves, muerte	Retraso en la operación, daños a otros equipos por efecto dominó, pérdida de hidrocarburos, pérdida económica.	En caso de producirse una fuga (se ha considerado la mayor conducción, la de carga desde camión), se puede producir un escape a presión con alta velocidad que al encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio denominado dardo de fuego.	5	El efecto de un dardo de fuego está limitado al a las inmediaciones del tanque, pese a la probabilidad de quemaduras, no se trata de un accidente mortal.	4	El efecto de un dardo de fuego está limitado al a las inmediaciones del tanque, Teniendo en cuenta el número de personas trabajando en la zona, se considera que solo 1 persona podría verse afectada.	4	Debido al pequeño tamaño de las fugas previstas y teniendo en cuenta los tiempos de reacción las pérdidas de hidrocarburos se estiman entre 0,1 y 1 Ton.	4
Pérdida de contención total (sin fuente de ignición) T - 09	Líquido criogénico	Problemas respiratorios, quemaduras por frío, congelación, muerte	Retraso en la operación, pérdida de hidrocarburos, daño a otros materiales por contacto, pérdida económica.	La exposición directa al GNL, a temperaturas criogénicas, puede tener consecuencias mortales. Las consecuencias mortales se originan de las exposiciones directas al gas licuado y a los vapores generados tras el derrame.	5	Pese a la probabilidad de quemaduras por frío un evento de pérdida de contención total GNL no se considera un accidente mortal al estar limitado al interior del contenedor.	4	Al contenerse el GNL en el interior del contenedor es imposible descartar totalmente la posibilidad de que se produzcan salpicaduras de líquido criogénico a un operario que se encuentre trabajando con los equipos	3	La rotura completa del tanque supone la pérdida de todo su contenido. Con un nivel de llenado del 80%, supondría la pérdida de unos 1850 kg (1,8 Ton) de GNL.	3
RIESGOS TÉCNICOS											
Evento	Riesgo	Daños				Consecuencias					

					Accidente mortal		Accidente con heridos		Pérdida hidrocarburos		Consec. global
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	
Pérdida de contención total (con fuente de ignición) T - 10	Incendio de charco	Quemaduras, asfixia, lesiones graves, muerte.	Retraso en la operación, daños a otros equipos por efecto dominó, pérdida de hidrocarburos, pérdida económica.	La liberación instantánea de toda la carga supondría la formación de un charco de la extensión del cubeto, que generaría una nube de vapores que podrían inflamarse al entrar en contacto con una fuente de ignición.	1	Una pérdida de contención total de GNL, de ignición inmediata, afectaría mortalmente a un solo trabajador. Si la ignición no fuese inmediata la evaporación del GNL causaría una nube de gas equivalente al evento denominado "Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)"	2	Los daños causados por un accidente de este tipo están limitados a 18 metros alrededor del contenedor que alberga los tanques de combustible.	3	La rotura completa del tanque supone la pérdida de todo su contenido. Con un nivel de llenado del 80%, supondría la pérdida de unos 1850 kg (1,8 Ton) de GNL.	1
BLEVE T - 11	Bola de fuego	Quemaduras, asfixia, lesiones graves, muerte.	Retraso en la operación, daños a otros equipos por efecto dominó, pérdida de hidrocarburos, pérdida económica.	En caso de producirse un escape masivo e instantáneo de combustible, y encontrar una fuente de ignición, se puede generar un incendio en forma esférica ascendente, con un diámetro función de la cantidad de combustible almacenado.	2	La explosión del tanque supone la aparición de una sobrepresión y la formación posterior de una bola de fuego. La radiación térmica puede ser mortal en varios metros a la redonda.	2	La explosión del tanque supone la aparición de una sobrepresión y la formación posterior de una bola de fuego, la radiación térmica puede causar quemaduras a varias decenas de metros a la redonda.	3	Las consecuencias en las instalaciones pueden ser graves puede causar graves daños en las inmediaciones del tanque y afectar a la integridad de los vehículos almacenados en las proximidades. La rotura completa del tanque supone la pérdida de todo su contenido. Con un nivel de llenado del 80%, supondría la pérdida de unos 1850 kg (1,8 Ton) de GNL.	2
Rollover T - 12	Escenario considerado como no probable, debido a la operación del sistema: el grado de renovaciones del combustible almacenado es muy alto, por lo que se considera altamente improbable que se produzca la estratificación del producto almacenado.										5

RIESGOS TÉCNICOS											
Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						Consec. global
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con heridos		Pérdida hidrocarburos		
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	
Transición Rápida de Fase T - 13	Sobrepresión, onda de choque.	Se define la Transición Rápida de Fase como el fenómeno que se experimenta cuando dos líquidos con temperaturas muy diferentes entran en contacto, provocando fuerzas de onda de choque en determinadas circunstancias. Se produce fundamentalmente cuando el GNL entra en contacto con el agua. Dado que se trata de una ubicación en tierra, no existe riesgo de que se produzca un vertido de GNL en agua.									5
Fallo en instrumentación T - 14	Desencadenante de los riesgos anteriores.	En caso de que se produzca un fallo en la instrumentación de control o medida pueden ocasionarse fugas, derrames o sobrepresiones que pueden derivar en otros eventos de naturaleza tecnológica (ya evaluados).			2	Un fallo en la instrumentación puede ser causa de otro tipo de fallo, se ha asumido que la peor de las situaciones derivadas de este fallo sería una sobrepresión que causaría una BLEVE	2	Un fallo en la instrumentación puede ser causa de otro tipo de fallo, con una mentalidad conservadora se ha asumido la peor de las situaciones	3	Un fallo en la instrumentación puede ser causa de otro tipo de fallo, con una mentalidad conservadora se ha asumido la peor de las situaciones	2
Fallo en instrumentación A - 01	Desencadenante de riesgos técnicos.	En caso de que se produzca un fallo en la instrumentación debido al factor humano, pueden ocasionarse fugas, derrames o sobrepresiones que pueden derivar en otros eventos de naturaleza tecnológica (ya evaluados).			2	Un fallo en la instrumentación puede ser causa de otro tipo de fallo, se ha asumido que la peor de las situaciones derivadas de este fallo sería una sobrepresión que causaría una BLEVE	2	Un fallo en la instrumentación puede ser causa de otro tipo de fallo, con una mentalidad conservadora se ha asumido la peor de las situaciones	3	Un fallo en la instrumentación puede ser causa de otro tipo de fallo, con una mentalidad conservadora se ha asumido la peor de las situaciones	2
Terrorismo A - 02	Desencadenante de riesgos técnicos.	Lesiones graves, muerte.	Retraso en la operación, pérdida de GNL o GN, destrucción de las instalaciones, pérdidas económicas.	Las actuaciones terroristas tienen la intencionalidad de producir el mayor daño posible, por tanto, las consecuencias pueden ser graves.	2	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, siendo completamente impredecible su alcance. Puede afectar a las personas cercanas al evento y operarios de la fábrica.	2	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, siendo completamente impredecible su alcance. Puede afectar a las personas cercanas al evento y operarios de la fábrica.	3	Las consecuencias en las instalaciones pueden ser graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado. La rotura completa del tanque supone la pérdida de todo su contenido. Con un nivel de llenado del 80%, supondría la pérdida de unos 1850 kg (1,8 Ton) de GNL.	2

RIESGOS NATURALES											
Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
					Accidente mortal		Accidente con heridos		Pérdida hidrocarburos		Consec. global
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
Actos vandálicos A - 03	Desencadenante de riesgos técnicos.	Quemaduras, congelación, lesiones graves, muerte.	Retraso en la operación, pérdida de GNL o GN, pérdida económica.	Los actos vandálicos pueden ser de diversa magnitud, pero buscan dañar instalaciones, no personas.	5	Se consideran consecuencias limitadas, limitándose a daños leves en la estructura	4	El autor de los actos vandálicos puede sufrir quemaduras (por frío o fuego) durante el acto.	4	La pérdida de GNL es la consecuencia más probable de un acto vandálico.	4
Impactos mecánicos A - 04	Desencadenante de riesgos técnicos.	Lesiones leves, lesiones graves.	Retraso en la operación, pérdida de GNL o GN, pérdida económica.	La actividad dentro de las instalaciones está limitada a personal con acceso autorizado.	5	Las consecuencias se consideran limitadas, puesto que el área se encontrará vallada y existen limitaciones a la velocidad de los vehículos.	4	Se pueden producir proyecciones producidas por el impacto que afecten a las personas circundantes.	4	Las consecuencias de este evento estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustible. Se estiman entre 0,1 y 1 Ton.	4
Lluvias, inundaciones N - 01	Desencadenante de riesgos técnicos.	Lesiones leves, lesiones graves.	Daños materiales, retraso en la operación, parada de la planta, pérdida económica.	Las lluvias podrían afectar a los elementos que integran el sistema produciendo daños que podrían derivar en fugas de pequeña magnitud, reproduciendo alguno de los daños considerados en escenarios de riesgo técnico.	5	Las lluvias esperadas en esta región y la localización del sistema son tales que resulta altamente improbable que sus consecuencias deriven en un suceso mortal.	4	Una situación de lluvia intensa puede facilitar la ocurrencia de un accidente menor.	4	Una situación de lluvia intensa puede facilitar la ocurrencia de un accidente menor como una fuga de GNL.	4

Vientos fuertes, temporales N - 02	Desencadenante de riesgos técnicos.	Lesiones leves, lesiones graves.	Daños materiales, retraso en la operación, parada de la planta, pérdida económica.	Vientos fuertes podrían afectar a los elementos que integran el sistema, produciendo daños que podrían derivar en fugas de pequeña magnitud, reproduciendo alguno de los daños considerados en riesgos técnico.	5	Los vientos esperados en esta región son tales que resulta altamente improbable que sus consecuencias deriven en un suceso mortal.	4	La presencia de fuertes vientos puede facilitar la ocurrencia de un accidente menor	4	La presencia de fuertes vientos puede facilitar la ocurrencia de un derrame de GNL.	4
--	-------------------------------------	----------------------------------	--	---	---	--	---	---	---	---	---

RIESGOS NATURALES												
Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias							
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con heridos		Pérdida hidrocarburos		Consec. global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
Incendios N - 03	Desencadenante de riesgos técnicos.	Lesiones leves, lesiones graves.	Daños materiales, retraso en la operación, parada de la planta, pérdida económica.	Un incendio es capaz de desencadenar una BLEVE, suponiendo pues un incidente de la mayor gravedad.	2	La explosión del tanque supone la aparición de una sobrepresión y la formación posterior de una bola de fuego. La radiación térmica puede ser mortal en varios metros a la redonda.	2	La explosión del tanque supone la aparición de una sobrepresión y la formación posterior de una bola de fuego, la radiación térmica puede causar quemaduras a varias decenas de metros a la redonda.	3	La rotura completa del tanque supone la pérdida de todo su contenido. Con un nivel de llenado del 80%, supondría la pérdida de unos 1850 kg (1,8 Ton) de GNL	2	
Terremotos N - 04	Desencadenante de riesgos técnicos.	Lesiones leves, lesiones graves, muertes.	Daños materiales, retraso en la operación, parada de la planta, pérdida económica.	Vientos fuertes podrían afectar a los elementos que integran el sistema, produciendo daños que podrían derivar en fugas de pequeña magnitud.	5	Los terremotos esperados en esta región son tales que resulta altamente improbable que sus consecuencias deriven en un suceso mortal.	4	La ocurrencia de terremotos puede facilitar la ocurrencia de un accidente menor.	5	La ocurrencia de terremotos puede facilitar la ocurrencia de una fuga de GNL.	4	

6.6. Evaluación de riesgos

Usando los valores criterio expuestos en la sección 6.1, la evaluación de riesgos arroja los siguientes resultados para el interior del recinto.

Tabla 6.23: Evaluación del nivel de riesgo en planta. Fuente: Elaboración propia

Tipo	ID	Nomenclatura	Origen	Nivel de Probabilidad	Nivel de Gravedad	Nivel de Riesgo
T	01	T - 01	Técnico	0,1	No aplica	0
T	02	T - 02	Técnico	0,1	No aplica	0
T	03	T - 03	Técnico	1	2	2
T	04	T - 04	Técnico	0,1	10	1
T	05	T - 05	Técnico	0,1	No aplica	0
T	06	T - 06	Técnico	0,1	No aplica	0
T	07	T - 07	Técnico	1	2	2
T	08	T - 08	Técnico	1	2	2
T	09	T - 09	Técnico	0,1	3	0,3
T	10	T - 10	Técnico	0,1	10	1
T	11	T - 11	Técnico	0,1	5	0,5
T	12	T - 12	Técnico	0,1	No aplica	0
T	13	T - 13	Técnico	0,1	No aplica	0
T	14	T - 14	Técnico	1	5	5
A	01	A - 01	Antrópico	3	5	15
A	02	A - 02	Antrópico	1	10	10
A	03	A - 03	Antrópico	1	2	2
A	04	A - 04	Antrópico	1	2	2
N	01	N - 01	Natural	3	2	6
N	02	N - 02	Natural	3	2	6
N	03	N - 03	Natural	5	5	25
N	04	N - 04	Natural	2	2	4

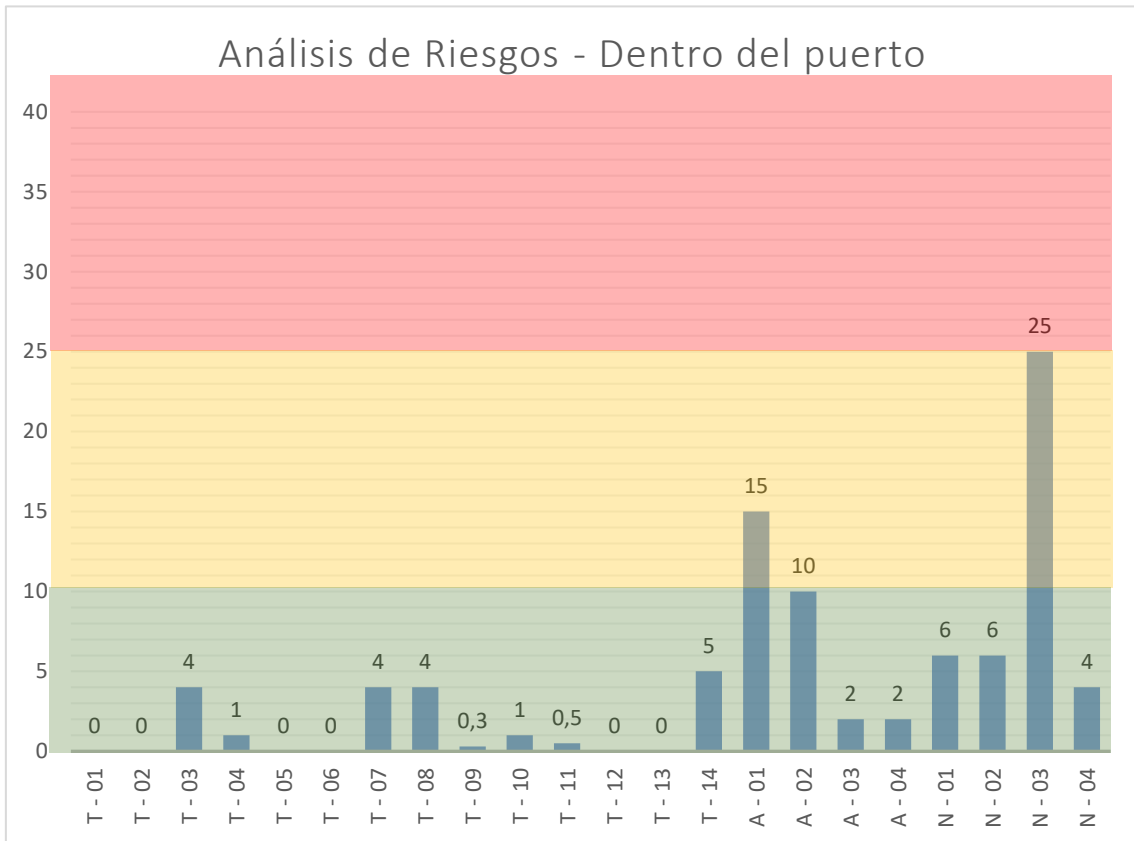


Figura 6.2: Grafica comparativa de niveles de riesgo en planta. Fuente: Elaboración propia.

A través de simulaciones se ha concluido que las probabilidades de que las consecuencias se extiendan al exterior del recinto son diferentes al interior (debido a la no afectación de la mayoría de los escenarios al exterior de la planta), dando como resultado un nivel de riesgo diferente. Para tener esto en cuenta, se ha considerado que la probabilidad de ocurrencia de los escenarios cuyas consecuencias no afectan al exterior del recinto es igual a 1×10^{-10} , manteniendo los niveles de consecuencias anteriormente expuestos, y se ha tenido en cuenta el nuevo nivel de aceptabilidad marcado por la normativa para el exterior de las instalaciones (véase [sección 6.1.1](#) para detalle). Los niveles de riesgo fuera de planta obtenidos son, por tanto, los mostrados en las siguientes tabla y figura.

Tabla 6.24: Evaluación del nivel de riesgo en el exterior de la planta. Fuente: Elaboración propia.

Tipo	ID	Nomenclatura	Origen	Nivel de Probabilidad	Nivel de Gravedad	Nivel de Riesgo
T	01	T - 01	Técnico	0,1	No aplica	0
T	02	T - 02	Técnico	0,1	No aplica	0
T	03	T - 03	Técnico	0,1	2	0,2
T	04	T - 04	Técnico	0,1	10	1
T	05	T - 05	Técnico	0,1	No aplica	0
T	06	T - 06	Técnico	0,1	No aplica	0
T	07	T - 07	Técnico	0,1	2	0,2
T	08	T - 08	Técnico	0,1	2	0,2
T	09	T - 09	Técnico	0,1	3	0,3
T	10	T - 10	Técnico	0,1	3	0,3
T	11	T - 11	Técnico	0,1	3	0,3
T	12	T - 12	Técnico	0,1	No aplica	0
T	13	T - 13	Técnico	0,1	No aplica	0
T	14	T - 14	Técnico	1	3	3
A	01	A - 01	Antrópico	3	3	9
A	02	A - 02	Antrópico	1	3	3
A	03	A - 03	Antrópico	1	2	2
A	04	A - 04	Antrópico	1	2	2
N	01	N - 01	Natural	3	2	6
N	02	N - 02	Natural	3	2	6
N	03	N - 03	Natural	5	3	15
N	04	N - 04	Natural	2	2	4

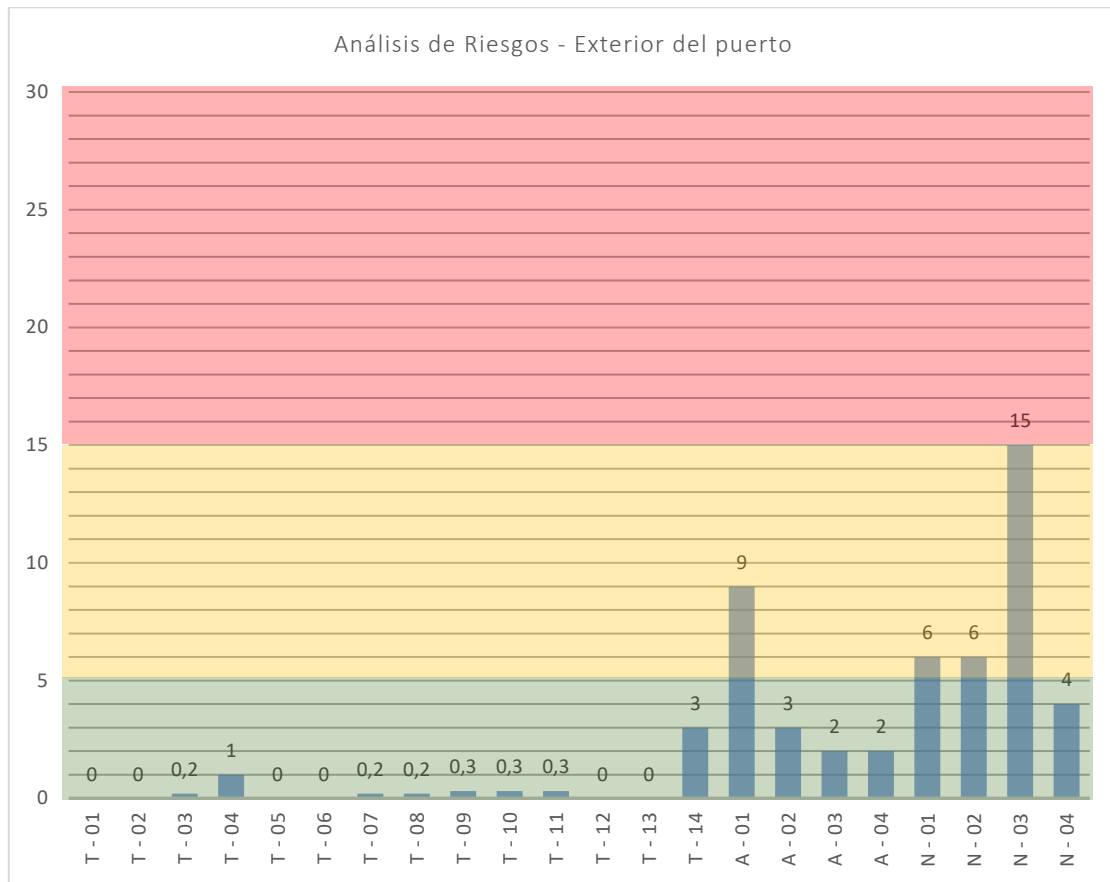


Figura 6.10: Grafica comparativa de niveles de riesgo fuera de planta. Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se puede observar en los datos expuestos a lo largo de esta sección, se alcanza un nivel de riesgo moderado. Para los eventos que suponen un nivel de riesgo moderado, debe asegurarse que los potenciales riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo, permaneciendo dentro de las prácticas razonables del sector.

7. ESTUDIO DE EFECTO DOMINÓ CON INSTALACIONES PROPIAS Y VECINAS

Una de las peores situaciones en la evaluación de riesgos de un posible accidente con GNL no son los daños directos si no los efectos en cadena que puedan ocurrir. Por ese motivo es importante tener en cuenta la situación y circunstancias de todos los elementos en las proximidades del sistema.

7.1. Elementos próximos, posibles consecuencias

7.1.1. Zonas de almacenamiento

En las proximidades se encuentran un área abierta de almacenamiento de vehículos (principalmente turismos) que está concesionada al Grupo Suardiaz.

A aproximadamente 100 metros de distancia se encuentra restaurante abierto al público.

7.1.2. Zonas verdes

No existen zonas verdes en las proximidades.

7.2. Posibilidad de que se produzca el efecto dominó

A partir de las simulaciones realizadas se ha llegado a la conclusión de que es poco probable que se produzca un efecto dominó con instalaciones vecinas durante la operativa normal de la planta.

7.2.1. Zonas de almacenamiento

El análisis efectuado indica que la campa de vehículos en la que se encuentra instalado el tanque no sufrirá daños a causa de fugas de GNL. En el caso de que se una BLEVE o una pérdida de contención total con vientos en dirección N-NE. En presencia de una fuente de ignición (ya sean los propios vehículos u otra fuente) este tipo de eventos podrían producir una nube deflagradora de hasta 160 m.

7.2.2. Exterior de la planta y zonas verdes

Aún con las peores condiciones atmosféricas los efectos de una fuga originada ya sea en el depósito o en una conducción, con o sin ignición, no pueden llegar a ninguna "zona verde". En los casos de que se produzca una BLEVE o una pérdida de contención total con vientos en dirección N-NO los efectos se extenderían al exterior del recinto, afectando a gran parte del puerto deportivo de Bouzas.

Elementos próximos, posibles consecuencias

Es necesario tener en cuenta en este punto que la norma UNE 13645:2003 establece límites admisibles a tener en cuenta para la radiación térmica (excluyendo la radiación solar) a considerar dentro y fuera de la propiedad, con motivo de evitar la aparición de efecto dominó:

Tabla 7.1: Radiación térmica admisible dentro y fuera de la propiedad. Fuente: UNE 13645:2003.

Equipo en el interior de los límites de la propiedad	Nivel máx. de radiación térmica (kW/m ²)
Tanques de almacenamiento en superficies de hormigón.	32
Superficies exteriores metálicas de tanques a presión e instalaciones de proceso.	15
Salas de control, talleres de mantenimiento, laboratorios, almacenes, etc.	8
Edificios administrativos.	5
Equipo en el exterior de los límites de la propiedad	Nivel máx. de radiación térmica (kW/m ²)
Zonas aisladas: áreas ocupadas únicamente de forma excepcional por un reducido número de personas. Por ejemplo: granjas	13
Zonas intermedias: zonas que no son ni aisladas ni críticas. Éste es el caso más general.	5
Zonas críticas: lugares con dificultad o peligro para ser evacuadas rápidamente (por ejemplo: estadios deportivos, patios de juegos, etc.), o áreas donde la circulación pública no puede prohibirse incluso durante las emergencias.	1,5

8. MEDIDAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIAS Y PROPUESTAS PARA PREVENCIÓN DE RIESGOS

Tras el análisis expuesto a lo largo de las secciones anteriores, se propone una serie de medidas encaminadas a reducir el nivel de riesgo identificado.

De manera general, las medidas de reducción del riesgo se enfocan hacia dos posibles objetivos: reducir el efecto de las posibles consecuencias de un evento o reducir la posibilidad de ocurrencia del mismo, como, por ejemplo:

- Medidas para la reducción del impacto de las consecuencias: barreras contra el fuego, detección y respuesta rápida ante incidentes, ubicación de la fuente de peligro lejos de zonas de generación de efecto cadena, etc.
- Medidas típicas para la reducción de la probabilidad de ocurrencia incluyen el control de acceso a las instalaciones, limitación del acceso de vehículos a zonas adyacentes, sistemas de almacenamiento fuertemente protegidos y monitorizados, etc.

8.1. Medidas de obligado cumplimiento

8.1.1. Real Decreto 2060/2008

Este real decreto de regulación de los equipos a presión establece que todo equipo criogénico debe estar rodeados por muros o una valla metálica ligera de al menos 2 metros de altura con el fin de evitar que personas ajenas al servicio puedan acceder a las instalaciones o manipularlas. Así mismo, debe colocarse en sitio visible un cartel donde se indique el gas contenido, los peligros específicos y las medidas de seguridad recomendadas.

8.1.2. Real Decreto 1196/2003

La Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, determina dos zonas objeto de planificación:

- a. Zona de intervención: es aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- b. Zona de alerta: es aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos de población y de los edificios

que los pueden albergar, tales como escuelas, hospitales, residencias de ancianos, etc.

Dadas las características del sistema las distancias obtenidas para dichas zonas son las siguientes:

- a) Zona de intervención → 83 m
Debido a la ubicación seleccionada esta zona incluye zonas externas al recinto (puerto deportivo). Por lo que es necesario desarrollar medidas de protección tal como las define este Real Decreto.

- b) Zona de alerta → 126 m

8.2. Propuestas de mejora

Automatización: Dado el tiempo requerido para operar manualmente las válvulas en caso de emergencia se recomienda la automatización del sistema con el fin de reducir las pérdidas, el tiempo de reacción ante cualquier posible incidente y los posibles riesgos derivados de este tipo de sucesos.

Medidas de mitigación de fugas: Independiente del correspondiente al tanque actual, instalación de un sistema secundario de detección de fugas de gas.

Medidas de mitigación de ignición secundaria: Se recomienda alejar las rutas de movimiento de vehículos de todos los equipos del sistema, así como una prohibición de fumar en un área de 28 metros.

Medidas de mitigación de quemaduras por frío: instalar válvulas operadas de manera remota, requerir que los trabajadores que manipulen la instalación o se encuentren en las inmediaciones utilicen ropa adecuada y equipamiento de protección contra el frío criogénico.

Medidas de mitigación de accidentes con condiciones meteorológicas adversas: limitar el uso del sistema cuando exista una alerta de riesgo por condiciones meteorológicas adversas, estar al tanto de posibles alertas meteorológicas en la zona, a partir de comunicaciones constantes con las autoridades competentes.

Entrenamiento y simulacros: Es recomendable que todos los trabajadores y personal que opere en la zona tengan los conocimientos básicos sobre cómo actuar en caso de que se produzca una fuga o derrame de GNL, a través de la realización periódica de simulacros de emergencia.

Reducción de la probabilidad de ocurrencia: Dado que el acceso a las instalaciones del Puerto ya está controlado actualmente, se propone fomentar la información y formación entre el personal, definir claramente qué trabajadores están autorizados para entrar en el área, además de establecer la prohibición de fumar, indicando los lugares establecidos con tal fin (en caso de haberlos).

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tal y como se ha expuesto, se obtiene, para la instalación proyectada, un nivel de riesgos moderado. Para este nivel debe asegurarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo, permaneciendo dentro de las prácticas razonables.

Se recogen en el Anexo 3 las características específicas del GNL, información que debe conocer cualquier persona que manipule GNL o GN, y por ello se aconseja un periodo adicional de formación a los trabajadores que operarán el nuevo sistema. Se sugiere también el desarrollo de un ejercicio de simulación y entrenamiento con todos los intervinientes, con la periodicidad establecida.

Se aconseja, asimismo, definir y poner en conocimiento general, de todos los trabajadores y personas que puedan estar en la Terminal designada, de los planes de emergencia.

Se recomienda seguir en todo momento las instrucciones de seguridad recogidas en la reglamentación aplicable (véase [sección 6.1](#)), para preservar en todo momento la seguridad y protección de las personas, tanto los trabajadores de la empresa Suardiáz como las personas ajenas a la actividad de la misma.

La normativa aplicable no obliga a la construcción de un cubeto de contención dadas las dimensiones de almacenamiento, sin embargo la UNE En 60210:2015 nos indica lo siguiente: *“En los posibles puntos de derrame de GNL (válvula, brida, equipos auxiliares, etc.) donde la proyección del vertido pueda salir del cubeto, la altura de la pared de éste debe ser superior a la altura de dichos puntos, excepto en aquellos casos en que la distancia de éstos a la pared del cubeto sea superior a 5 m y la altura de los mismos sea inferior a 1,5 m o se hayan adoptado medidas anti-proyección del vertido.”* Dada la distribución de las válvulas y tuberías dentro del contenedor según los planos aportados por HAM sería recomendable tomar las mencionadas medidas anti-proyección en los siguientes puntos:

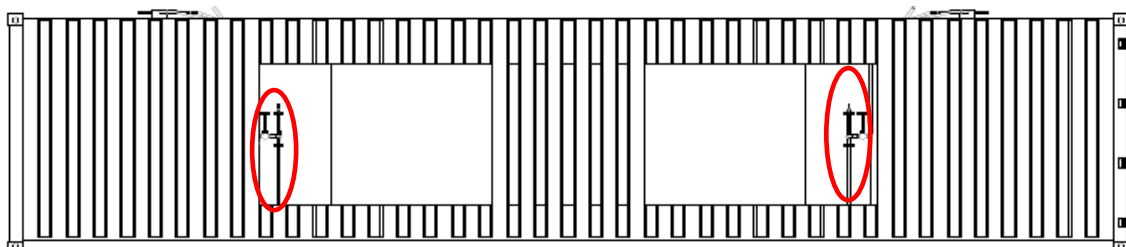


Figura 9.1: Plano lateral del CEF generador. Fuente: HAM

Atendiendo a lo mencionado en la sección 8.1.1. se recomienda que el vallado sea cómo mínimo de unas dimensiones tales que el área de fugas más probable (ver [Anexo](#)

[2](#), Ilustración 1.3) quede contenida en su interior. Por otro lado, un vallado superior a 28 metros no aportaría beneficios de seguridad adicionales.

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISDEFE, Gerencia de Infraestructuras y Energía, 'Guía de Gestión Energética en Puertos', Puertos del Estado, Subd. Innovación Tecnológica, Seguridad y Sostenibilidad.
- [2] II Congreso Internacional del Gas Natural. Presentación Alberto Tacias Francí (Osinergim). Riesgos en el transporte de GNL y plantas satélite regasificadoras.
- [3] International Organization for Standardization. Characteristics of LNG influencing design and material selection. ISO/DIS 16903. Ginebra (Suiza): ISO, 2012.
- [4] Santander, D. V. (2013). 'Estudio de la dispersión e incendio de nubes inflamables de gas (GNL y GLP)' – Doctoral Thesis. Universitat Politècnica de Catalunya.
- [5] Ramos, M. A. y Droguett, E. L. (2012) 'Análise Quantitativa de Risco de um Terminal Offshore de Gás Natural Liquefeito no Porto de Suap'. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- [6] Zimmermann, A. T. (2009). 'Análise de Riscos de um Vazamento de Gás Natural em um Gasoduto' – Master Thesis. Universidade Federal de Santa Catarina.
- [7] Moraes, G. (2014) 'Normas Regulamentadoras Comentadas® e Ilustradas, Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho'. 8ª Edição Revista, Ampliada, Atualizada e Ilustrada, Vol.3 (NR 17 à NR 34). Brasil: Gerenciamento Verde Consultoria.
- [8] <http://www.gnl.es/gas-natural-licuado.php>
- [9] Vandebroek, L., & Berghmans, J. (2012). Safety aspects of the use of LNG for marine propulsion. Procedia Engineering, 45, 21–26.
- [10] UNE 60210:2015. Plantas satélite de gas natural licuado.
- [11] Ivings, M. J., Jagger, S. F., Lea, C. J., & Webber, D. M. (2016). Evaluating Vapor Dispersion Models for Safety Analysis of LNG Facilities. Health and Safety Laboratory, Buxton, Derbyshire, UK.
- [12] Foss, M. M. (2003) 'Sistemas de Seguridad y Protección de GNL'. Center for Energy Economics.
- [13] Coloured Books
- Red Book (CPR 12E) →Methods for determining and processing probabilities - Second edition 1997/2005
 - Yellow Book (CPR 14E) →Methods for the calculation of Physical Effects Due to releases of hazardous materials (liquids and gases) - Third edition Second revised print 2005

- Green Book (CPR 16E) → Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials - First edition
- Purple Book (CPR 18E) → Guidelines for quantitative risk assessment – First edition 1999/2005

ANEXO 1. PLANOS INSTALACIÓN

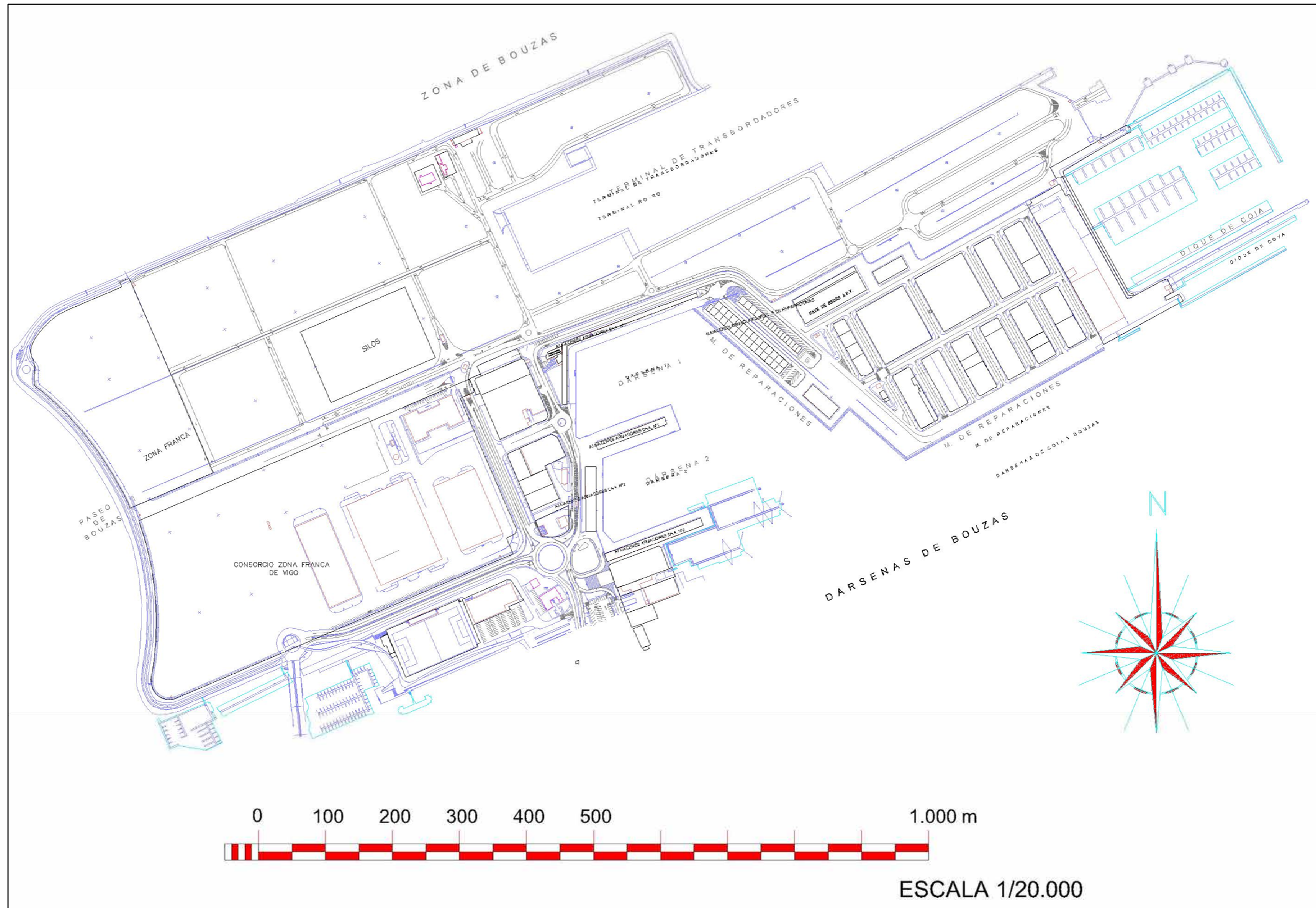


Figura 0.1: Plano general de planta. Fuente: Autoridad Portuaria de Vigo

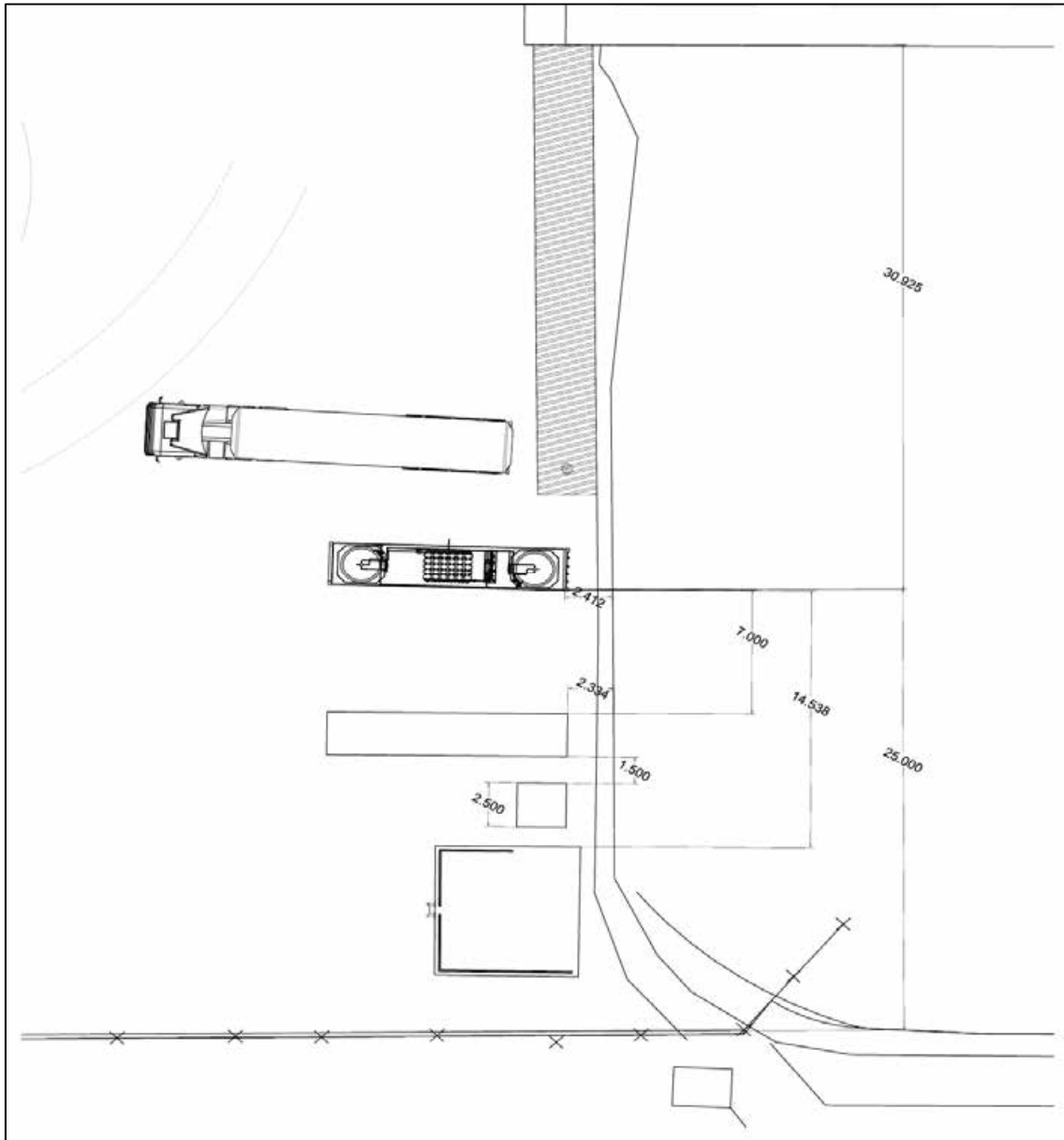


Figura 0.2: Distribución en planta de los elementos. Fuente: Elaboración propia.

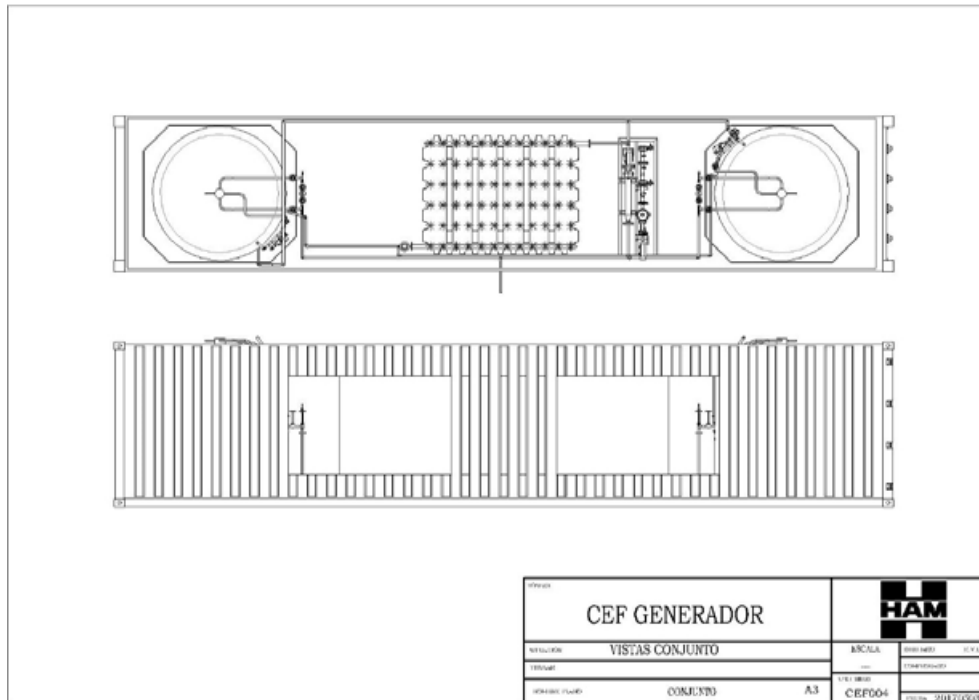


Figura 0.3: Estructura de la unidad de almacenaje. Fuente: HAM.

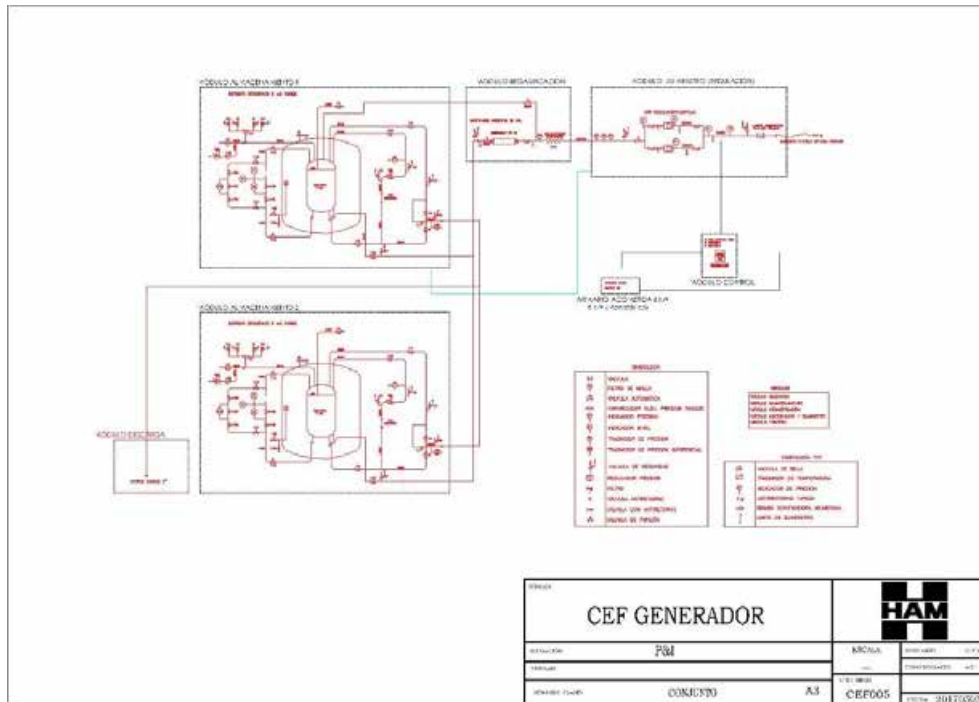
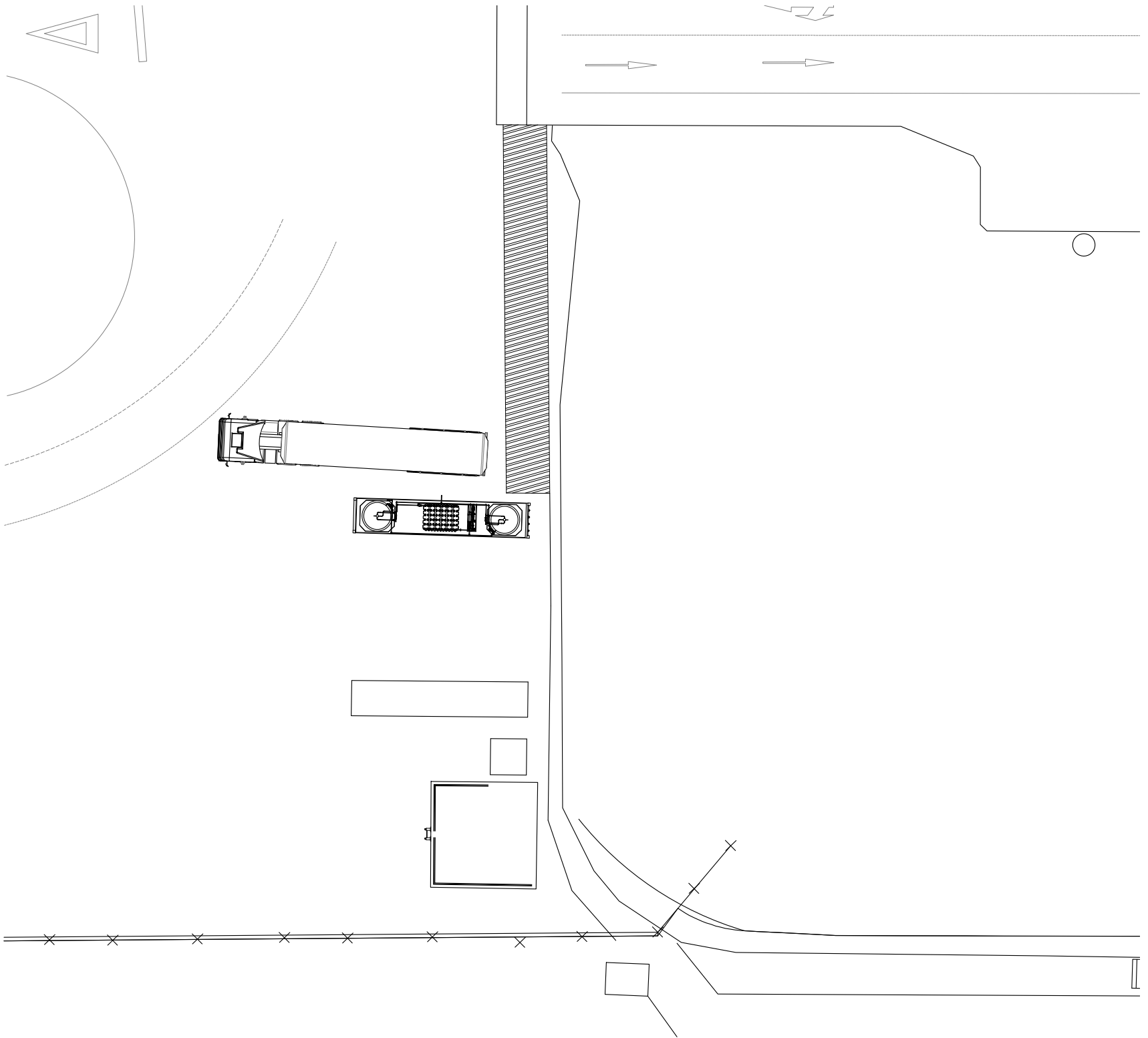
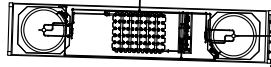
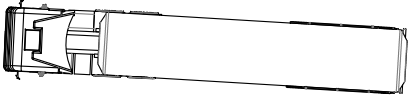
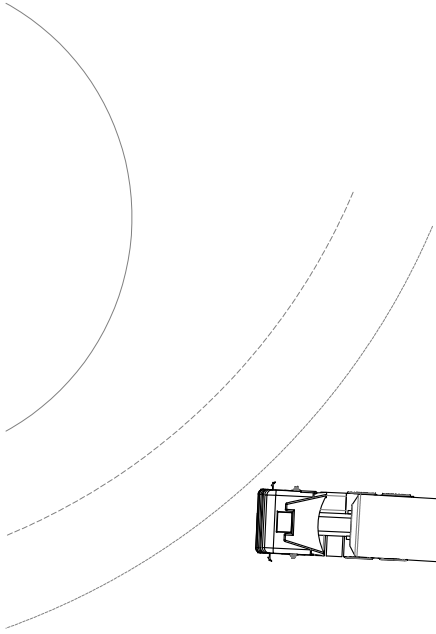


Figura 0.4: Plano diseño de la unidad de almacenaje. Fuente: HAM





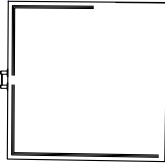
2.19

10.0

17.56

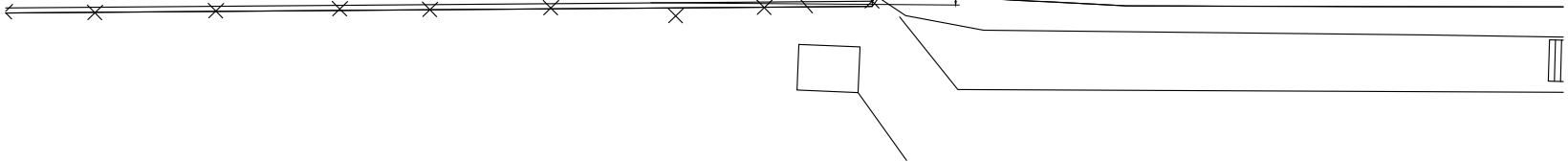
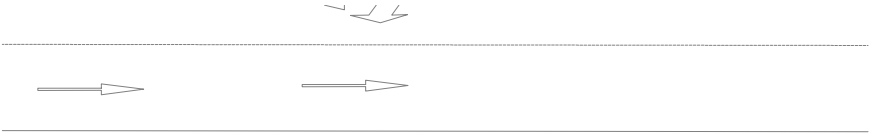
7.5

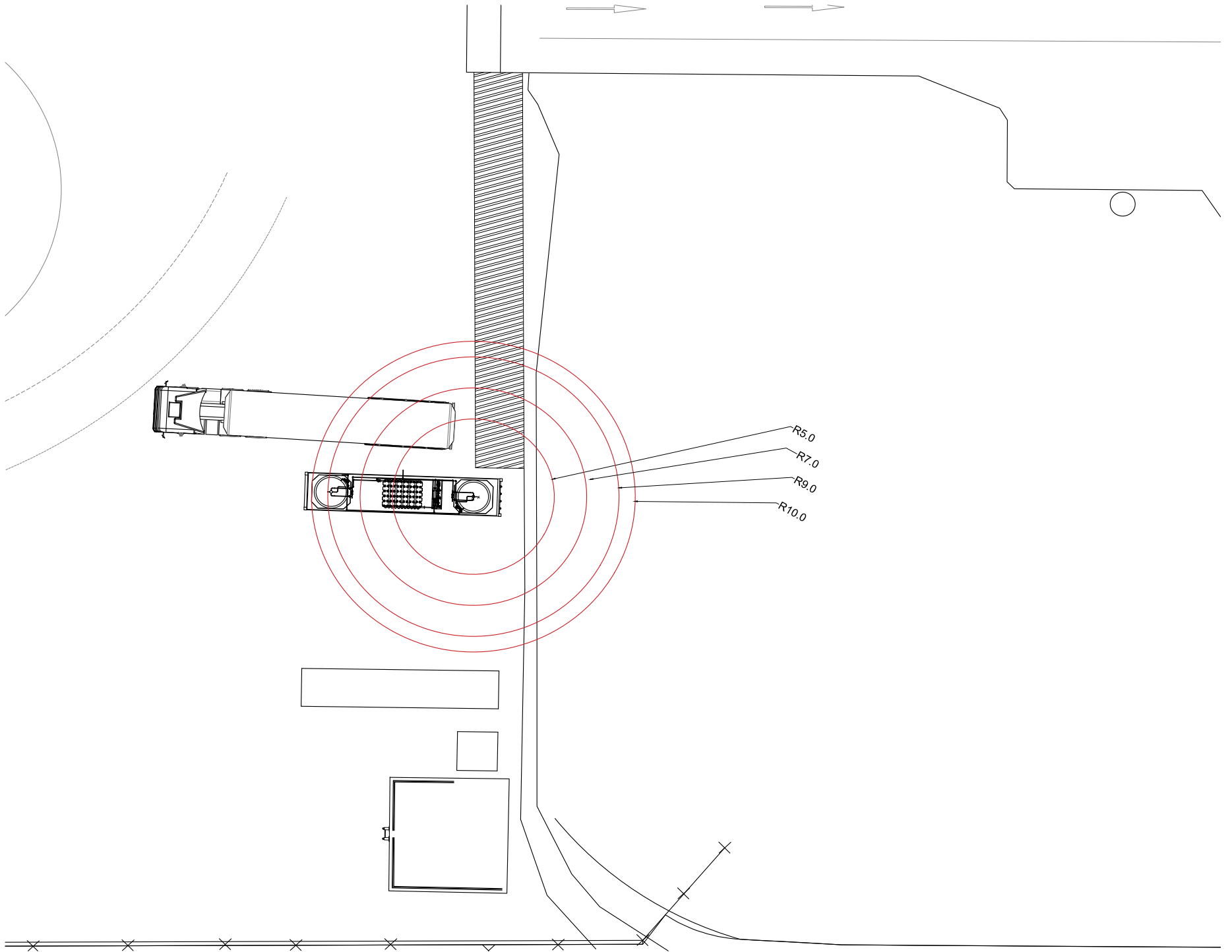
2.5

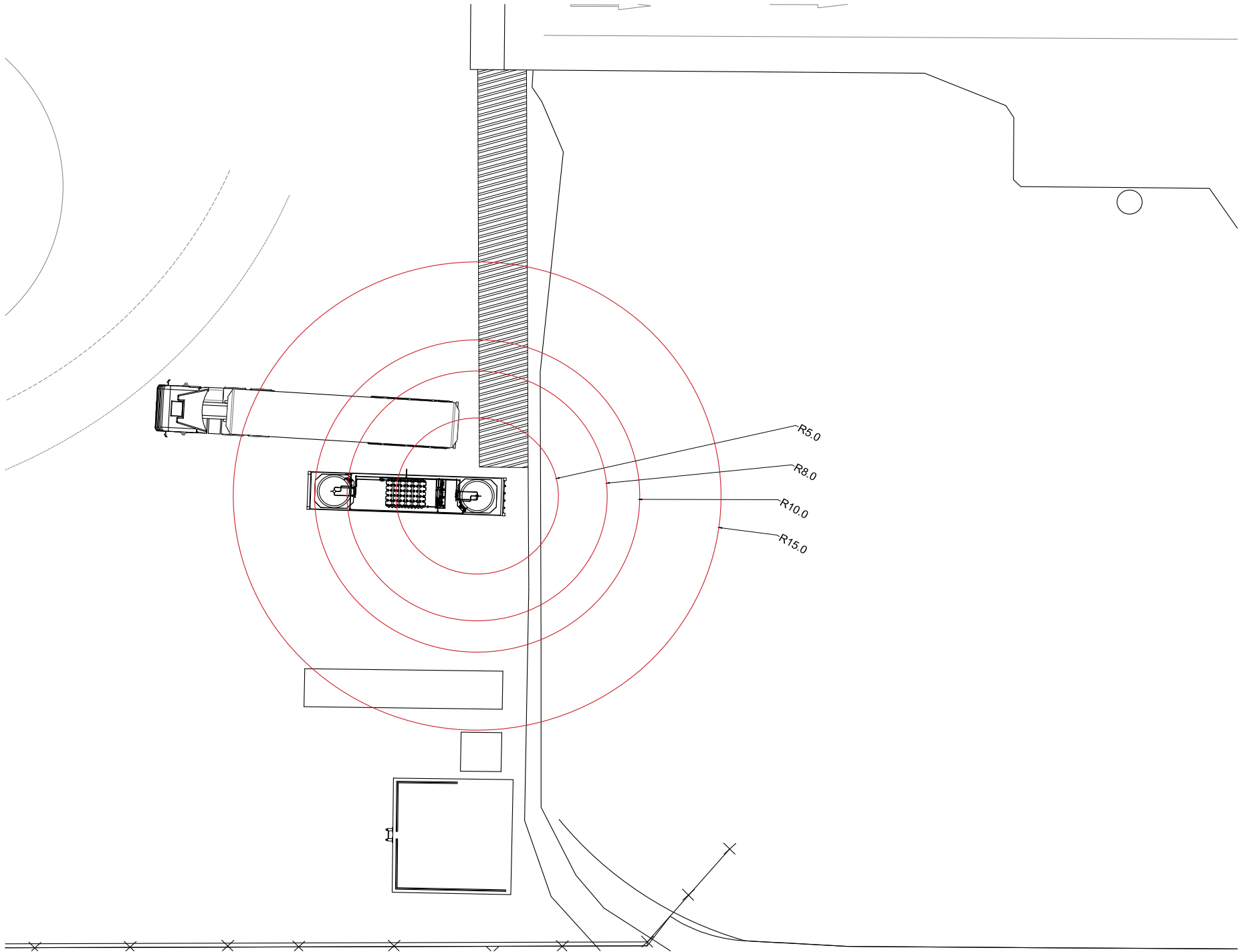


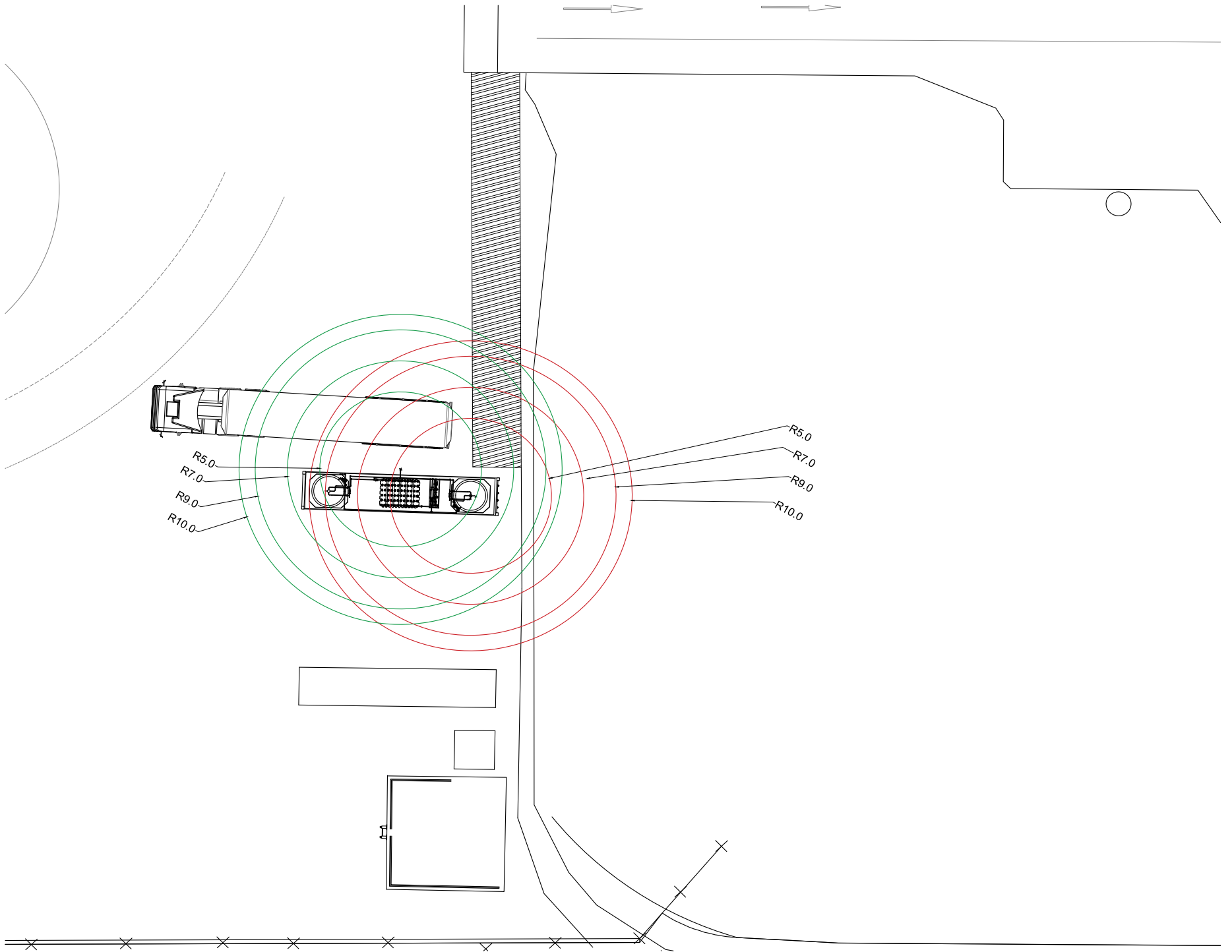
26.73

28.0









ANEXO 2. SIMULACIONES

ÍNDICE

1.	Introducción OpenFOAM.....	2
1.1.	Pre-procesado	2
1.2.	Post-procesado	12
1.3.	Escenarios adicionales	18
1.4.	Evolución de la nube	18
2.	Resultado de los escenarios estudiados.....	20
2.1.	Escenarios para las condiciones de viento más comunes	20
2.1.1.	Fuga vertical en la conducción tanque - motor con orificio de 40 mm. ..	20
2.1.2.	Fuga vertical en la válvula de seguridad con orificio de 40 mm.	26
2.1.3.	Fuga vertical en la pared del tanque con orificio de 10 mm.....	32
2.1.4.	Fuga vertical en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm.	38
2.1.5.	Fuga horizontal en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm. 44	
2.1.6.	Fuga vertical en la conducción carga del tanque con orificio de 40 mm.	50
2.1.7.	Evaporación, tanque sin tapa.	56
2.1.8.	Evaporación, rotura del tanque.....	62
2.2.	Escenarios para las condiciones de viento extremas	68
2.2.1.	Fuga vertical en la conducción tanque – motor con orificio de 40 mm... 68	
2.2.2.	Fuga vertical en la pared del tanque con orificio de 10 mm.....	80
2.2.3.	Fuga vertical en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm.	86
2.2.4.	Fuga horizontal en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm. 92	
2.2.5.	Fuga vertical en la conducción carga del tanque con orificio de 40 mm.	98
2.2.6.	Evaporación, tanque sin tapa.	104
2.2.7.	Evaporación, rotura del tanque.....	110
2.3.	Escenario para viento más perjudicial.....	116
2.3.1.	Evaporación, rotura del tanque.....	116

1. Introducción OpenFOAM

Para llevar a cabo las simulaciones, expuestas en el apartado 6.5.2., se ha empleado OpenFOAM¹ (Open Source Field Operation and Manipulation). Se trata de un software de acceso libre que permite resolver problemas de mecánica de fluidos, e incluso combinarlos con: reacciones químicas, transferencias de calor, electromagnetismo, ... obteniendo un problema multifísico. La resolución de estos problemas se consigue por medio de modelos matemáticos, en el cual se combina las ecuaciones de Navier Stokes (ecuación de la conservación de continuidad, de movimiento y de energía).

A la hora de realizar las simulaciones se diferencian dos partes:

- Pre-proceso. En la cual tiene lugar el estudio del entorno y determinar el modelo matemático junto con las condiciones iniciales y de contorno.
- Post-proceso. Realizada la simulación, es necesario la validación y análisis de los resultados obtenidos.

1.1. Pre-procesado

Para realizar las simulaciones, contempladas en dicho apartado (6.5.2.), será necesario conocer el entorno y determinar un dominio computacional.

¹ OpenFOAM Foundation, 2014

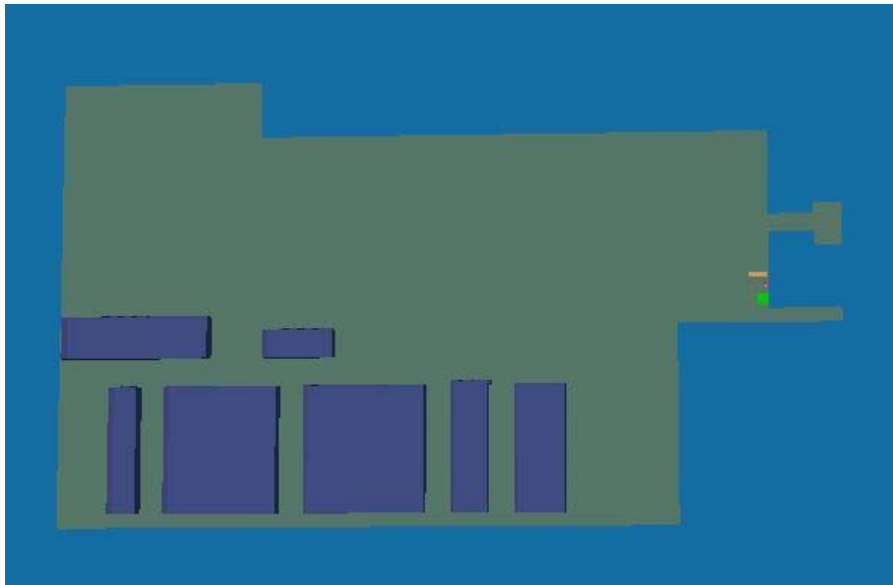


Ilustración 1.1: Dominio computacional contemplado a la hora de realizar las simulaciones. Fuente: Elaboración propia.

Tal y como muestra la ilustración 1-1, el sistema de almacenamiento y el grupo electrógeno, se encuentran con colores distintos al resto del dominio computacional. Estos se encuentran ubicados a 27 m del inicio de la rampa 7 de la terminal RO-RO. Por otro lado, el dominio computacional incluye construcciones alejadas, respecto a la ubicación de la instalación, para contemplar la distribución de los vientos más desfavorables (mencionados en el apartado 6.5.2.) y la posible propagación de la dispersión de fuga de GNL. Debido a los posibles tamaños de fuga considerados, no se tiene en cuenta más superficie de la terminal. Debido a la magnitud del dominio computacional, a continuación, se muestra con más detalle la distribución considerada para esta instalación (ver sección 5).

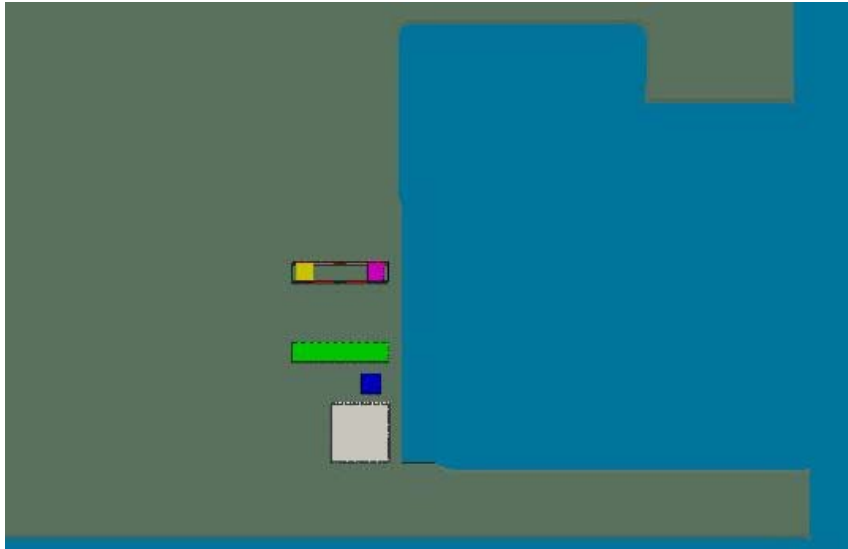


Ilustración 1.2: Zoom del dominio computacional contemplado a la hora de realizar las simulaciones. Fuente: Elaboración propia.

Para crear la geometría se ha empleado una interfaz gráfica² diseñada para trabajar con OpenFOAM.

Una vez determinado el dominio computacional, será necesario conocer algunos parámetros climatológicos para poder estimar el modelo matemático definitivo que habrá que implantar en OpenFOAM. Para ello será necesario realizar algunas hipótesis y condiciones acerca del dominio computacional seleccionado:

- Se trata de un medio compresible, por lo que no se puede considerar una presión constante.
 La temperatura media exterior es aproximadamente 16.06°C, mientras que la temperatura de trabajo a la que se encuentra el GNL, en el interior del tanque, es de -161°C. Debido a esa diferencia de temperatura, y a la relación directamente proporcional entre ese parámetro con la densidad, se puede decir que, el salto de densidad es muy grande y que por tanto es un medio compresible.
- Medio turbulento ya que, el valor de Reynolds (Re) debe ser muy elevado.
 Esta afirmación se debe a que el valor de la viscosidad (μ) del GNL es del orden de 10^{-14} . Ese valor elevado de Reynolds permite que no se desprecie ni el término de flotación ni el de disipación viscosa.

$$Re = \frac{\rho UL}{\mu} \quad \text{Ecuación 1-1}$$

² Helyx-OS/ v 2.3.1

- Problema con reacción química ya que, el GNL va a interaccionar con el aire, se va a producir transferencia de calor de la fuga al medio. Esta transferencia de calor es la responsable de la presencia de la tercera ecuación (ecuación de conservación de la energía) en el modelo del proceso.

Debido a las condiciones e hipótesis anteriores, no es posible realiza muchas simplificaciones, en las ecuaciones de Navier Stokes. Con todo, el modelo matemático necesario para realizar la simulación de la dispersión de una fuga de gas es el siguiente:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \mathbf{v}) = 0$$

$$\frac{\partial(\rho \mathbf{v})}{\partial t} + \nabla(\rho \mathbf{v} \mathbf{v}) + \nabla p - \text{div}(\mu(\nabla \mathbf{v} + (\nabla \mathbf{v})^T)) = \nabla V + \nabla B$$

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho c_p \mathbf{v} \cdot \nabla T - \text{div}(k \nabla T) = \mu(\nabla \mathbf{v} + (\nabla \mathbf{v})^T) : \nabla V + \hat{\beta} \frac{Dp}{Dt}$$

Ecuación 1-2: Ecuaciones que modelan el proceso. Fuente: Elaboración propia

Al tratarse de un problema turbulento, no se puede emplear un modelo de Simulación Numérica Directa (DNS), por lo que se emplea un modelo RANS que consiste en descomponer el campo de velocidad y presión en promedios y fluctuaciones.

Este conjunto de ecuaciones se resuelve empleando el modelo k- Ω , donde k hace referencia a la energía cinética turbulenta y Ω a la disipación turbulenta. De esta forma, se establece que el modelo es estable y numéricamente robusto, con una capacidad de predicción bien establecida. Por otro lado, para realizar la simulación de la dispersión de un gas se ha seleccionada el resolvidor *rhoReactingBouyantFoam*, presente en la librería de OpenFOAM.

Por otro lado, OpenFOAM al igual que cualquier otro código de Dinámica de Fluidos Computacionales (CFD) resuelve, el modelo matemático de la ecuación 1-2, por medio de elementos finitos. Para ello será necesario mallar todo el dominio computacional, es decir, dividir toda la geometría en nodos, para que el software realice todos los cálculos en cada uno de ellos. Además, será necesario hacer una malla robusta para que sea posible realizar las fugas, ya que estas presentan tamaños del orden de 10^{-3} .

Definidos todos los parámetros que intervienen en el modelo matemático y dominio computacional. Será necesario determinar los posibles escenarios donde puede tener lugar una posible fuga de GNL. Para ello, ha sido necesario conocer la estructura del

sistema y el diámetro de las conducciones. Por otro lado, gracias a referencias bibliográficas³ también ha sido posible contemplar otros posibles escenarios.

Se muestra a continuación una tabla con los escenarios estudiados.

³ P.A.M. Uijt de Haag, B.J.M. Ale. (1999). Guideline for quantitative risk assessment: Purple book: CPr 18E

Tabla 1-1: Listado de escenarios a simular. Fuente: Elaboración propia.

Operación normal	Tiempo de fuga	Fase	Diámetro	Ángulo	Altura	Condiciones Meteorológicas
Conducción tanque-motor	30 min	Gas	40 mm	Vertical		Media del lugar
Válvula de seguridad	30 min	Gas	40 mm	Vertical	Altura tanque	Medias del lugar
Pared del tanque	30 min	Líquido	10 mm	Vertical	Altura tanque	Medias del lugar
Conducción (regasificación)	30 min	Líquido	40 mm	Horizontal paralelo al viento	1 m	Medias del lugar
Conducción (regasificación)	30 min	Gas	40 mm	Horizontal paralelo al viento	1 m	Medias del lugar
Conducción (regasificación)	30 min	Líquido	40 mm	Vertical	1 m	Medias del lugar
Conducción (regasificación)	30 min	Gas	40 mm	Vertical	1 m	Medias del lugar
Conducción carga del tanque	30 min	Líquido	40 mm	Vertical		Medias del lugar
Evaporación, tanque sin tapa	30 min	Líquido	Área tanque	Evaporación	Altura tanque	Medias del lugar
Evaporación (piscina), rotura tanque	30 min	Líquido	Área contenedor	Evaporación		Medias del lugar

En la Tabla 0-1 se indica el tiempo de fuga, que se corresponde con el tiempo que se ha de realizar la simulación. Pese a que la instalación cuenta con sistemas de automatización (ver sección 2.4.) no cuenta ni con sistemas de control remoto ni con paradas automáticas. Por lo que, se puede considerar que no está totalmente automatizada y el tiempo máximo de simulación, que se estima para estas situaciones, es de 30 minutos⁴.

Por otro lado, la tabla también muestra la fase en la que se encuentra el gas natural. Debido a la elevada diferencia de temperatura entre el tanque y el entorno, el GNL fugado se encuentra en estado gaseoso. Esto se ha calculado a partir de la NTP (Nota Técnica de Prevención) 430⁵, la cual indica que si el cociente entre la masa de vaporización y la masa inicial del gas licuado es menor del 20% se desprecia la posibilidad de derrame. Realizadas las operaciones se puede concluir que todas las simulaciones que se van a llevar a cabo son en estado gas. Por lo que, la Tabla 0-1 ha sufrido algunas modificaciones, dando como resultado la siguiente:

⁴ P.A.M. Uijt de Haag, B.J.M. Ale. (1999). Guideline for quantitative risk assessment: Purple book: CPr 18E

⁵ NTP 430: Gases licuados: evaporación de fugas y derrames. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Tabla 1-2: Listado de escenarios definitivos a simular. Fuente: Elaboración propia.

Nombre del escenario	Operación normal	Tiempo de fuga	Fase	Diámetro	Ángulo	Altura	Condiciones Meteorológicas
S-1	Conducción tanque-motor	30 minutos	Gas	10 mm	Vertical		Medias del lugar
S-2	Válvula de seguridad	30 minutos	Gas	40 mm	Vertical	Altura tanque	Medias del lugar
S-3	Pared del tanque	30 minutos	Gas	40 mm	Vertical	Altura tanque	Medias del lugar
S-4	Fuga conducción (regasificación)	30 minutos	Gas	40 mm	Horizontal paralelo al viento	1 m	Medias del lugar
S-4	Fuga conducción (regasificación)	30 minutos	Gas	40 mm	Vertical	1 m	Medias del lugar
S-5	Conducción carga del tanque	30 minutos	Líquido	40 mm	Vertical		Medias del lugar
S-6	Evaporación, tanque sin tapa	30 minutos	Líquido	Área tanque	Evaporación	Altura tanque	Medias del lugar
S-7	Evaporación, rotura tanque	30 minutos	Líquido	Área contenedor	Evaporación		Medias del lugar

Además, todas las simulaciones se realizan para las siguientes direcciones de viento:

1. Viento más común con dirección:

→ S-SO = 4.86 m/s

→ N-NE = 2.08 m/s

2. Viento extremo con dirección:

→ S-SO = 16.67 m/s

→ N-NE = 12.5 m/s

Por último, para tener un problema completo, es necesario determinar las condiciones iniciales y de contorno. Al tratarse de la interacción de dos fluidos, las condiciones iniciales se pueden separar en las del aire y las del fluido.

- Condiciones iniciales del aire:

→ Temperatura = 16.066°C = 289.21K

→ Presión = 1.006 atm = 1.02 bar

→ Velocidad

1. Común: S-SO = 4.86 m/s. N-NE = 2.083m/s

2. Extremo: S-SO = 16.67 m/s. N-NE = 12.5 m/s

Debido a que no todo el sistema tiene las mismas condiciones de trabajo. Se van a agrupar todos los escenarios contemplados en la Tabla 0-2, en cuatro grupos que presentan las mismas condiciones iniciales:

1. Conducción tanque – motor:

- Presión de servicio = 2 bares

- Condiciones iniciales de la fuga (orificio): Se determinan por medio de la Nota Técnica de Prevención (NTP) 385 del Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo⁶.

→ Temperatura: $T = T_{dentro\ tanque} * \left(\frac{2}{\gamma+1}\right) = 230K$ *Ecuación 1-3*

→ Presión: $P = P_{dentro\ tanque} * \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 1.61\ bar$ *Ecuación 1-4*

→ Velocidad:

$$Q = \frac{1}{60} * 4.17 * C * \left(\frac{do}{4.656}\right)^2 P_1 \left(\frac{P_1 - P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{3\gamma}} \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1} \frac{1}{T}} = 120m/s$$
 Ecuación 1-5

⁶ NTP: 385: Fugas en recipientes: emisión en fase gas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.

C = Coeficiente de descarga (0.7)

d_o = Diámetro de la fuga (mm)

P_1 = Presión primaria (KPa)

P_2 = Presión secundaria (KPa)

X_T = Relación de presiones diferenciales (0.72)

Q = Caudal (m^3/min)

Y = Relación de los gases (1.35)

2. Contedor sistema de almacenamiento de GNL.

- Presión de servicio = 3 bares
- Condiciones iniciales de la fuga (orificio): Siguiendo las ecuaciones presentes en “conducción tanque – motor”.

→ Temperatura: 96.17K *Ecuación 1-6*

→ Presión: 2.15 bar *Ecuación 1-4*

→ Velocidad: 130 m/s *Ecuación 1-5*

3. Carga del sistema de almacenamiento.

- Presión de servicio = 3 bares
- Condiciones iniciales de la fuga (orificio): Siguiendo las ecuaciones presentes en “conducción tanque – motor”.

→ Temperatura: 65.53K *Ecuación 1-7*

→ Presión: 2.42 bar *Ecuación 1-4*

→ Velocidad: 180 m/s *Ecuación 1-5*

4. Evaporación del GNL.

- Presión de servicio = 3 bares
- Condiciones iniciales de la fuga: Siguiendo las ecuaciones presentes en “conducción tanque – motor”.

• Temperatura: 96.17K *Ecuación 1-8*

• Presión: 2.15 bar *Ecuación 1-4*

- Velocidad: 0 m/s
- Condiciones de contorno:
Se ha considerado que las paredes del dominio computacional se encuentran tan alejadas que no van a intervenir en la zona afectada por la fuga. Por lo que, las derivadas de presión, temperatura y componentes químicos respecto a la derivada de la componente normal son cero.
Con el fin de reducir el coste computacional del problema, se va a emplear el modelo k- Ω , que también se han de definir como condiciones de contorno. Al igual que antes, se ha considerado que las paredes se encuentran lo suficientemente alejadas, por lo que la fuga no se va a ver afectada. Una vez más, la derivada de k y Ω respecto a la derivada de la componente normal es cero.

1.2. Post-procesado

Realizadas todas las simulaciones, se realiza una validación de los resultados obtenidos. Para ello, se ha contado con la colaboración del Grupo Ibérico OpenFOAM y de la Universidad de Campinas y algunos de sus artículos⁷ y ⁸.

Tras el resultado positivo de las validaciones, se visualiza la dispersión del gas en cada uno de los escenarios mencionados en la Tabla 0-2, para poder determinar la distancia de seguridad. Teniendo en cuenta los límites de inflamabilidad (límites de composición de la mezcla gas-aire entre los cuales la combustión puede iniciarse o propagarse). En el caso del GNL, los límites de inflamabilidad⁹ se encuentran:

- Límite de inflamabilidad inferior (LII) 5% de la composición de la mezcla.
- Límite de inflamabilidad superior (LSI) 15% de la composición de la mezcla.

En función de los límites de inflamabilidad, se obtiene las siguientes distancias que permiten determinar el radio de seguridad, recogidos en las siguientes tablas:

⁷ Vianna, S. (2016). Numerical modelling of gas dispersión using OpenFOAM. Process Safety and Environmental Protection.

⁸ Ferreira, E. S. y Viana, S. S. V. (2016). Large Eddy simulation combined with equivalent diameter for turbulent jet modelling and gas dispersion. Brazilian Journal of Chemical Engineering. Vol 33, nº3, pg. 525-540).

⁹ Véase sección 1.2.2. Propiedades del gas evaporado (Memoria).

Nota: Estos datos se corresponden con las distancias individuales máximas alcanzadas para cada coordenada x, y, z durante los 30 minutos de simulación. Dichos máximos no tienen por qué darse en el mismo instante de tiempo.

Tabla 1-3: Distancias máximas de propagación de la nube dentro de los límites de inflamabilidad, viento dirección S-SO (común). Fuente: Elaboración propia.

	Distancia (m) máxima horizontal LII	Distancia (m) máxima vertical LII	Ancho (m) máximo de fuga LII	Distancia (m) máxima horizontal LSI	Distancia (m) máxima vertical LSI	Ancho (m) máximo de fuga LSI
Fuga tanque-motor 40 mm	3	6	2.2	1	3.2	0.7
Fuga válvula de seguridad 40 mm	3.5	7.5	3.6	0.8	3.8	0.8
Fuga tanque 10 mm	3.8	7.5	2.2	0.9	3.6	0.7
Fuga regasificación 40 mm (horizontal)	10	3	5.6	1.4	2	1.7
Fuga regasificación 40 mm (vertical)	3.5	8	2.4	0.9	4	0.8
Fuga carga del tanque 40 mm	4.5	9.5	2.3	1	4.2	0.8
Evaporación, tanque sin tapa	65	15	18.1	22	10	9
Piscina	80	30	49.6	30	20	22.5

Tabla 1-4: Distancias máximas de propagación de la nube dentro de los límites de inflamabilidad, viento dirección N-NE (común). Fuente: Elaboración propia.

	Distancia (m) máxima horizontal LII	Distancia (m) máxima vertical LII	Ancho (m) máximo de fuga LII	Distancia (m) máxima horizontal LSI	Distancia (m) máxima vertical LSI	Ancho (m) máximo de fuga LSI
Fuga tanque-motor 40 mm	2.5	8	2.2	0.6	3.2	0.7
Fuga válvula de seguridad 40 mm	3.5	8.5	2	0.7	4.5	0.7
Fuga tanque 10 mm	3	8	2.2	0.7	3.8	0.7
Fuga regasificación 40 mm (horizontal)	10	3	8.2	2.6	2	1.7
Fuga regasificación 40 mm (vertical)	3	9.5	2.5	0.8	5	0.8
Fuga carga del tanque 40 mm	4	10	2.5	0.8	5	0.9
Evaporación, tanque sin tapa	45	35	20.4	16	20	9.1
Piscina	50	40	23	20	20	15

Tabla 1-5: Distancias máximas de propagación de la nube dentro de los límites de inflamabilidad, viento dirección S-SO (extremo). Fuente: Elaboración propia.

	Distancia (m) máxima horizontal LII	Distancia (m) máxima vertical LII	Ancho (m) máximo de fuga LII	Distancia (m) máxima horizontal LSI	Distancia (m) máxima vertical LSI	Ancho (m) máximo de fuga LSI
Fuga tanque-motor 40 mm	3	3.5	2.2	1.1	2.8	0.7

Fuga válvula de seguridad 40 mm	4	4	2.4	1.3	2.4	0.8
Fuga tanque 10 mm	4	4	2.5	1.3	2.6	0.7
Fuga regasificación 40 mm (horizontal)	9	2	4.6	3	2	1.7
Fuga regasificación 40 mm (vertical)	3	4.5	2.2	0.9	3	0.8
Fuga carga del tanque 40 mm	52.0	5.5	2.6	1.4	3.6	0.8
Evaporación, tanque sin tapa	65	5	11.5	24	4	7
Piscina	100	5	45.1	40	5	22.3

Tabla 1-6: Distancias máximas de propagación de la nube dentro de los límites de inflamabilidad, viento dirección N-NE (extremo). Fuente: Elaboración propia.

	Distancia (m) máxima horizontal LII	Distancia (m) máxima vertical LII	Ancho (m) máximo de fuga LII	Distancia (m) máxima horizontal LSI	Distancia (m) máxima vertical LSI	Ancho (m) máximo de fuga LSI
Fuga tanque-motor 40 mm	3	3.5	2.2	1.2	2.6	0.7
Fuga válvula de seguridad 40 mm	3.5	4.5	2	1.4	2.8	0.6
Fuga tanque 10 mm	3.6	4.5	2.2	1.3	2.8	0.7
Fuga regasificación 40 mm (horizontal)	5.5	3	3.4	1.4	2.6	1.7

Fuga regasificación 40 mm (vertical)	4.5	5	2	1	3.3	0.7
Fuga carga del tanque 40 mm	4.5	6.5	2.6	1.4	4	0.9
Evaporación, tanque sin tapa	80	30	33.3	34	15	13.2
Piscina	164	10	21.9	40	5	13.3

Dadas las probabilidades de fuga (ver Tabla 6.11 de la [Memoria del proyecto](#)) y a partir de los datos obtenidos, se ha determinado un área de seguridad. Donde se contemplan todas las posibles ubicaciones de las fugas más probables.

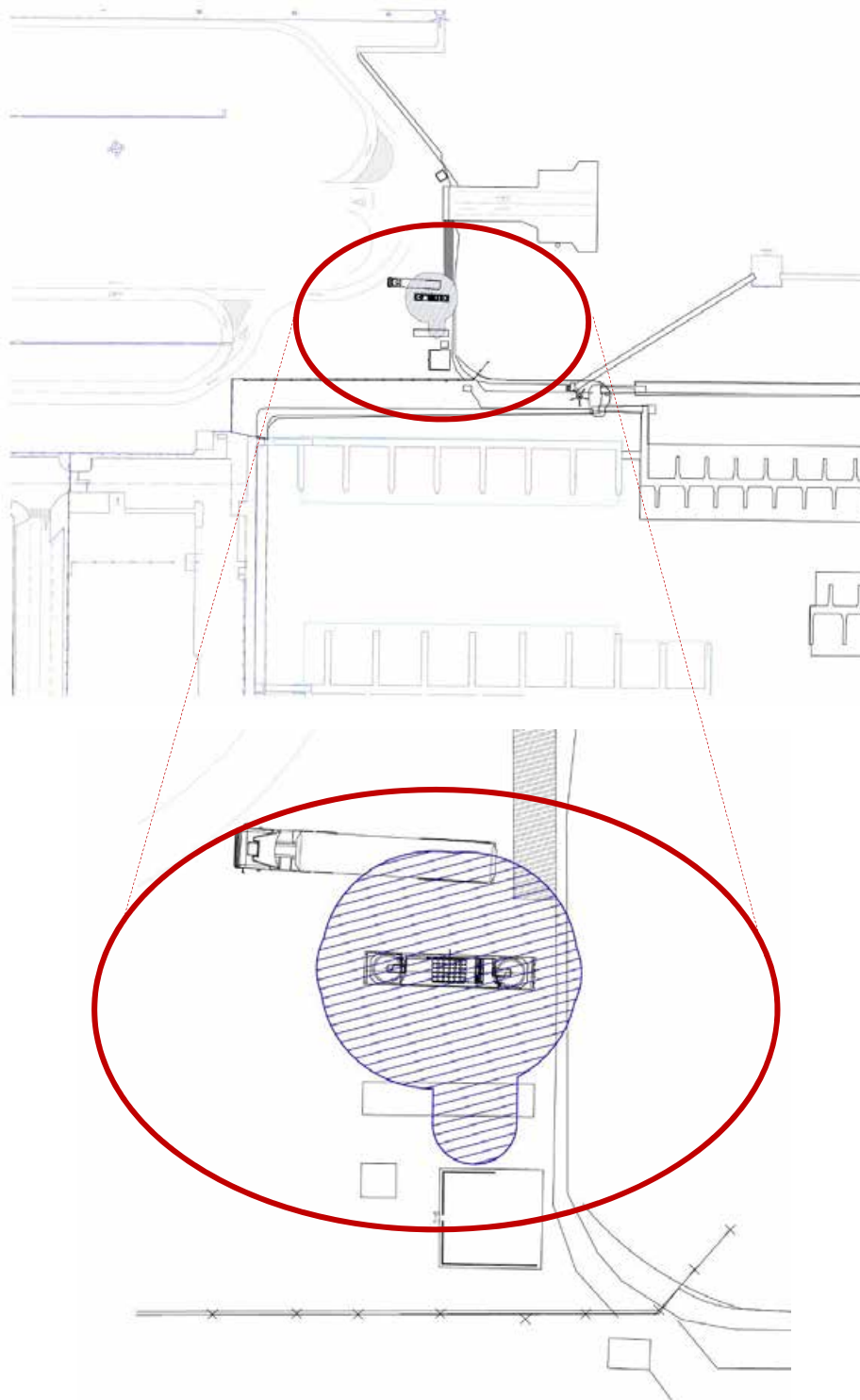


Ilustración 1.3: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente del área de seguridad atendiendo a las fugas más probables.

1.3. Escenarios adicionales

Tras el análisis de resultados, se ha comprobado que las fugas correspondientes a los escenarios de “Evaporación, tanque sin tapa y Evaporación, rotura del tanque”, superan la distancia de 100m. Dada la proximidad del sistema de almacenamiento al puerto deportivo (ver ilustración anterior), se consideró de especial interés realizar una nueva simulación que refleje la dispersión de la nube hacia esa dirección. Para ello se va a coger un viento con dirección N-NO, que pese a no ser muy común puede acarrear consecuencias más graves al arrastrar la nube hasta zonas de acceso público.

En cuanto a las condiciones iniciales y de contorno son las mencionadas anteriormente, salvo en la velocidad del viento. Se coge el viento máximo en la dirección N-NO que es de 13.56 m/s.

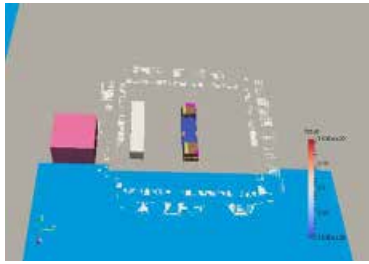
Siguiendo la misma estructura, se muestra una tabla en la que e indican las distancias máximas obtenidas en función de los límites de inflamabilidad.

Tabla 1-7: Distancias máximas de propagación de la nube dentro de los límites de inflamabilidad, viento dirección N-NO. Fuente: Elaboración propia.

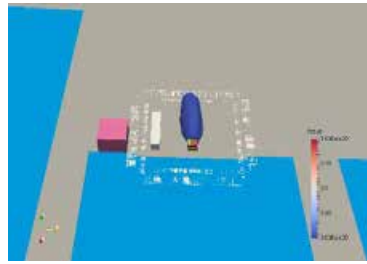
	Distancia (m) máxima horizontal LII	Distancia (m) máxima vertical LII	Ancho (m) máximo de fuga LII	Distancia (m) máxima horizontal LSI	Distancia (m) máxima vertical LSI	Ancho (m) máximo de fuga LSI
Piscina	147	9.5	64	23.2	7.6	48

1.4. Evolución de la nube

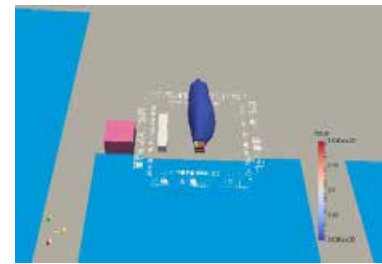
A lo largo de esta sección, se va a realizar el estudio detallado de la evolución de la nube, dentro de los límites de inflamabilidad, de uno de los escenarios simulados. La simulación seleccionada para realizar este estudio es la “Evaporación, rotura del tanque” con viento extremo y dirección N-NE.



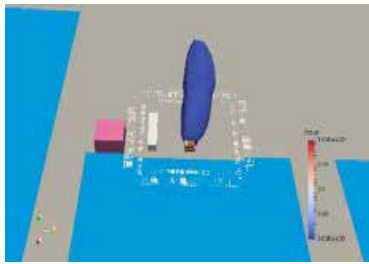
t = 0



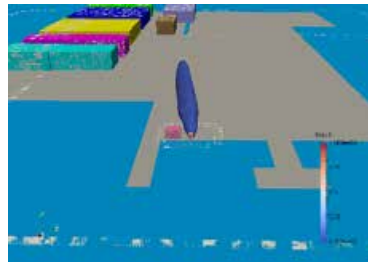
t = 1



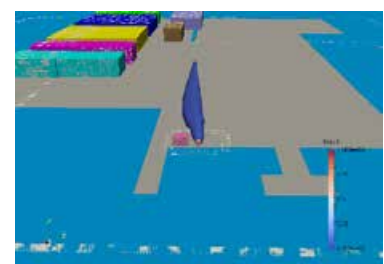
t = 2



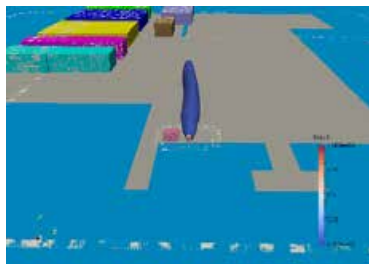
t = 4



t = 16



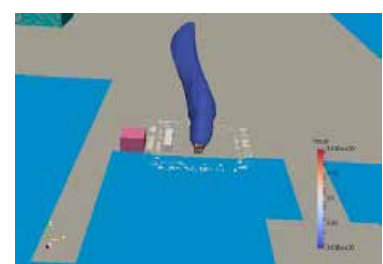
t = 64



t = 240



t = 960



t = 1800

Ilustración 1.4: Evolución de la nube a lo largo de los 1800 segundos que se ha realizado la simulación.

Atendiendo a las imágenes anteriores, se puede observar que el gas se dispersa de manera muy rápida en los primeros minutos y que después se mantiene. Mientras que, en el resto del tiempo de simulación, la nube parece que se estabiliza y se mueve sobre el dominio computacional debido a la acción del viento.

Por último, se muestran las ilustraciones obtenidas en las simulaciones de cada uno de los escenarios, en el instante 600 segundos de simulación ya que, es cuando la nube dentro de los límites de inflamabilidad se estabiliza. Todos los escenarios cuentan con imágenes de: alzado, planta, corte de la fuga (todas ellas dentro de los límites de inflamabilidad) y alzado de la nube con el objetivo de que el lector tenga una idea de la magnitud de la nube fuera de los límites de inflamabilidad.

2. Resultado de los escenarios estudiados

2.1. Escenarios para las condiciones de viento más comunes

2.1.1. Fuga vertical en la conducción tanque - motor con orificio de 40 mm.

Fuga vertical en la conducción tanque – motor con orificio de 40 mm y viento de S-SO.



Ilustración 2.1: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

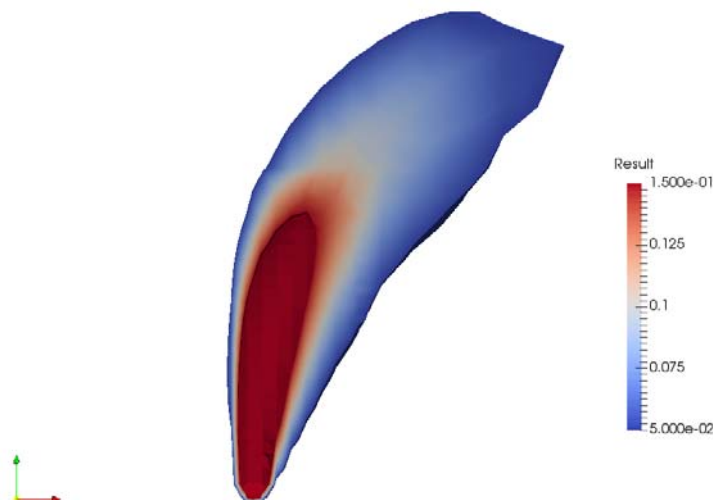


Ilustración 2.2: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

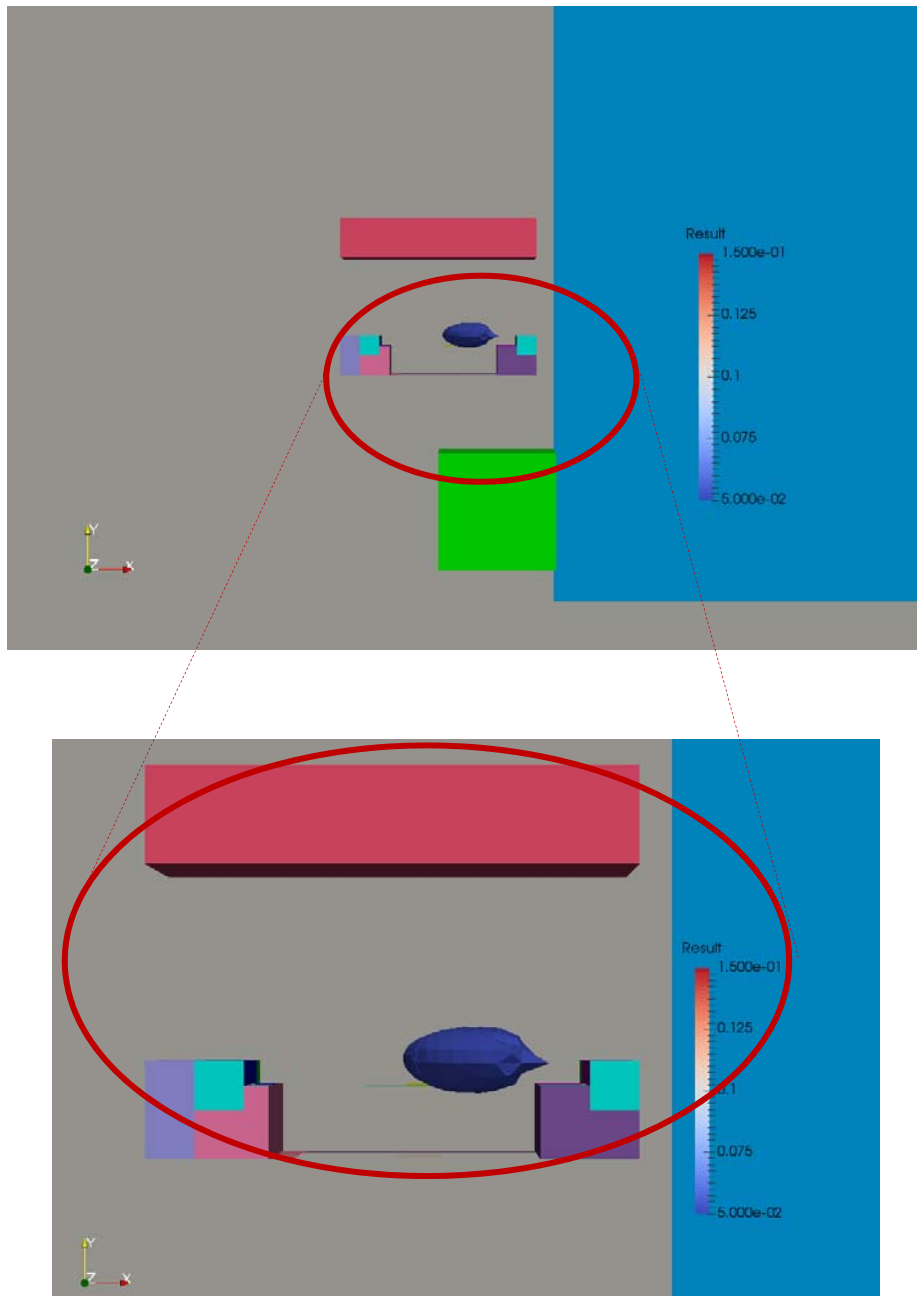


Ilustración 2.3: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

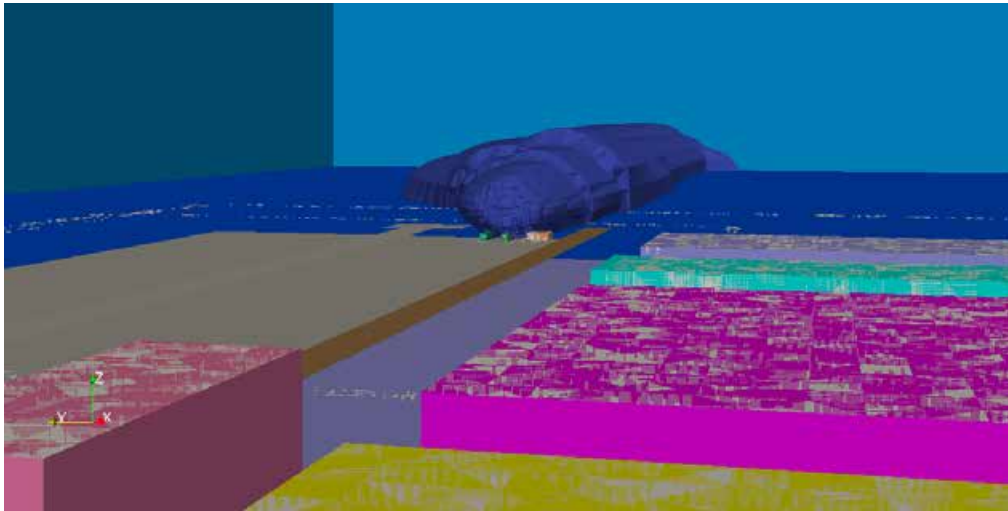


Ilustración 2.4: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la conducción tanque – motor con orificio de 40 mm y viento de N-NE.



Ilustración 2.5: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

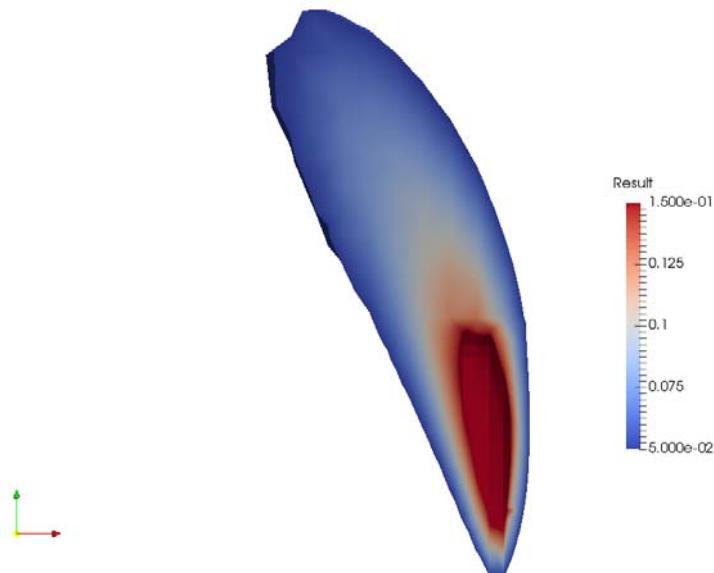


Ilustración 2.6: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

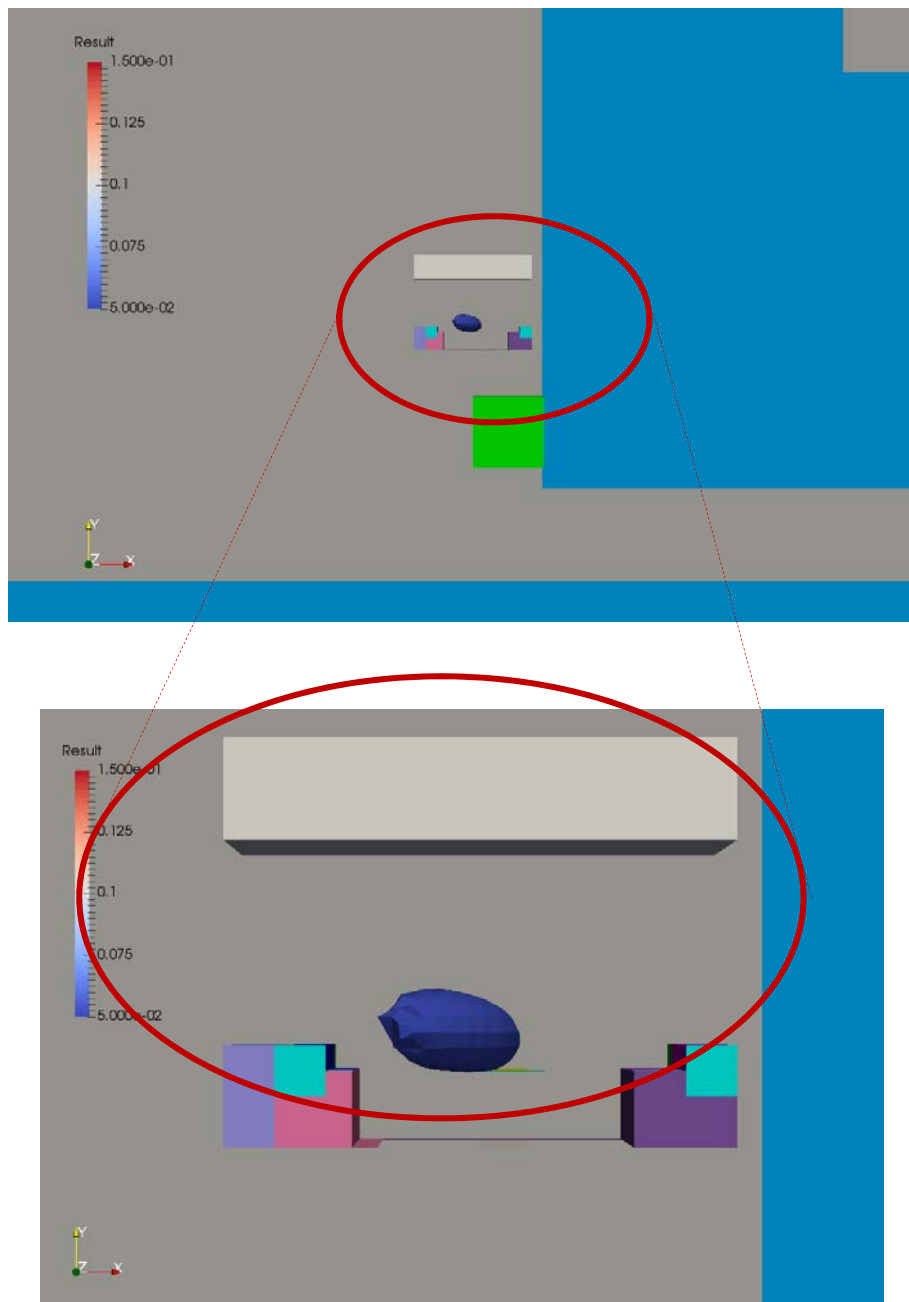


Ilustración 2.7: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

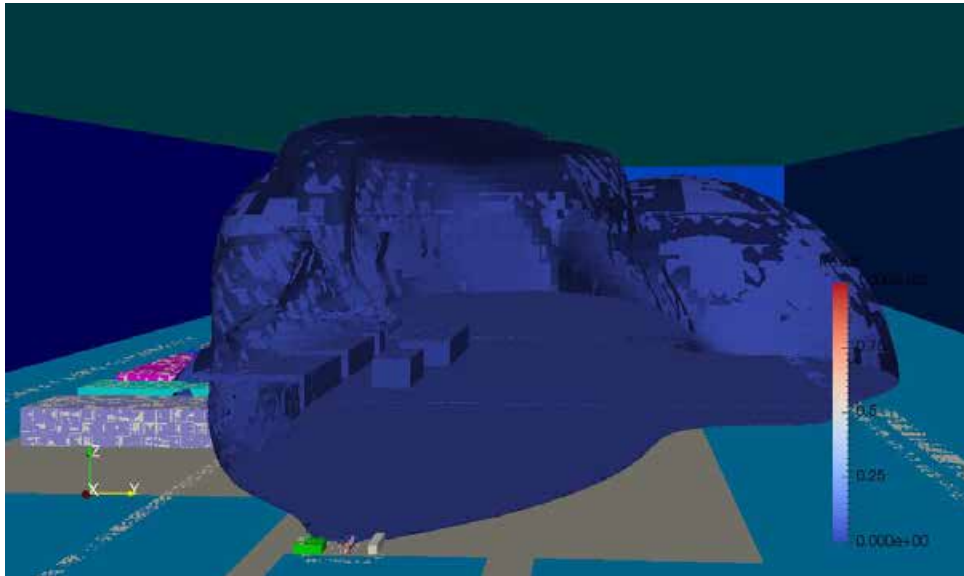


Ilustración 2.8: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

2.1.2. Fuga vertical en la válvula de seguridad con orificio de 40 mm.
Fuga vertical en la válvula de seguridad con orificio de 40 mm y viento de S-SO.

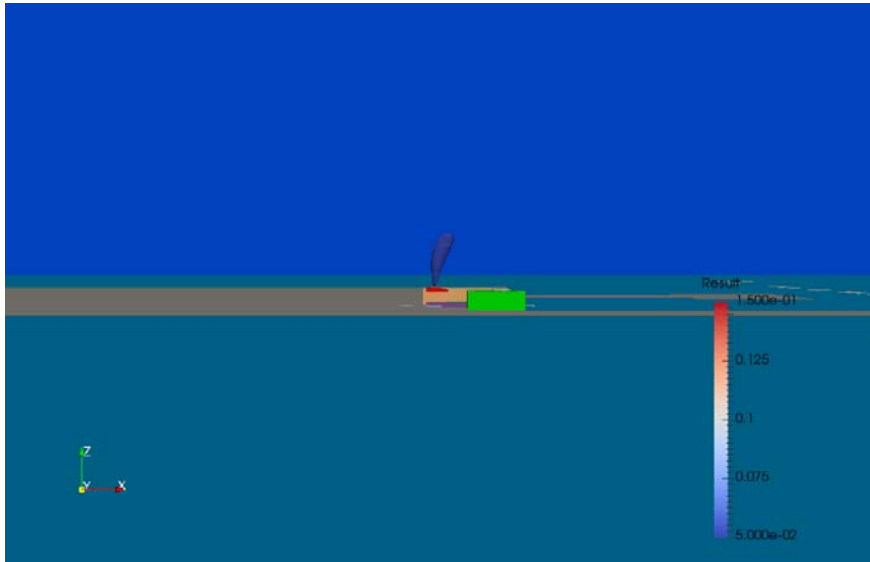


Ilustración 2.9: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

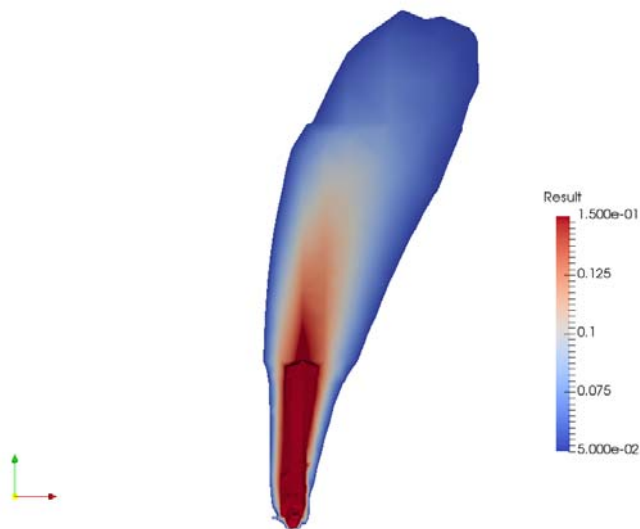


Ilustración 2.10: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

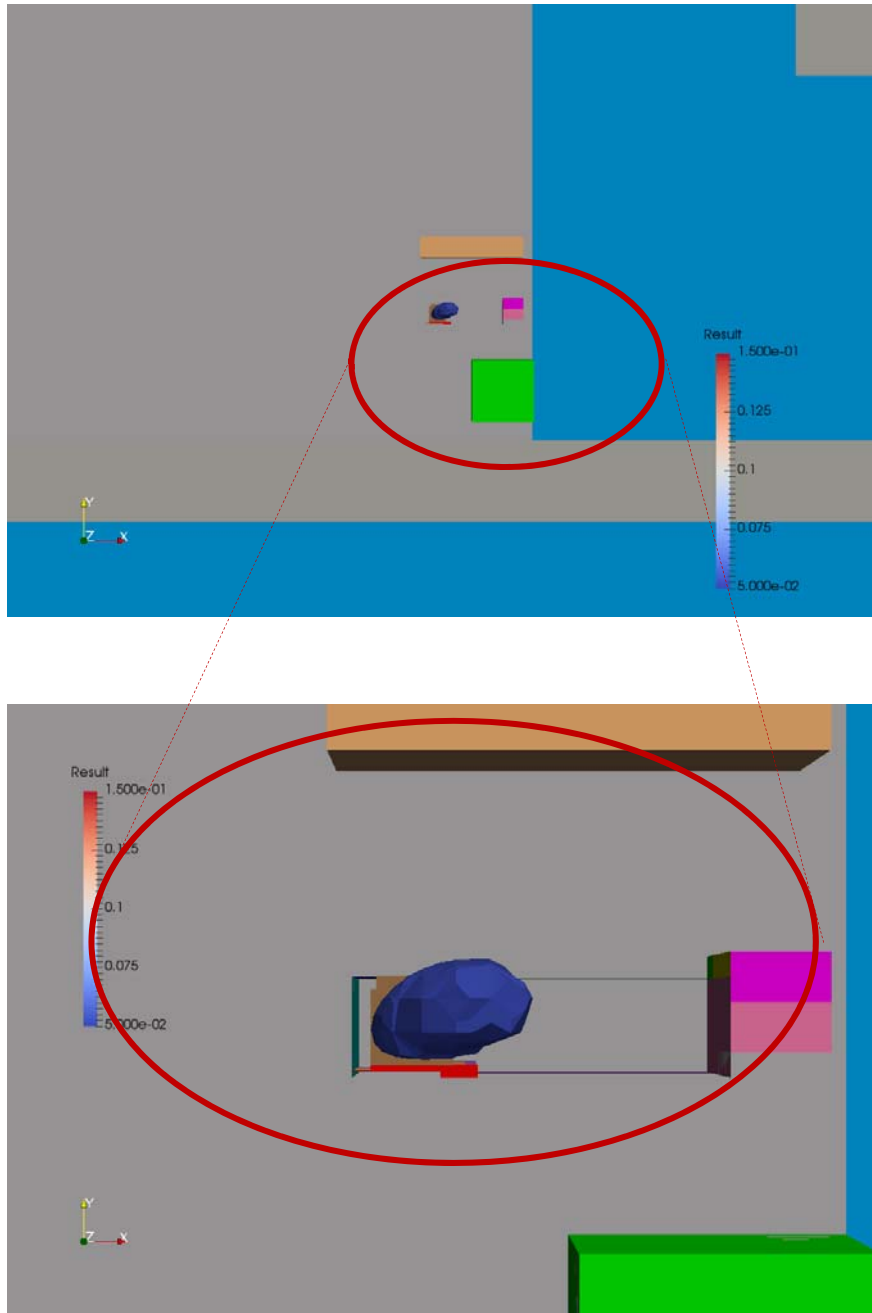


Ilustración 2.11: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

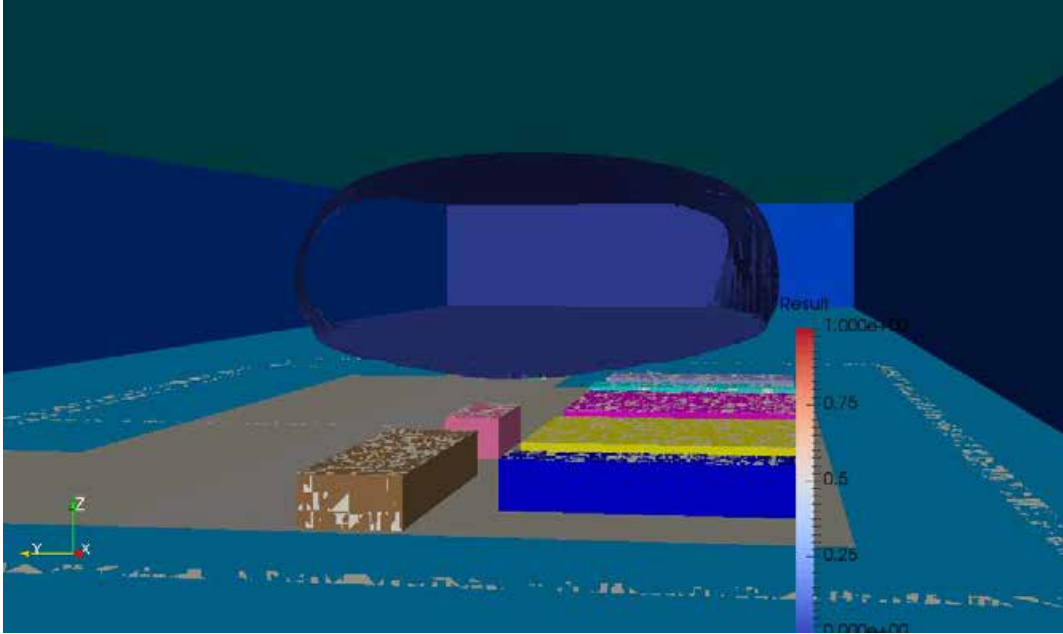


Ilustración 2.12: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la válvula de seguridad con orificio de 40 mm y viento de N-NE.

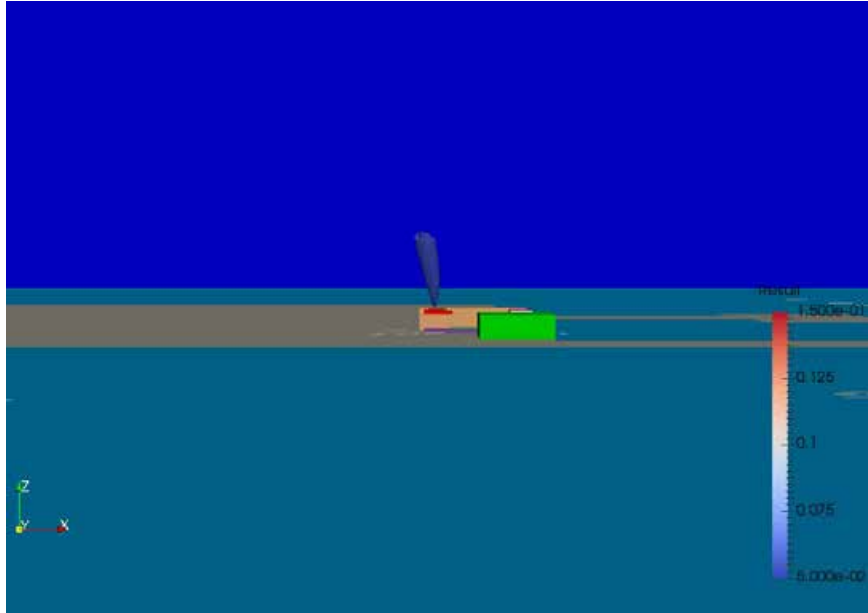


Ilustración 2.13: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

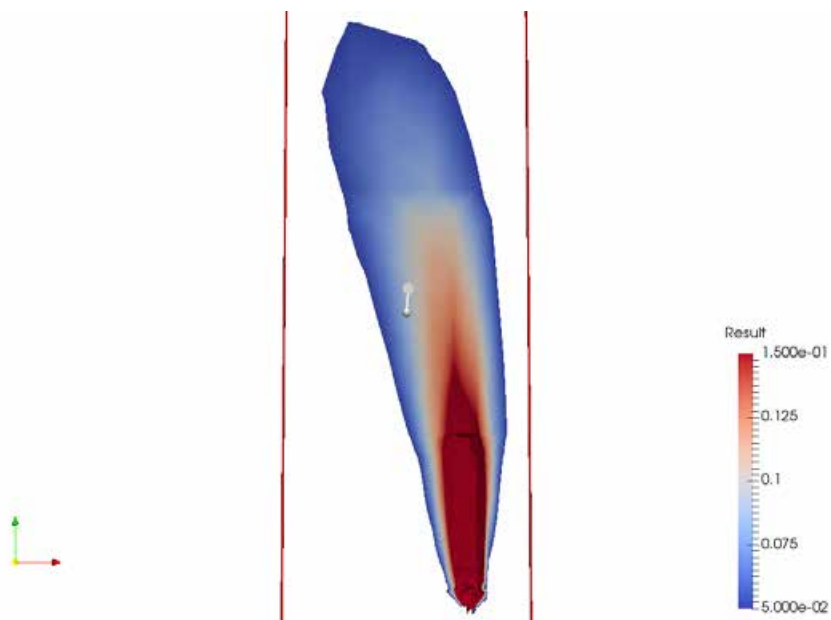


Ilustración 2.14: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

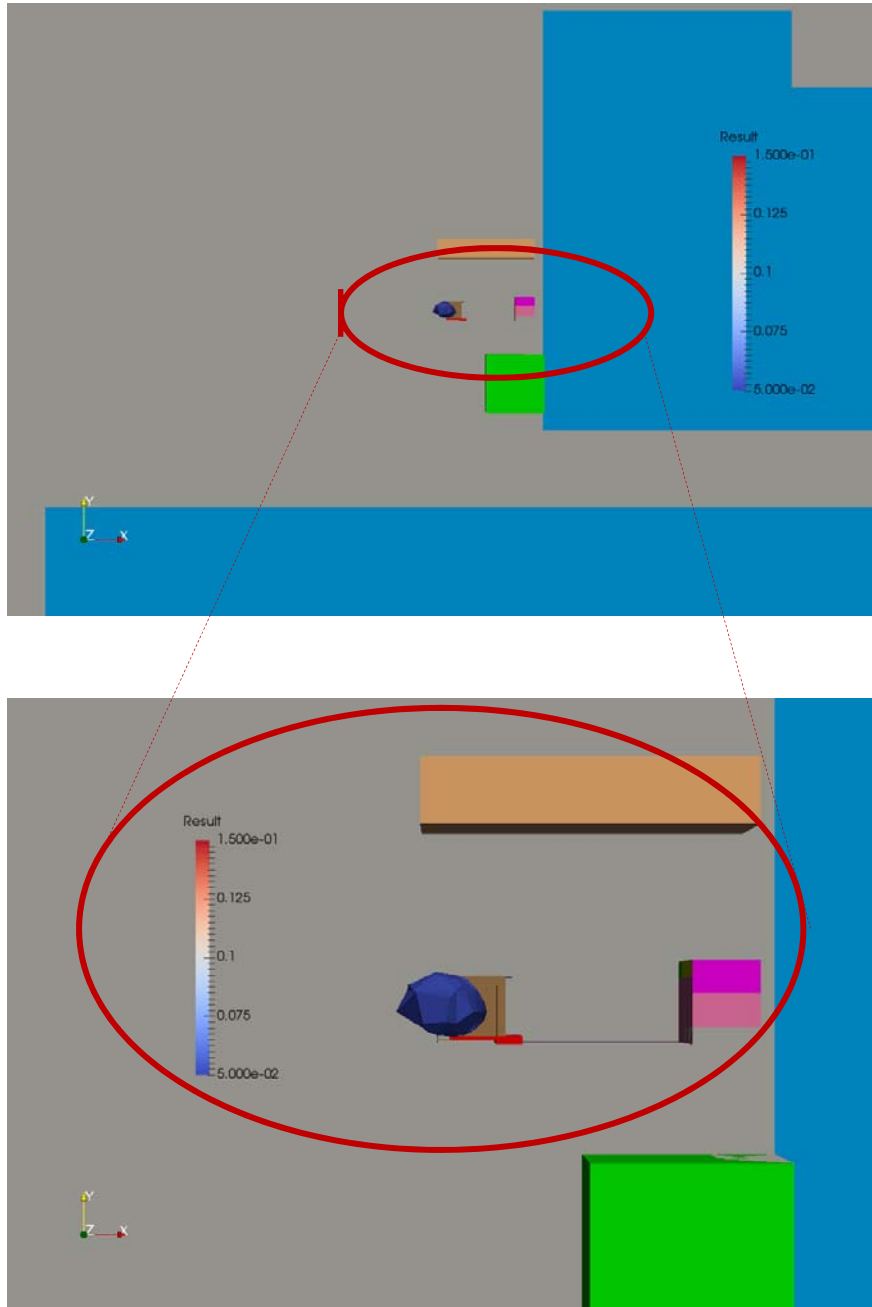


Ilustración 2.15: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

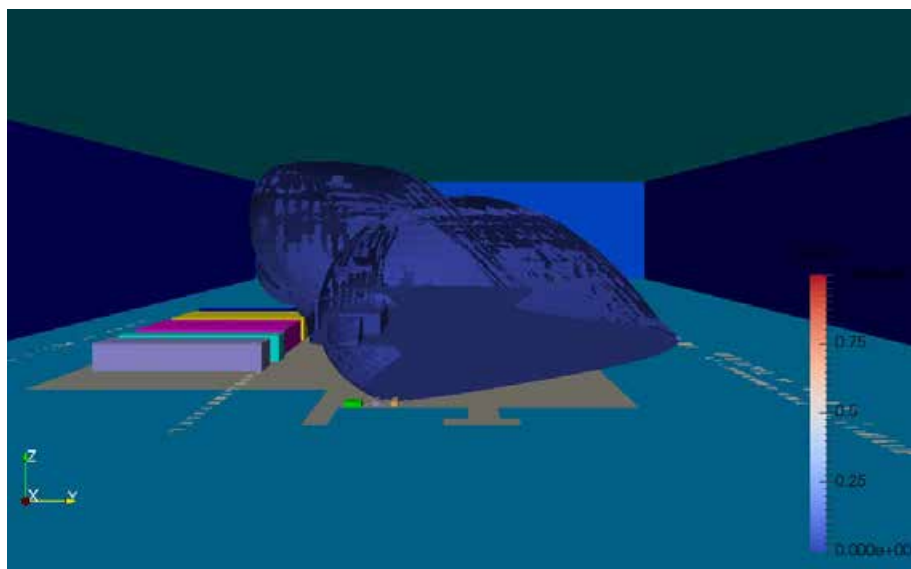


Ilustración 2.16: Alzado fuga vertical dentro de los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

2.1.3. Fuga vertical en la pared del tanque con orificio de 10 mm.

Fuga vertical en la pared del tanque con orificio de 10 mm y viento de S-SO.

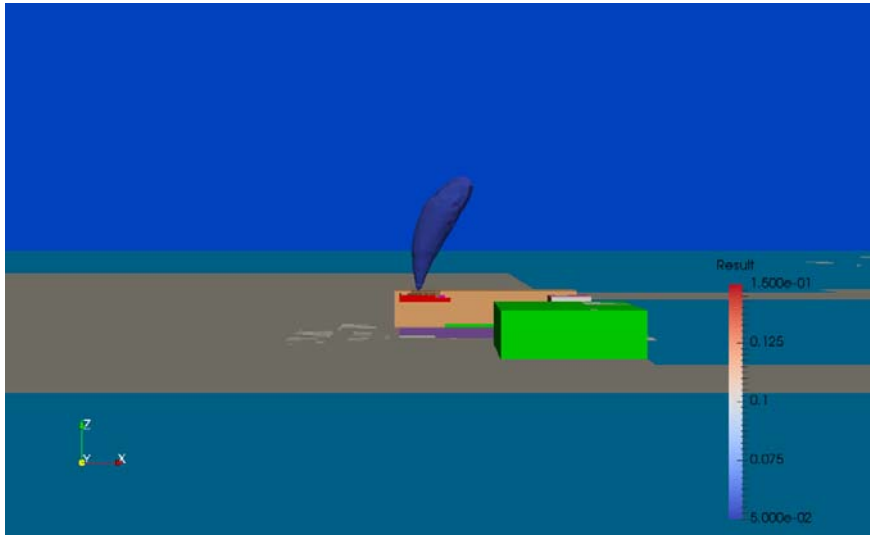


Ilustración 2.17: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 10 mm y viento de S-SO.

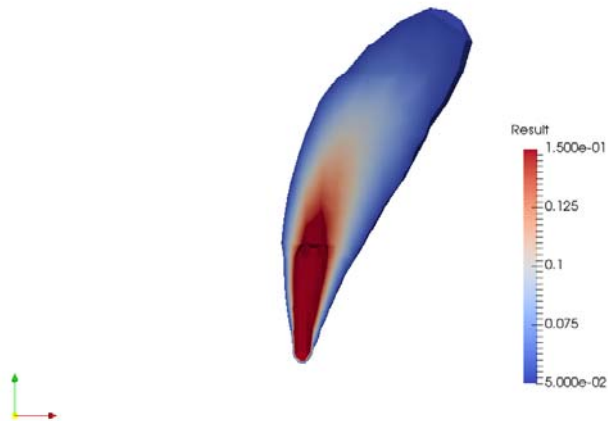


Ilustración 2.18: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 10 mm y viento de S-SO.

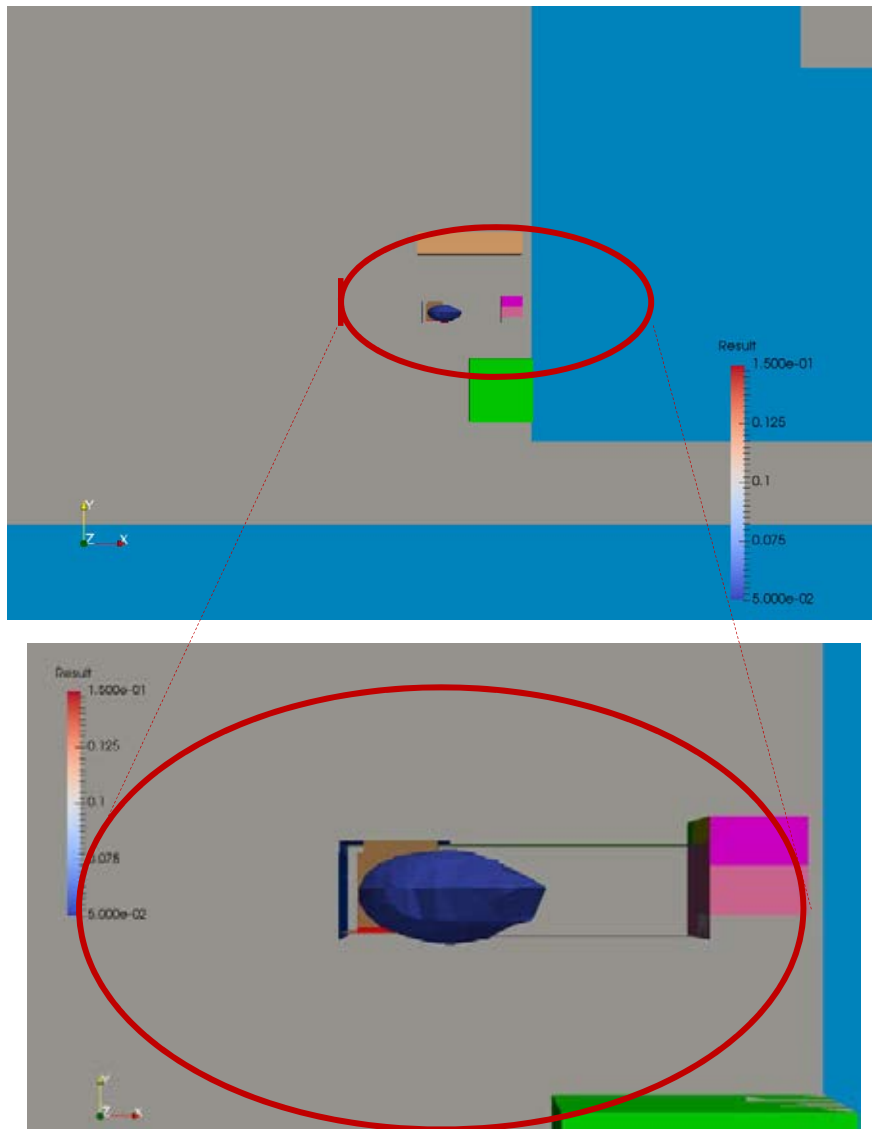


Ilustración 2.19: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 10 mm y viento de S-SO.

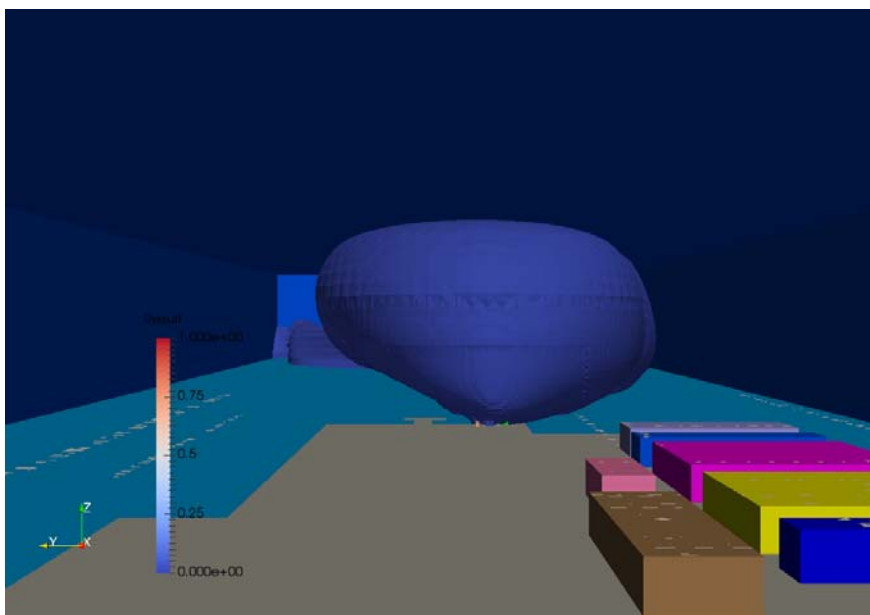


Ilustración 2.20: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 10 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la pared del tanque con orificio de 10 mm y viento de N-NE.



Ilustración 2.21: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 10 mm y viento de N-NE.

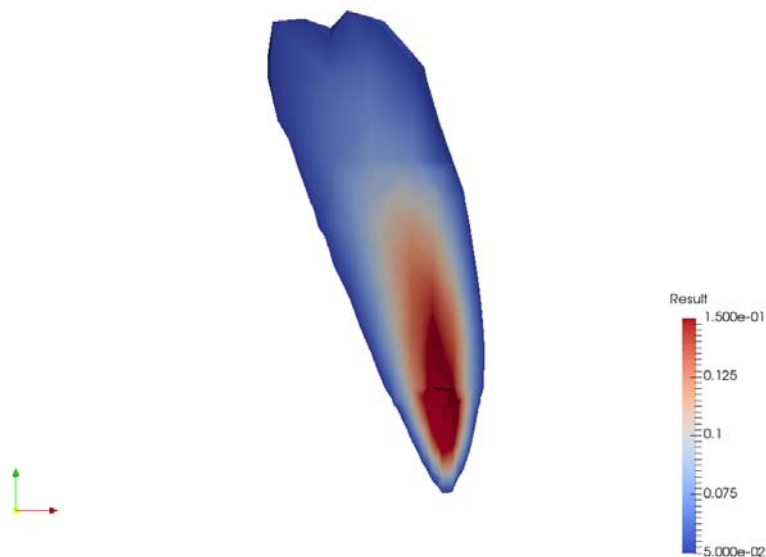


Ilustración 2.22: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 10 mm y viento de N-NE.

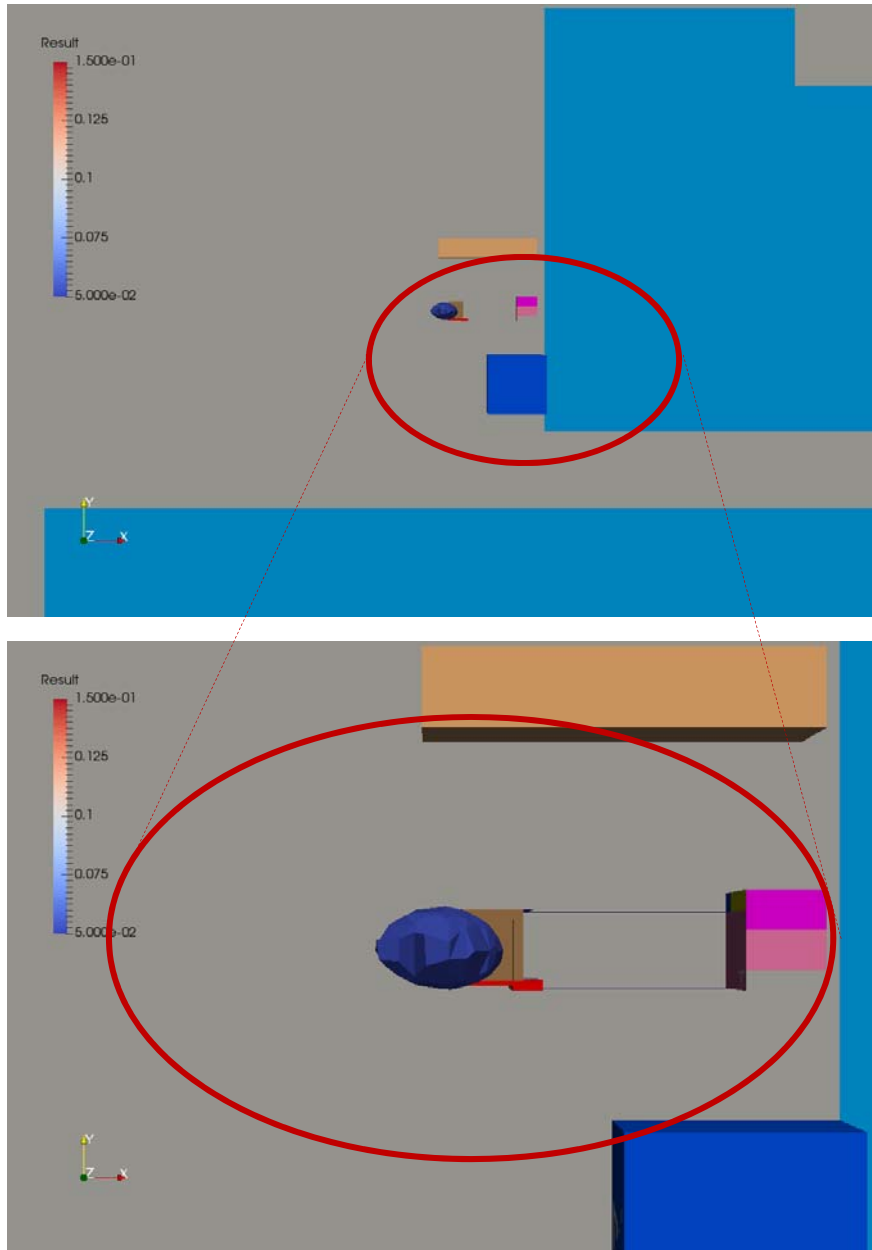


Ilustración 2.23: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 10 mm y viento de N-NE.

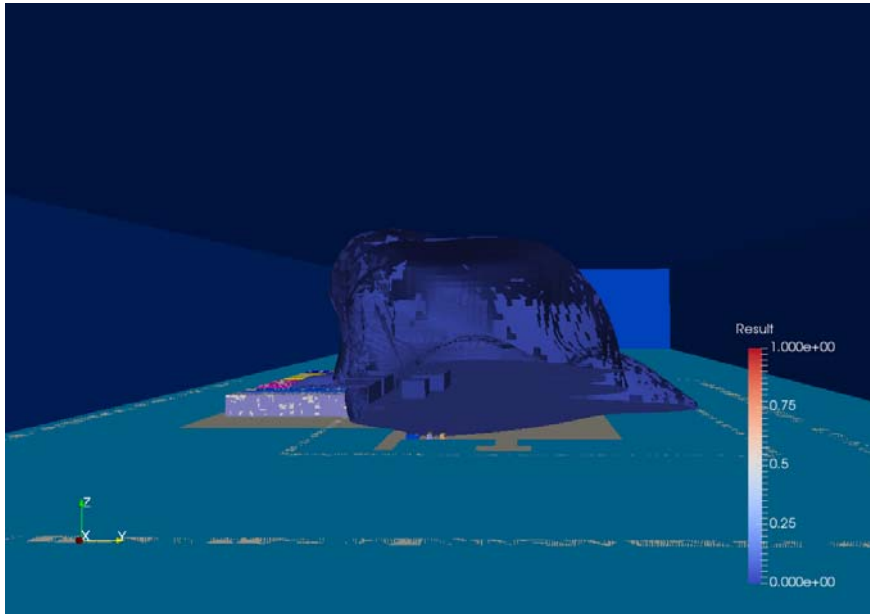


Ilustración 2.24: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 10 mm y viento de N-NE.

2.1.4. Fuga vertical en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm.
Fuga vertical en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm y viento de S-SO.

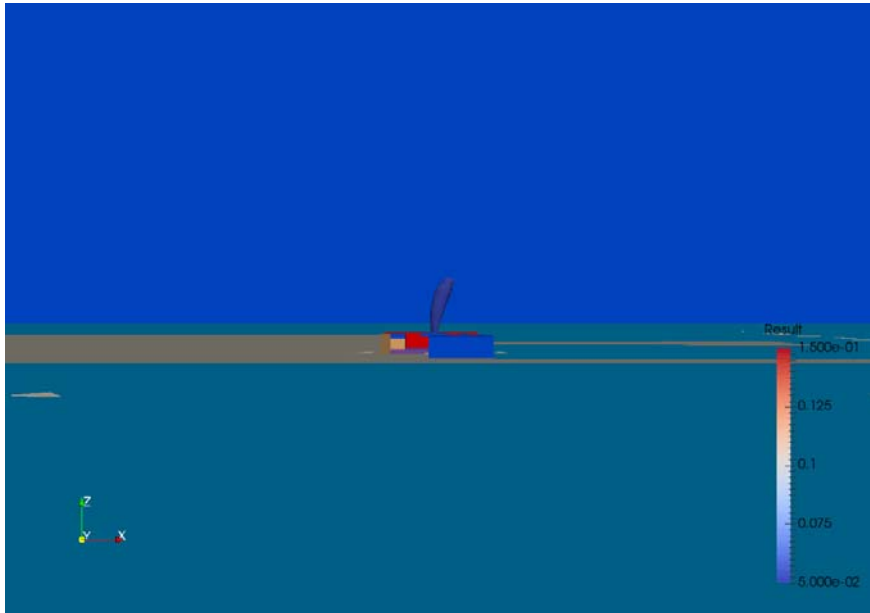


Ilustración 2.25: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

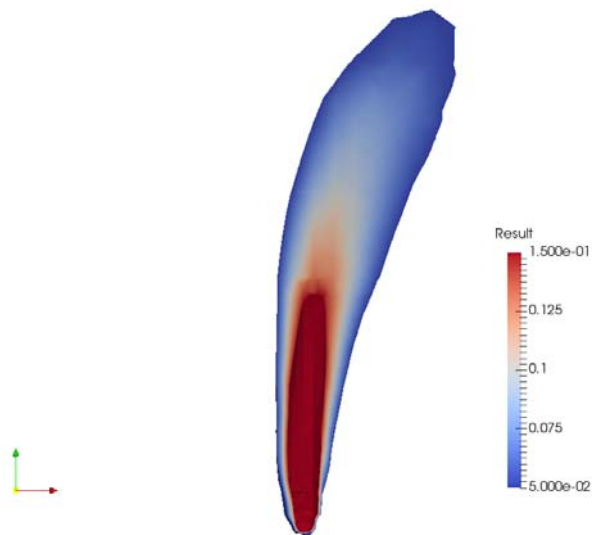


Ilustración 2.26: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

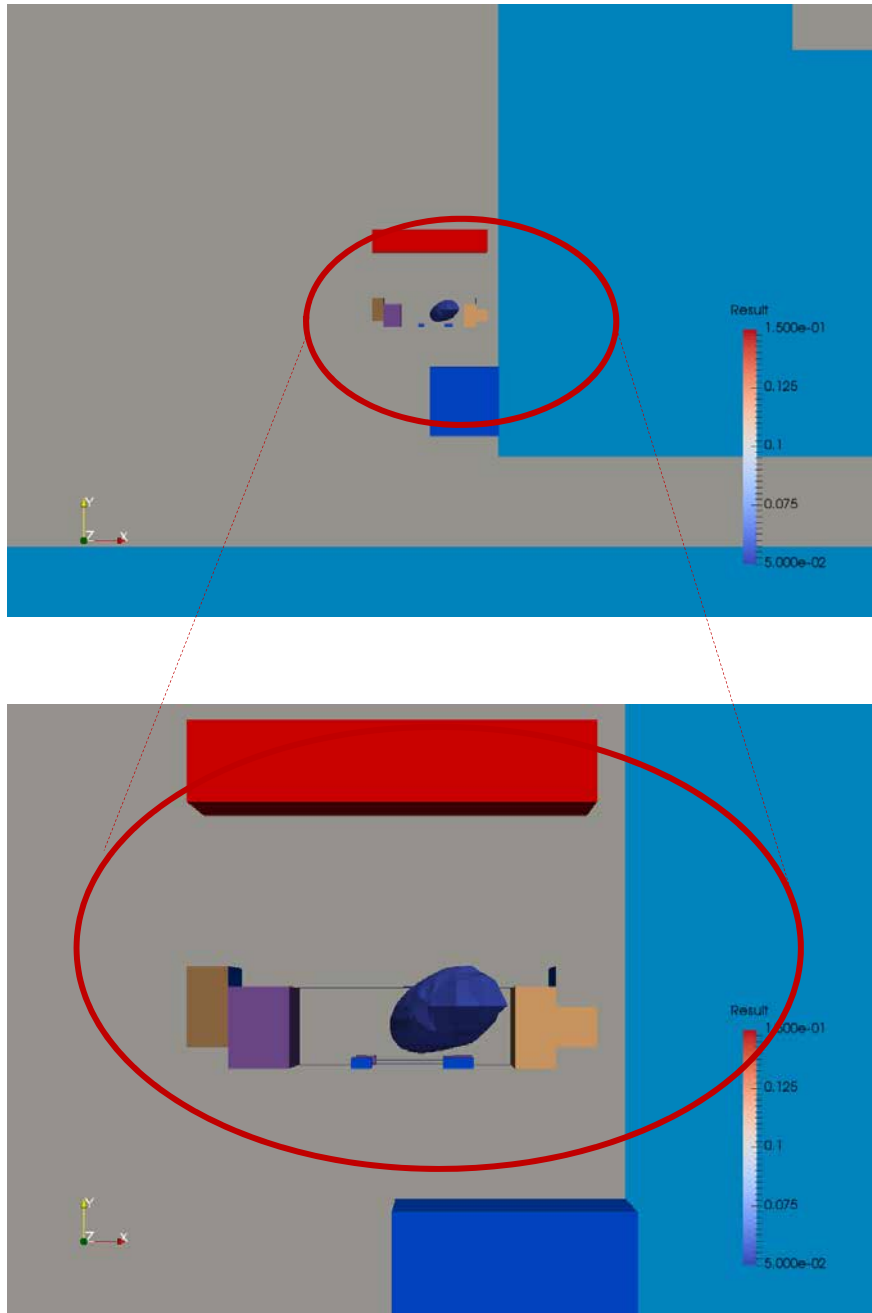


Ilustración 2.27: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

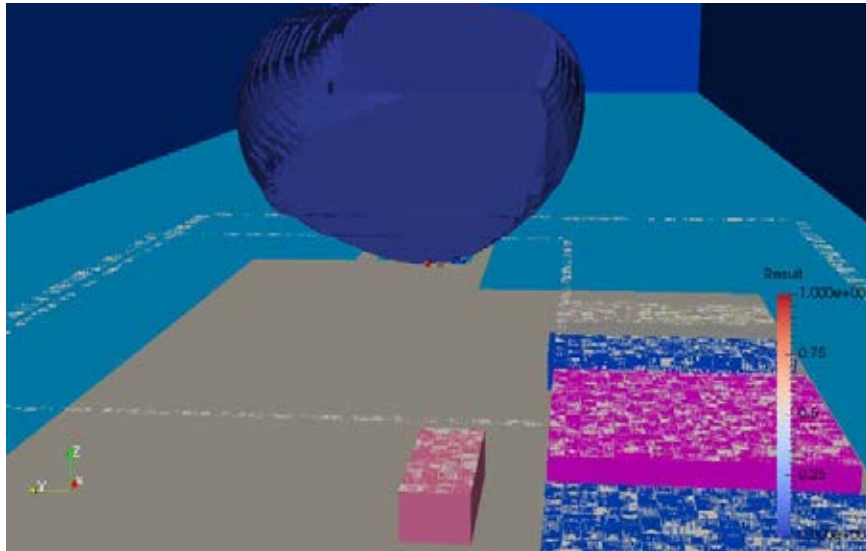


Ilustración 2.28: Alzado fuga vertical entre los límites de nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm y viento de N-NE.



Ilustración 2.29: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

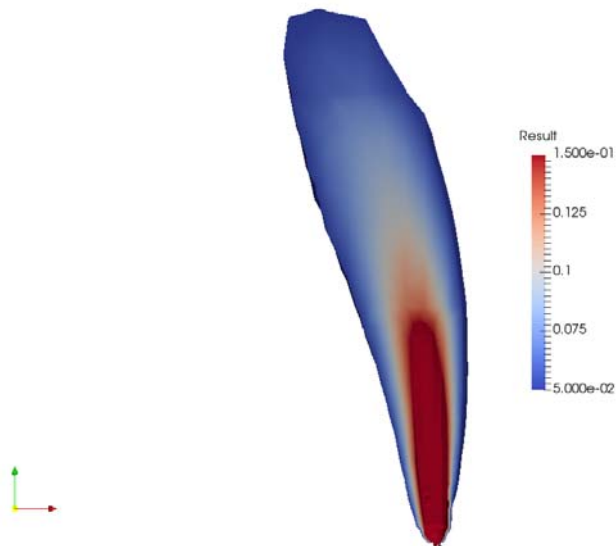


Ilustración 2.30: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

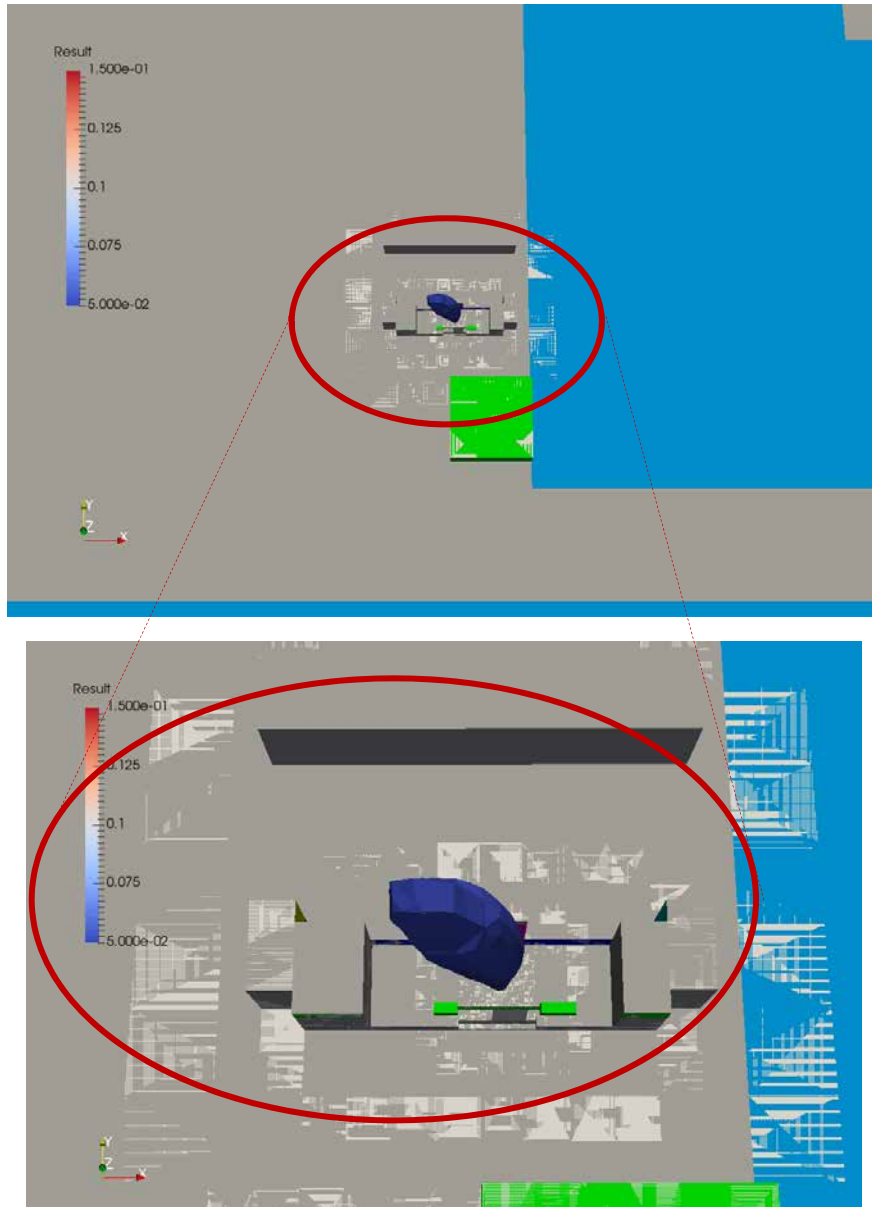


Ilustración 2.31: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

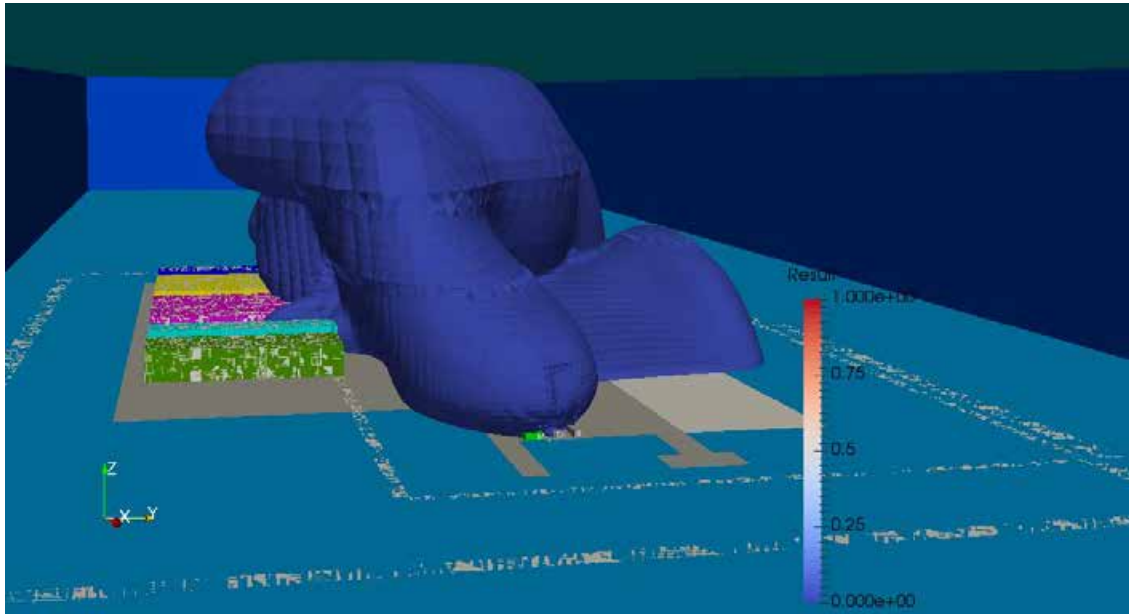


Ilustración 2.32: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

2.1.5. Fuga horizontal en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm.

Fuga horizontal en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm y viento de S-SO.

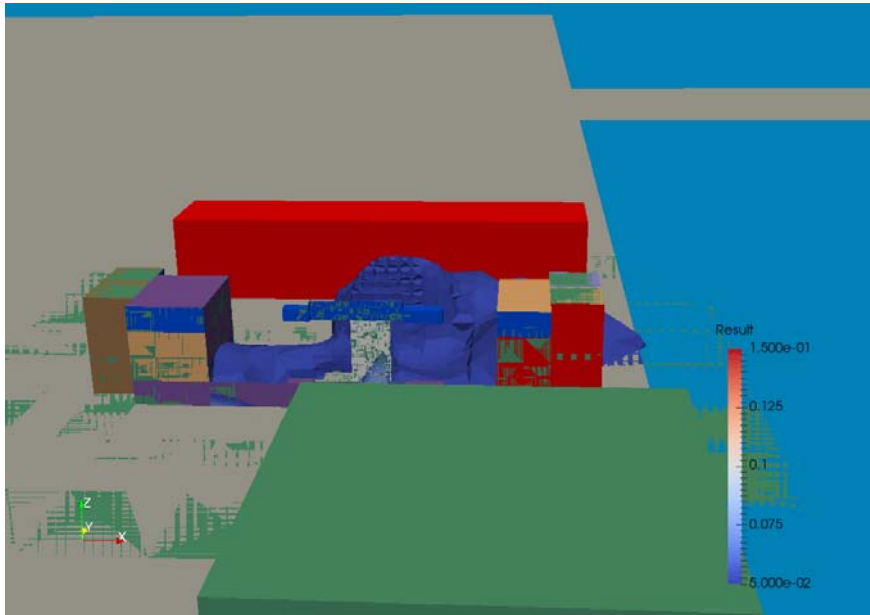


Ilustración 2.33: Alzado fuga horizontal, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

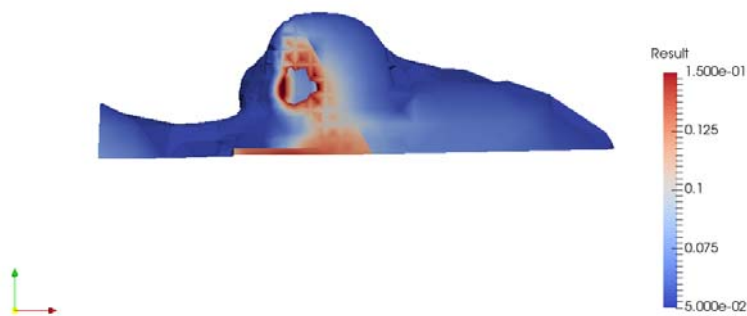


Ilustración 2.34: Corte fuga horizontal, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

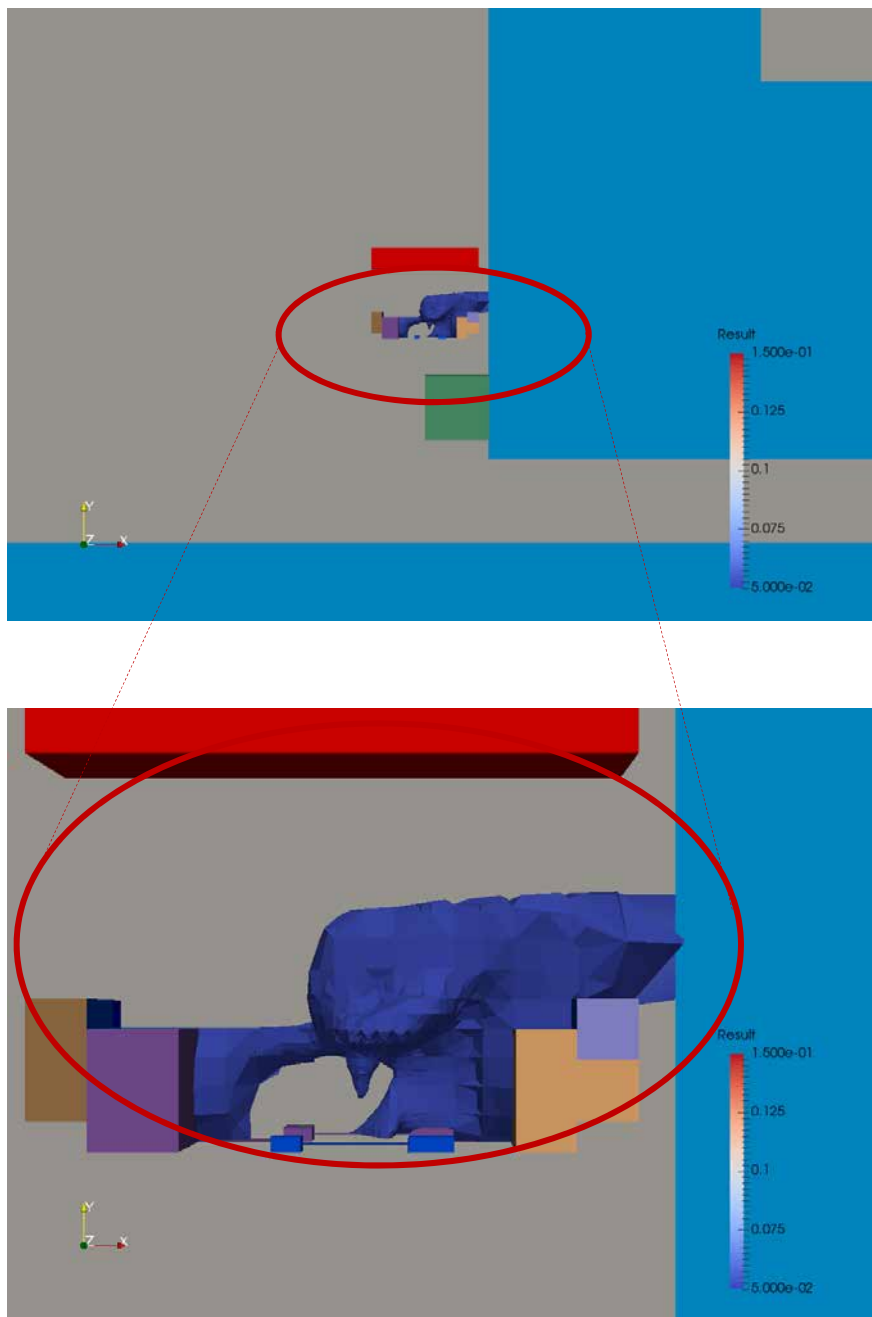


Ilustración 2.35: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga horizontal dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

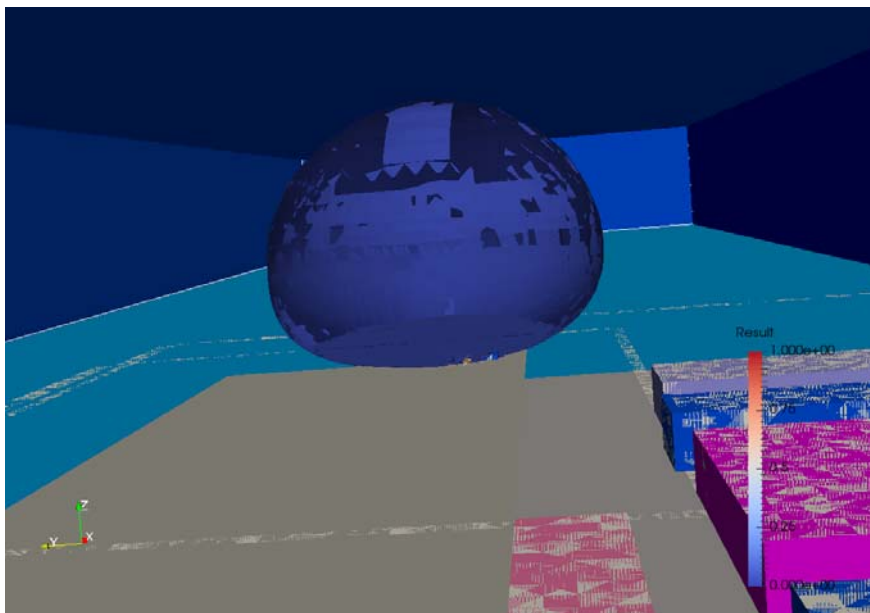


Ilustración 2.36: Alzado de fuga horizontal entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga horizontal en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm y viento de N-NE.

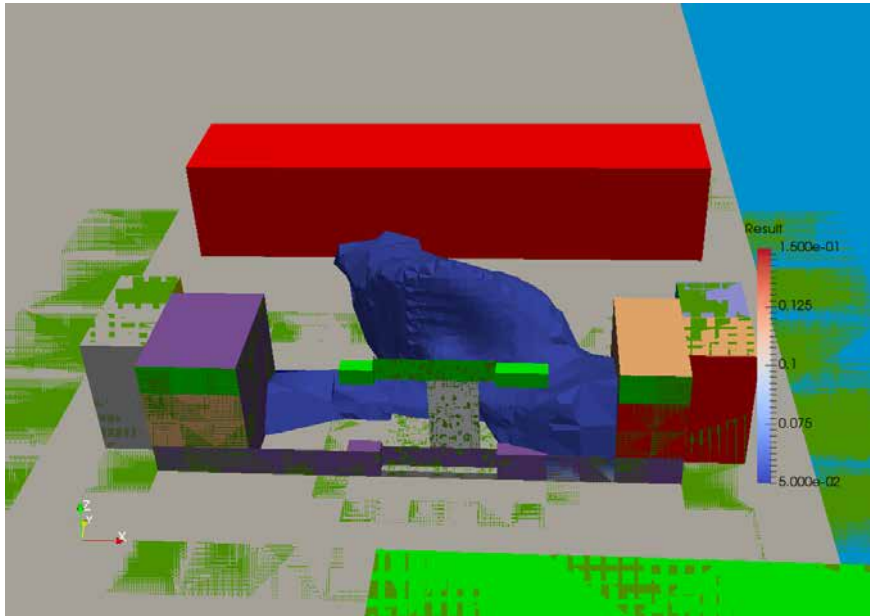


Ilustración 2.37: Alzado fuga horizontal, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

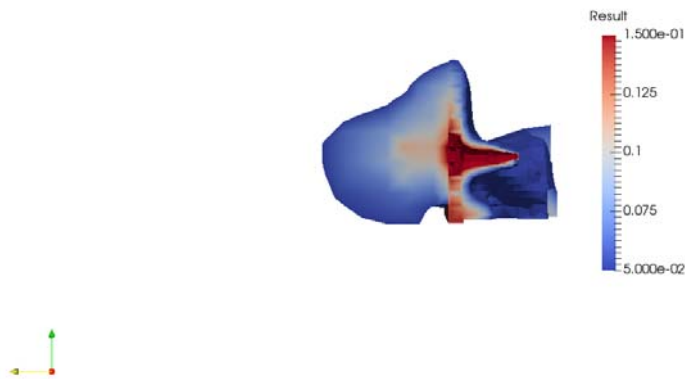


Ilustración 2.38: Corte fuga horizontal, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

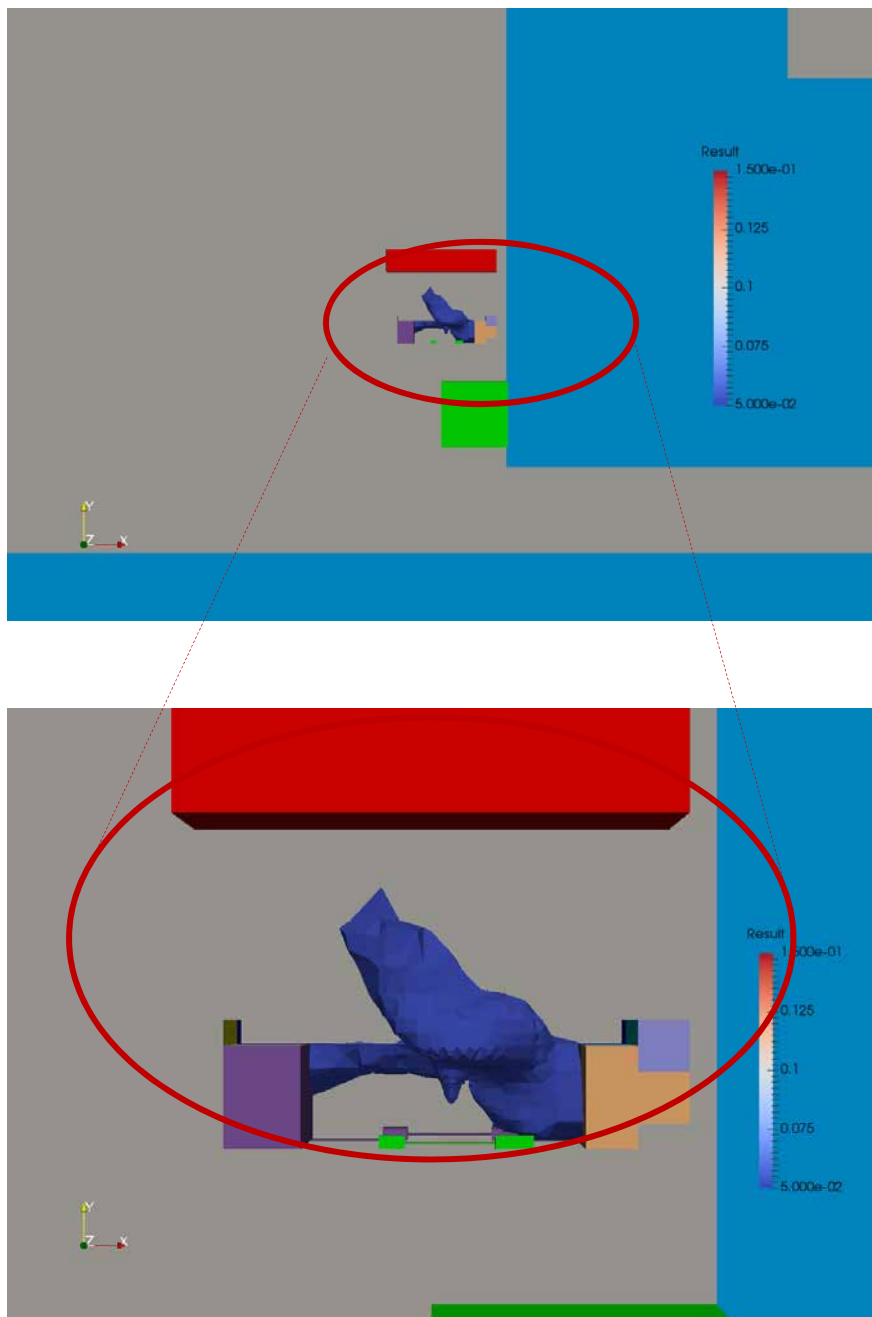


Ilustración 2.39: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga horizontal dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

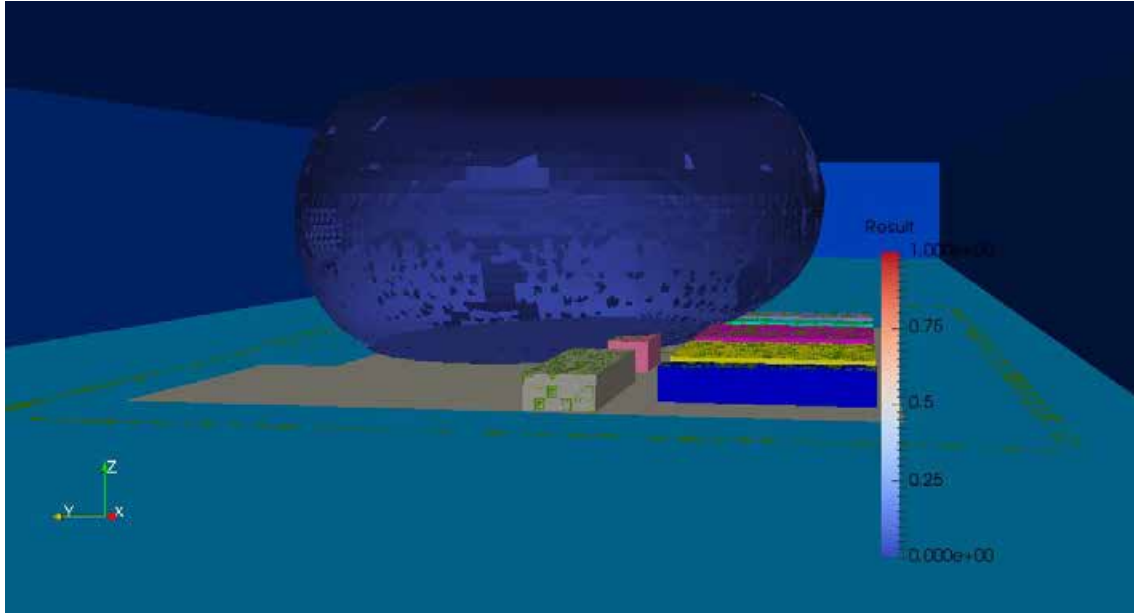


Ilustración 2.40: Alzado de fuga horizontal entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

2.1.6. Fuga vertical en la conducción carga del tanque con orificio de 40 mm.

Fuga vertical en la conducción carga del tanque con orificio de 40 mm y viento de S-SO.

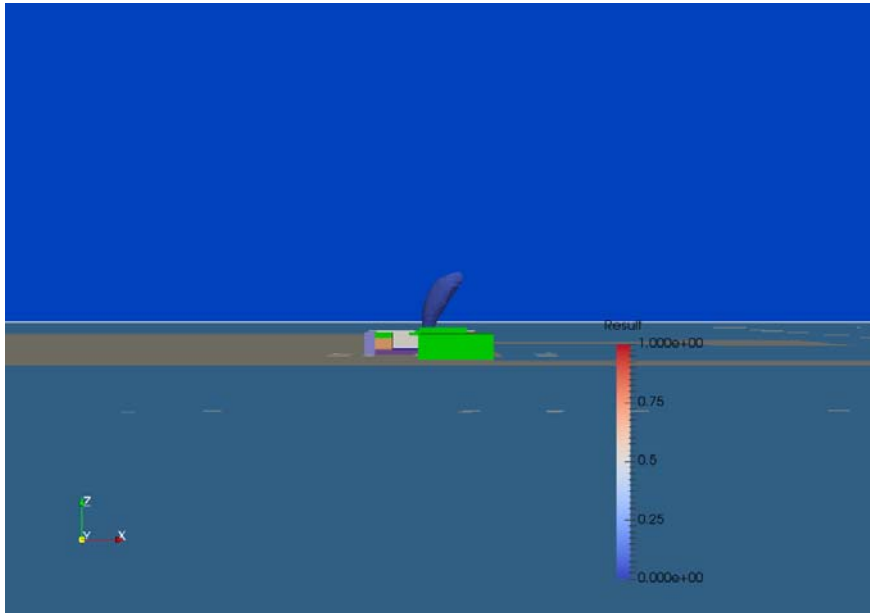


Ilustración 2.41: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

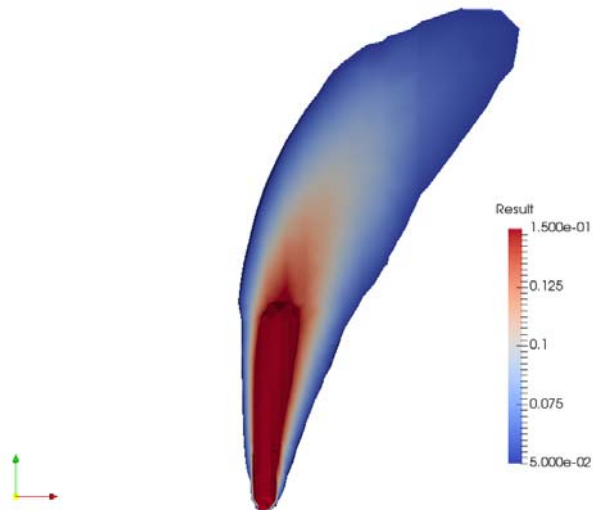


Ilustración 2.42: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

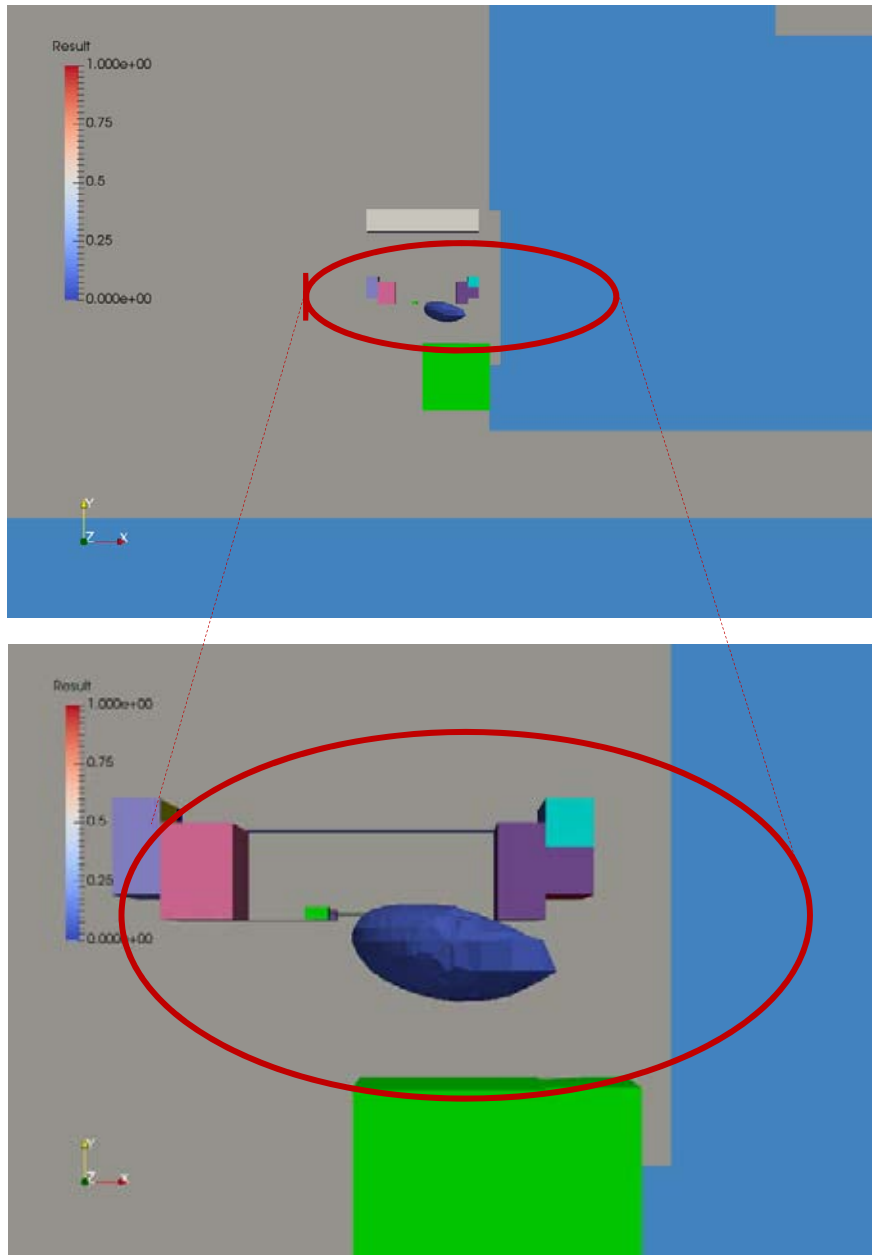


Ilustración 2.43: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

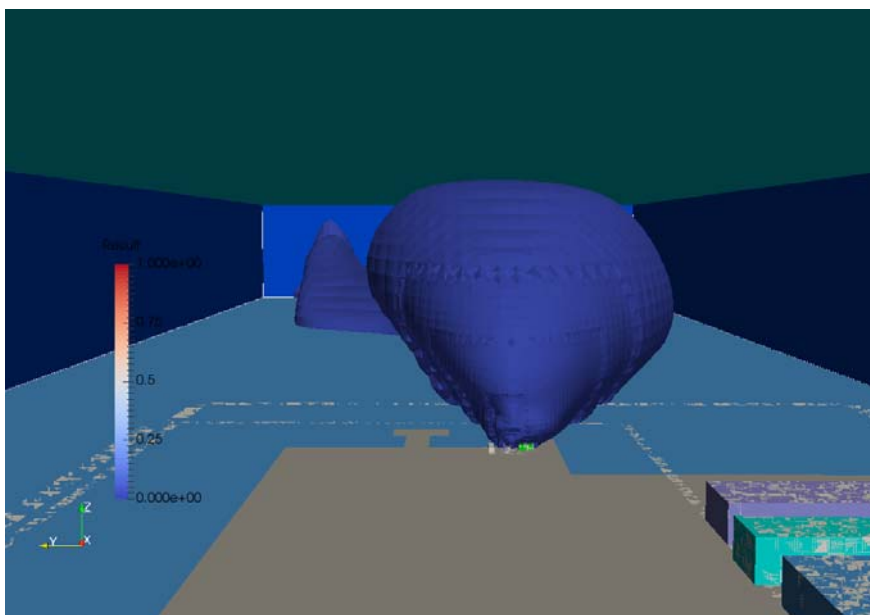


Ilustración 2.44: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la conducción carga del tanque con orificio de 40 mm y viento de N-NE.

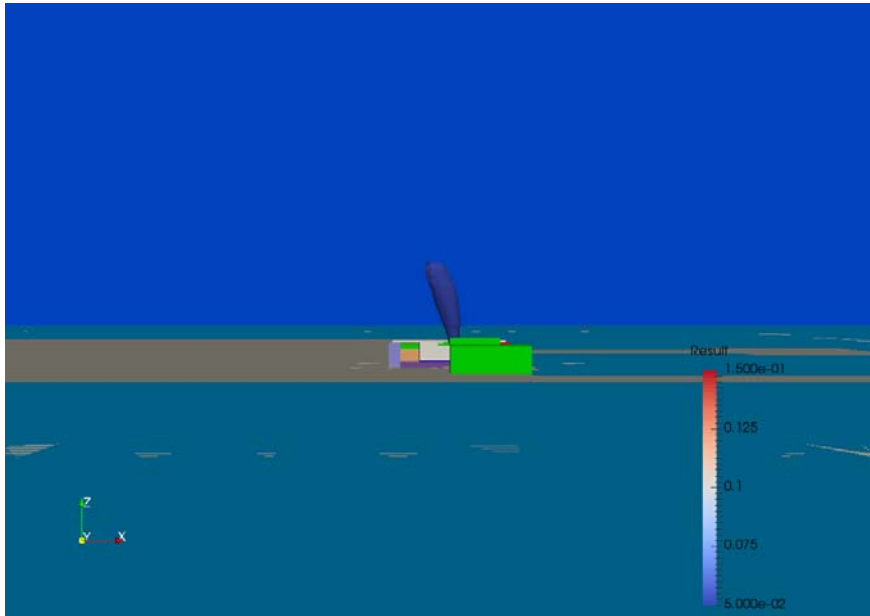


Ilustración 2.45: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

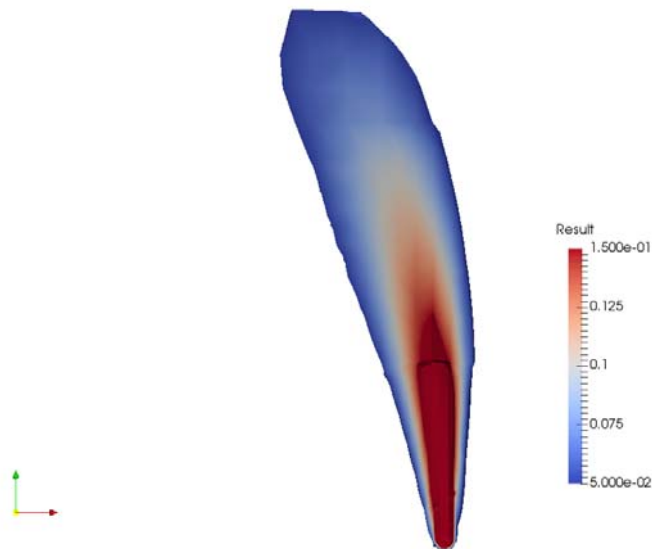


Ilustración 2.46: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

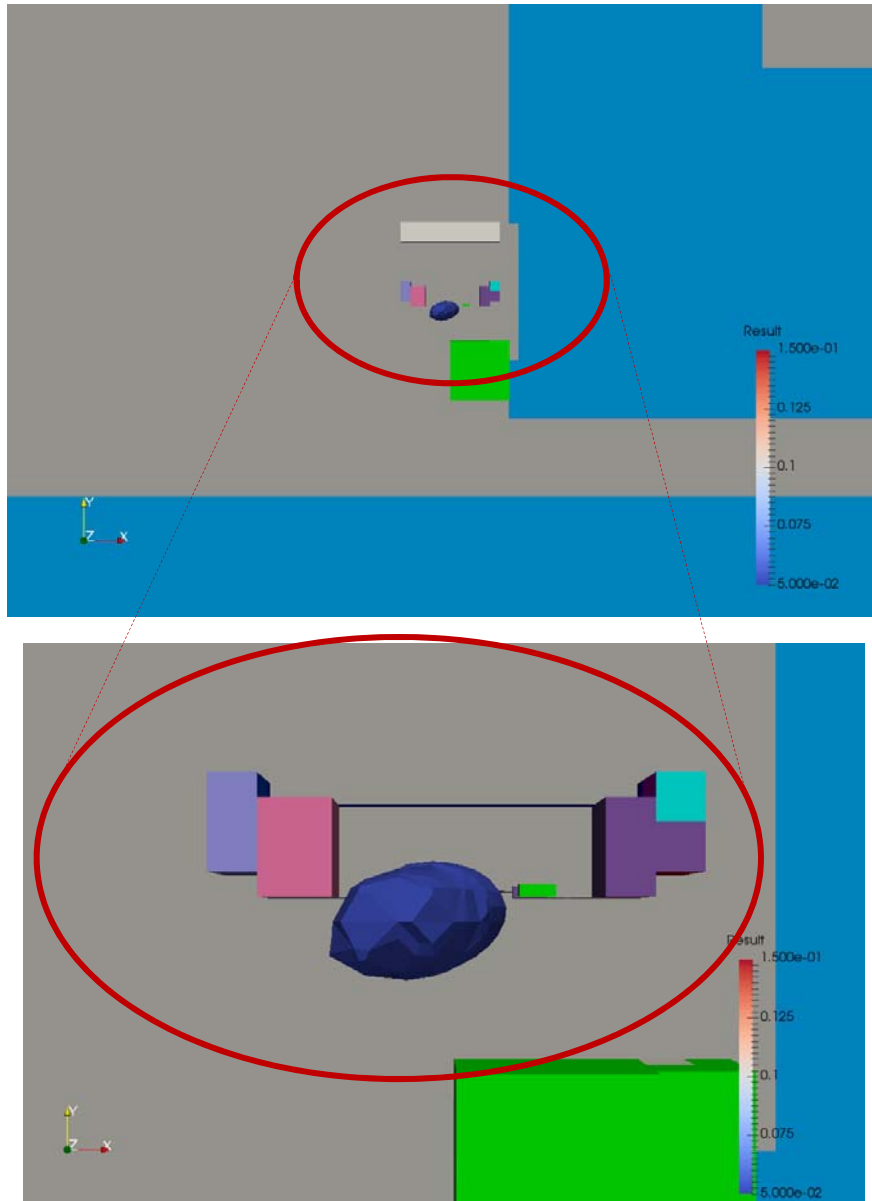


Ilustración 2.47: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

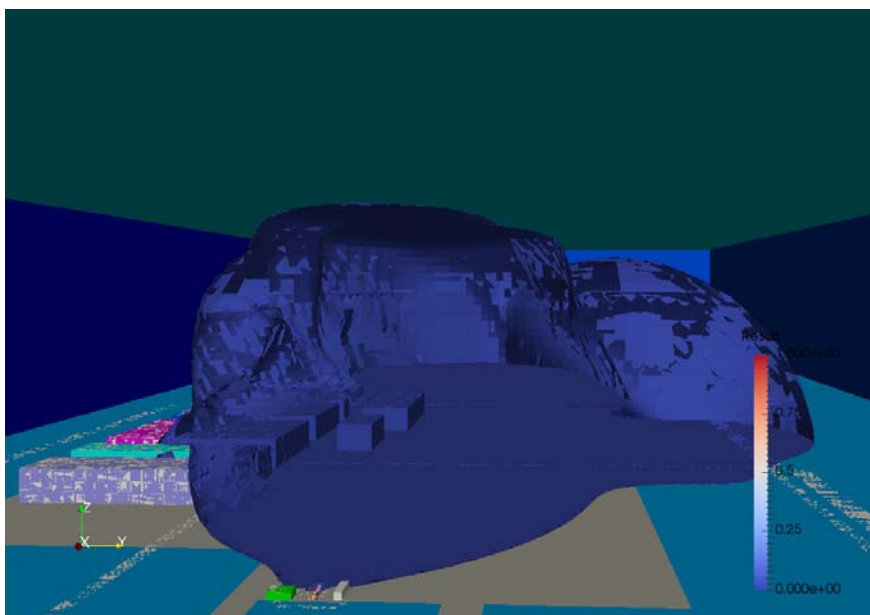


Ilustración 2.48: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

2.1.7. Evaporación, tanque sin tapa.

Evaporación tanque sin tapa, con orificio tamaño del tanque, y viento de S-SO.

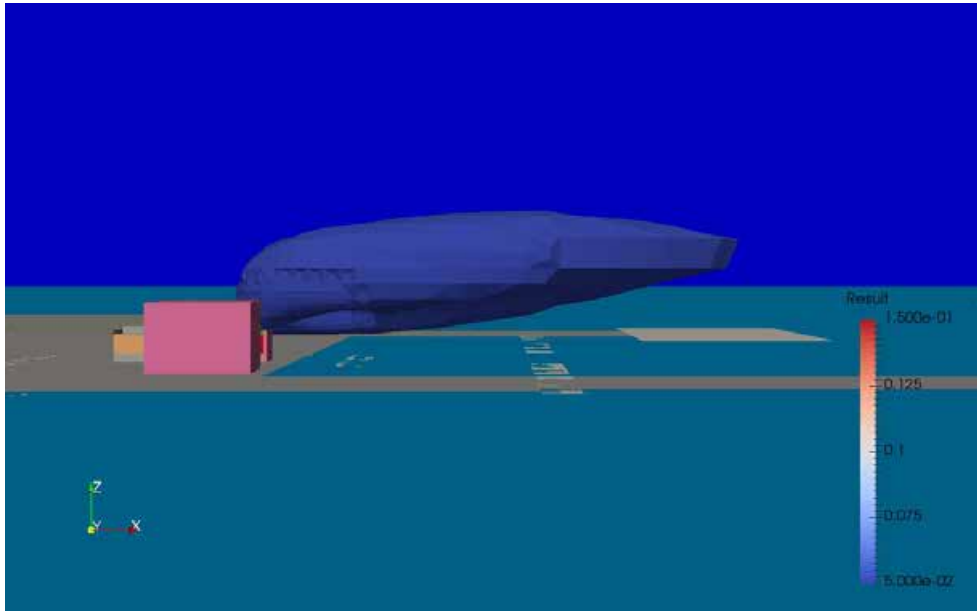


Ilustración 2.49: Alzado fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro tanque y viento de S-SO.

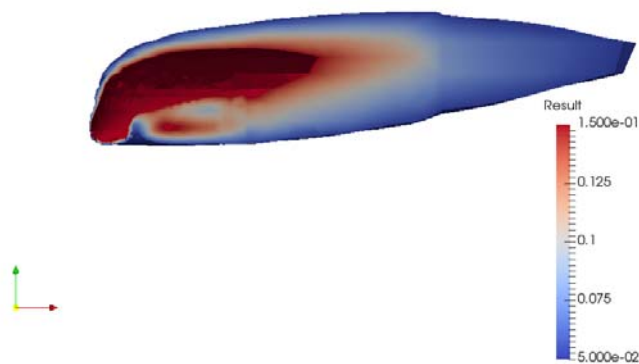


Ilustración 2.50: Corte fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro tanque y viento de S-SO.

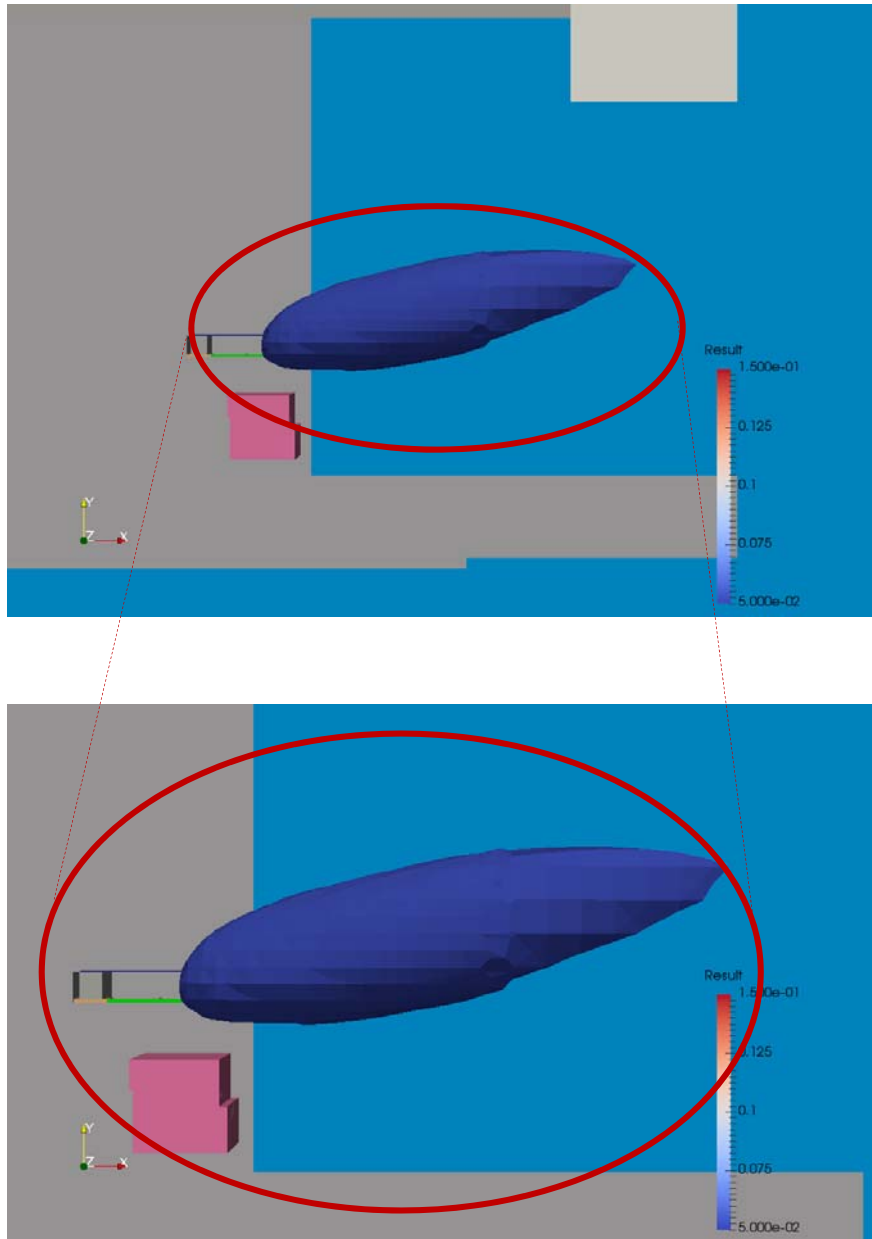


Ilustración 2.51: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro tanque y viento de S-SO.

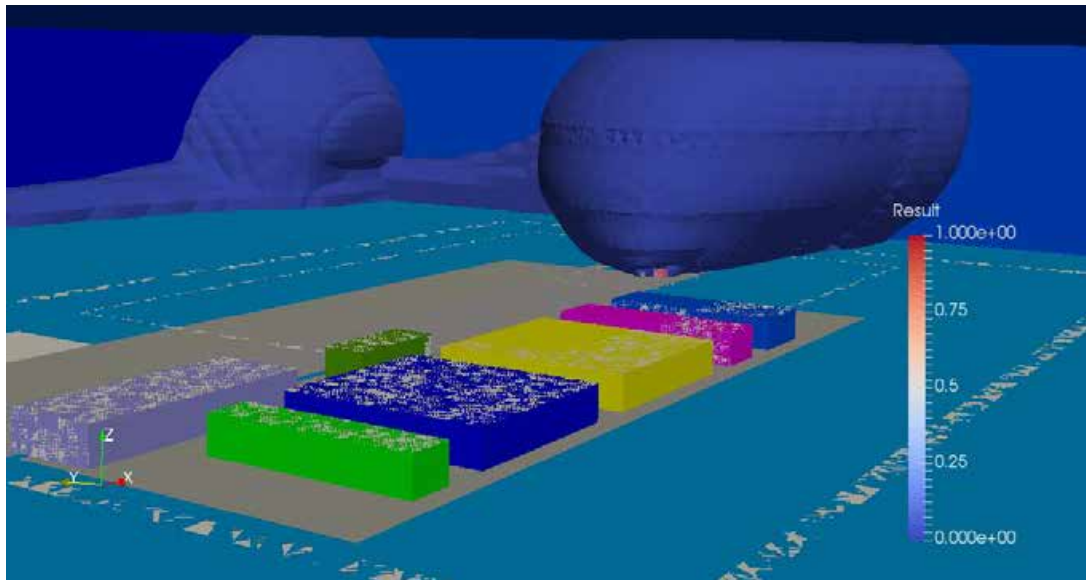


Ilustración 2.52: Alzado de fuga entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro tanque y viento de S-SO.

Evaporación tanque sin tapa, con orificio tamaño del tanque, y viento de N-NE.

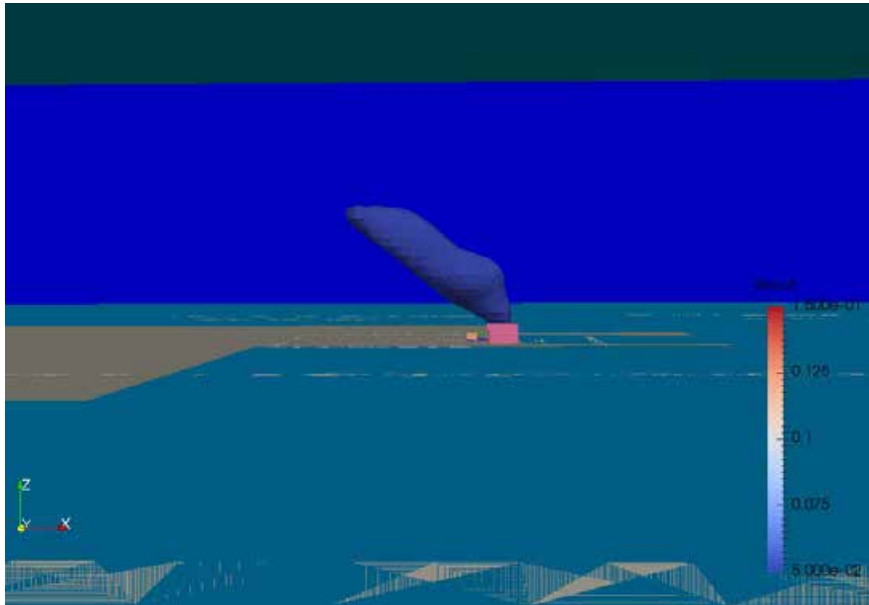


Ilustración 2.53: Alzado fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro tanque y viento de N-NE.

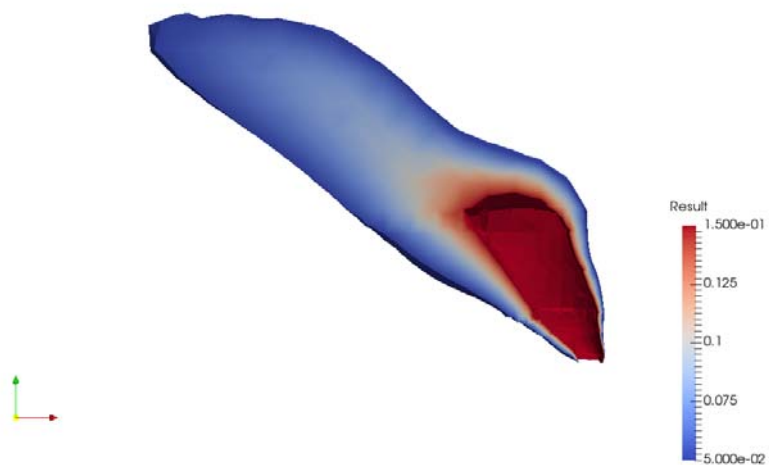


Ilustración 2.54: Corte fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro tanque y viento de N-NE.

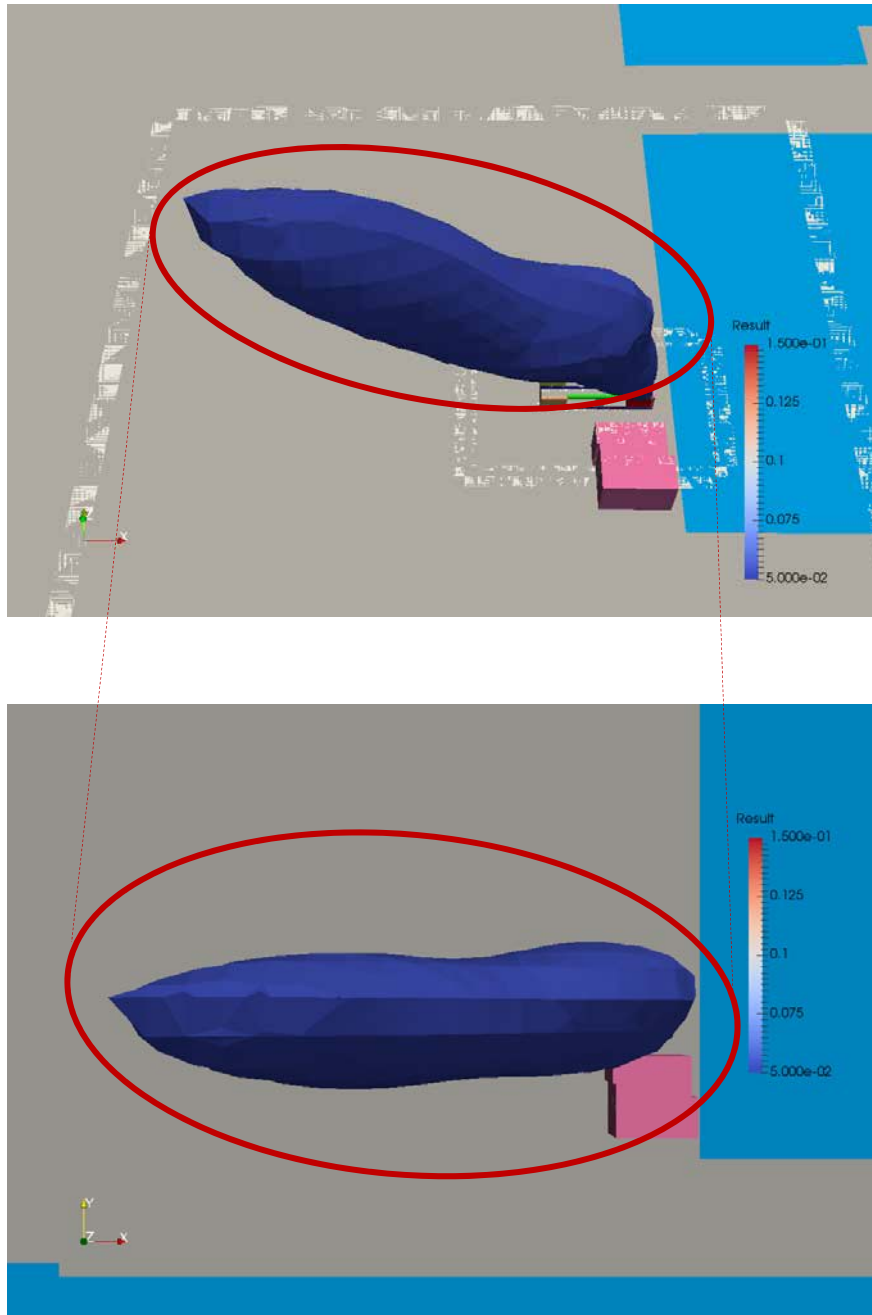


Ilustración 2.55: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro tanque y viento de N-NE.



Ilustración 2.56: Ilustración 2.57: Alzado de fuga entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro tanque y viento de N-NE.

2.1.8. Evaporación, rotura del tanque

Evaporación rotura del tanque, con orificio tamaño del contenedor, y viento de S-SO.

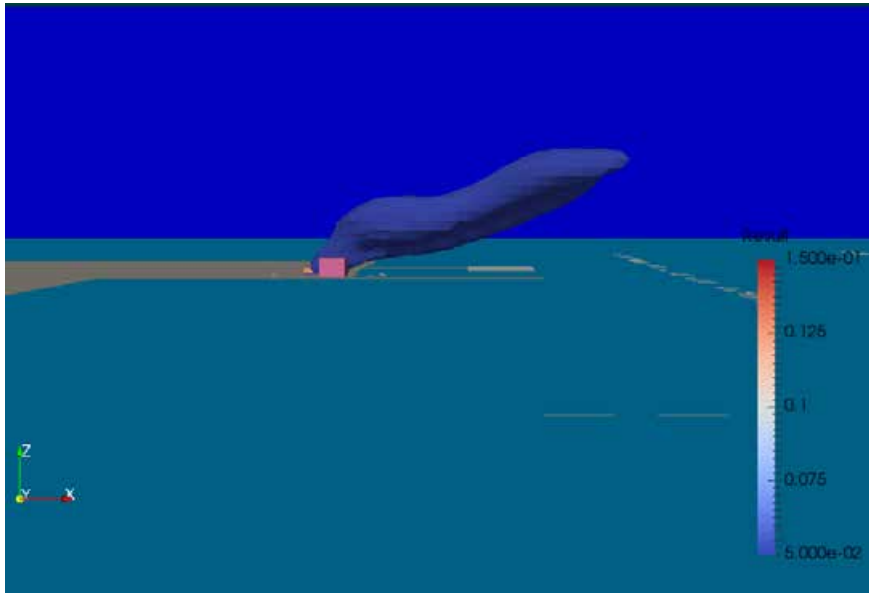


Ilustración 2.58: Alzado fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro contenedor y viento de S-SO.

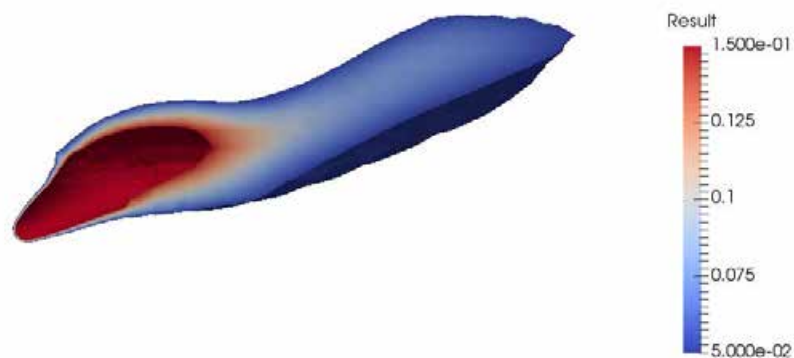


Ilustración 2.59: Corte fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de S-SO.

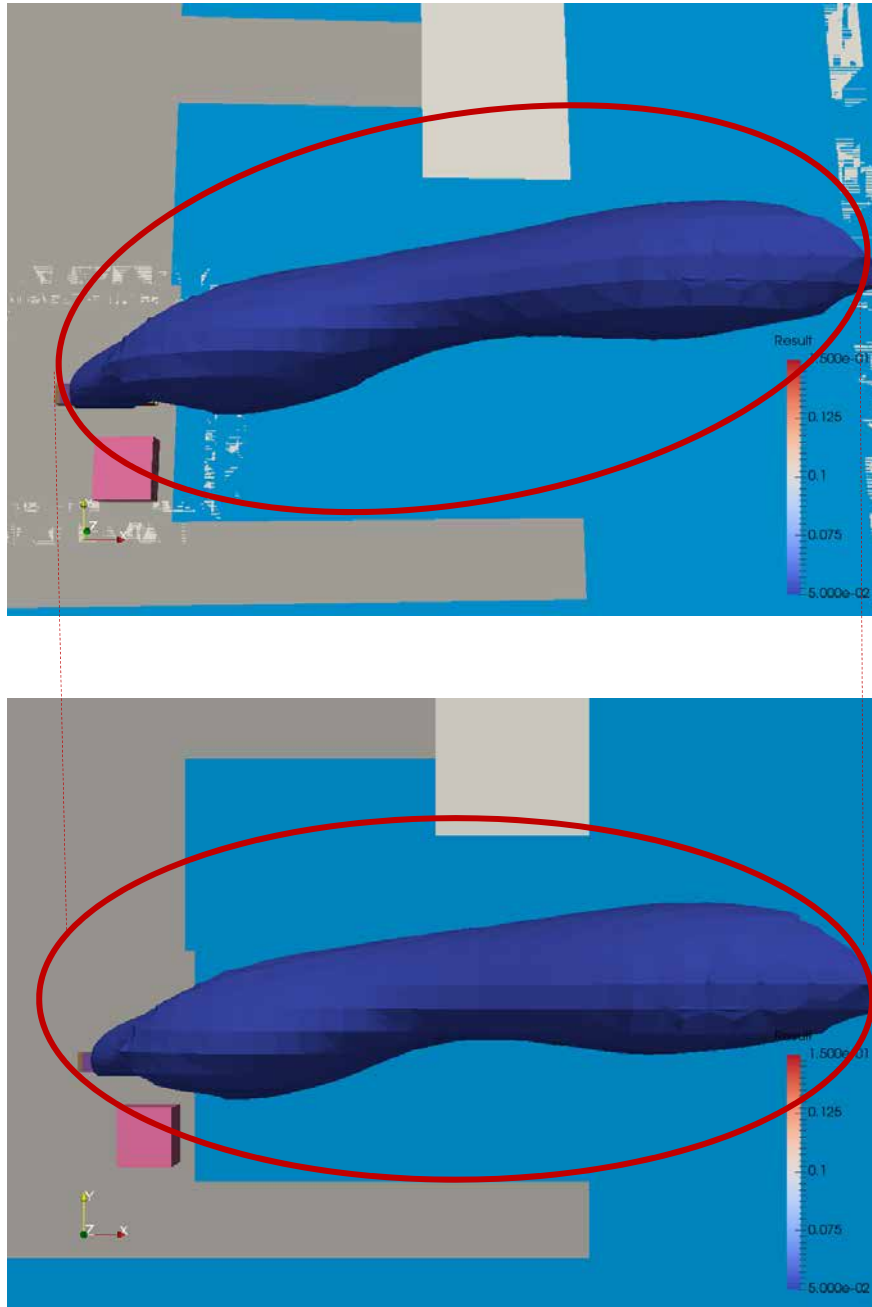


Ilustración 2.60: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de S-SO.

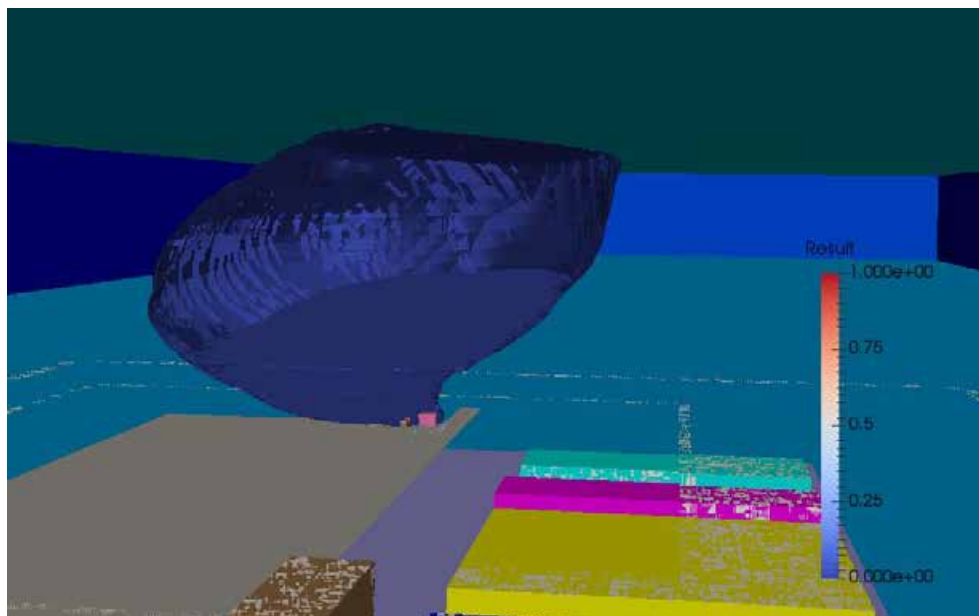


Ilustración 2.61: Alzado de fuga entre los límites de nube (0 – 1), diámetro contenedor y viento de S-SO.

Evaporación rotura del tanque, con orificio tamaño del contenedor, y viento de N-NE.

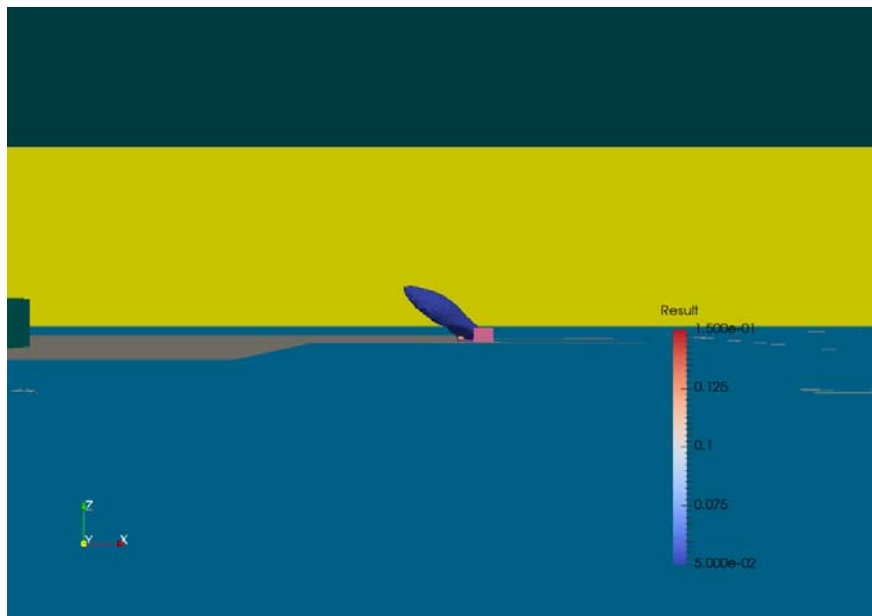


Ilustración 2.62: Alzado fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15) diámetro contenedor y viento de N-NE.

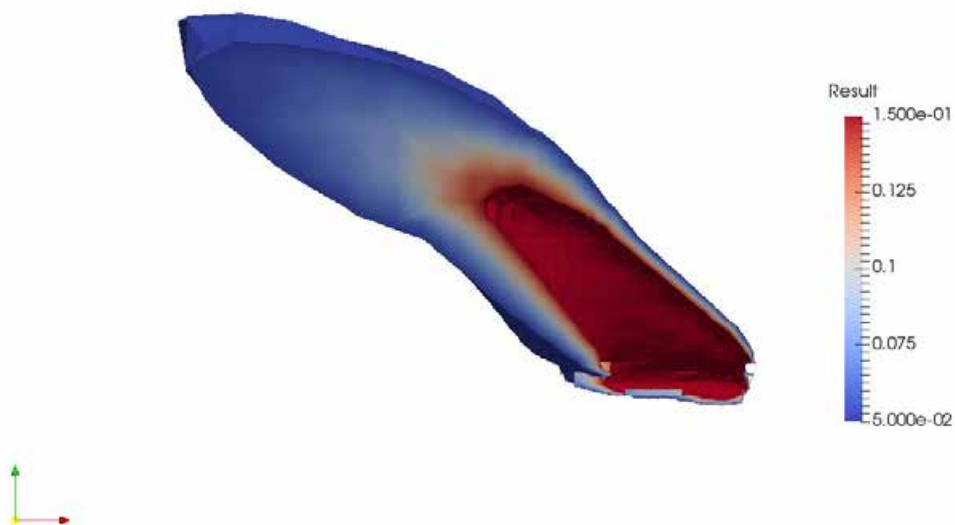


Ilustración 2.63: Corte fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de N-NE.

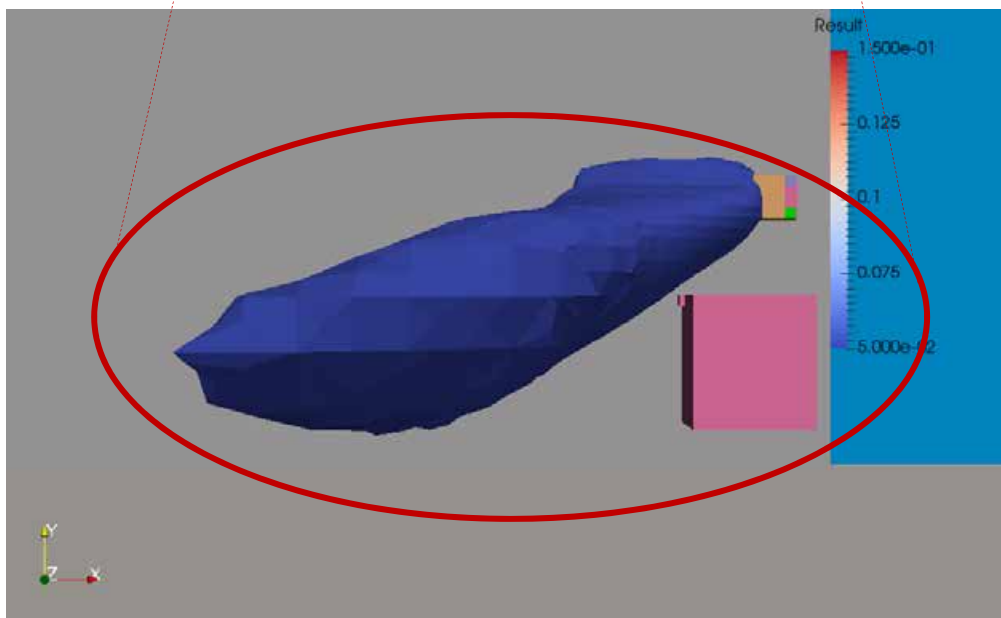
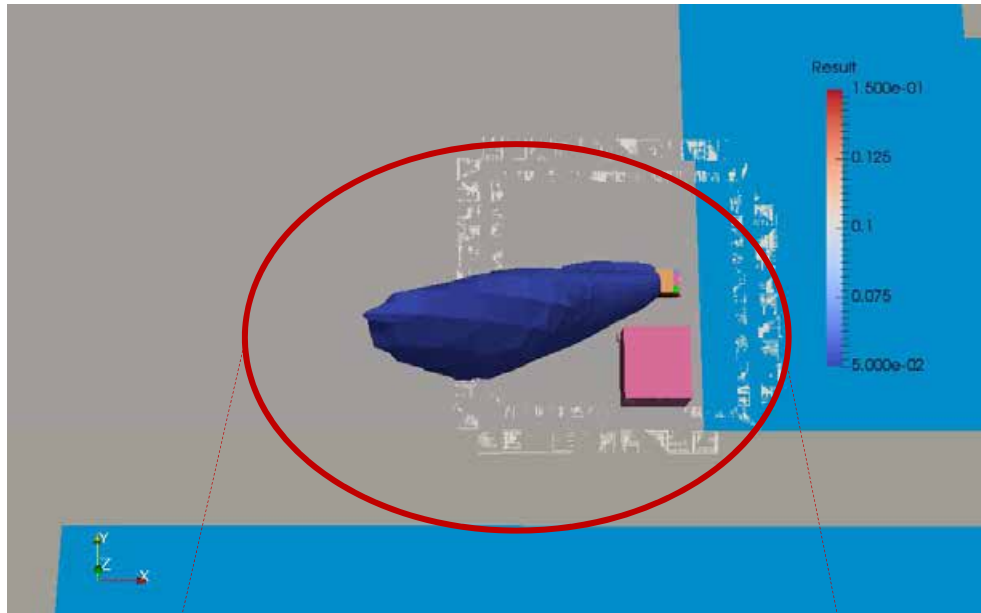


Ilustración 2.64: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de N-NE.

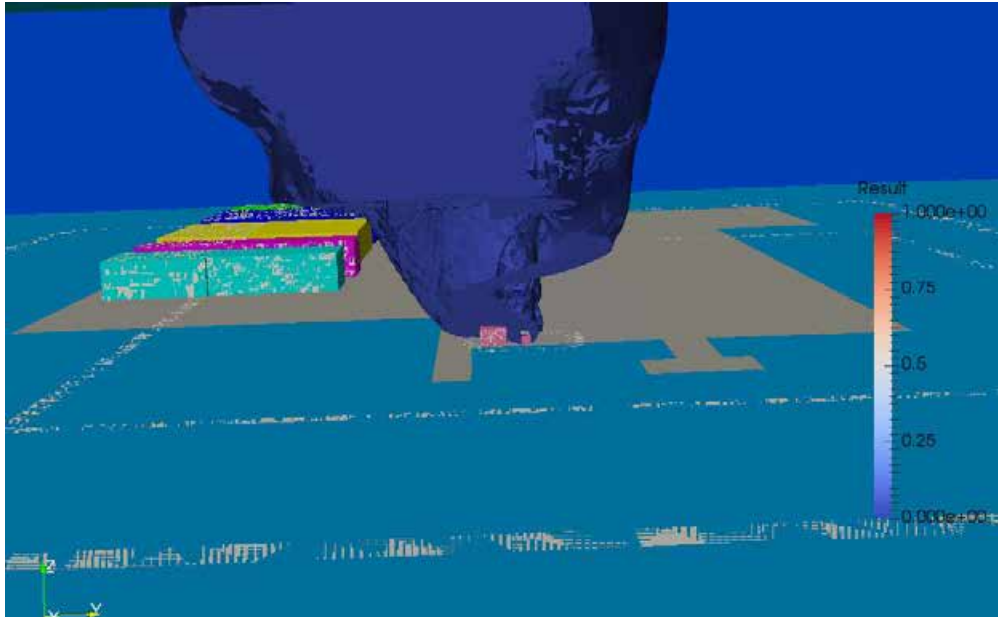


Ilustración 2.65: Alzado de fuga entre los límites de nube (0 – 1), diámetro contenedor y viento de N-NE.

2.2. Escenarios para las condiciones de viento extremas

2.2.1. Fuga vertical en la conducción tanque – motor con orificio de 40 mm.

Fuga vertical en la conducción tanque – motor con orificio de 40 mm y viento de S-SO.

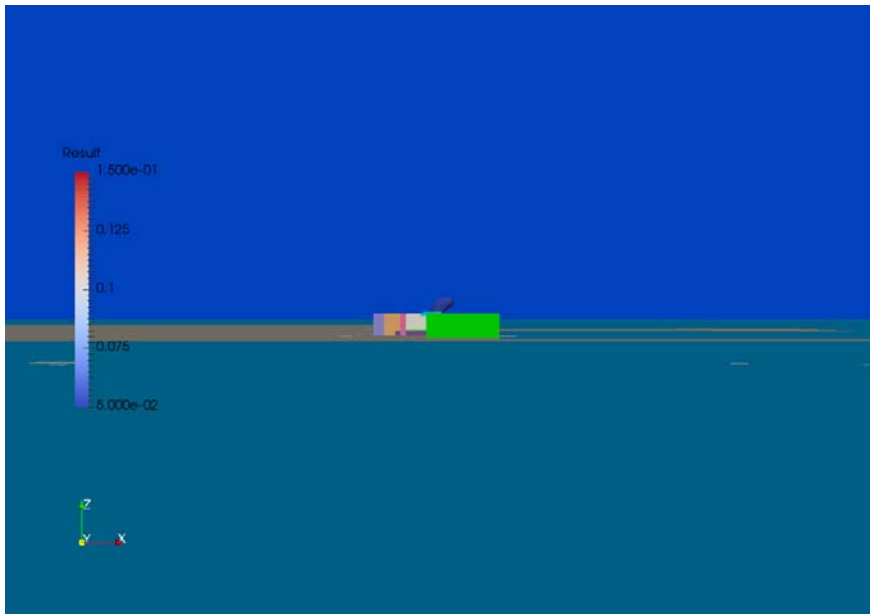


Ilustración 2.66: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

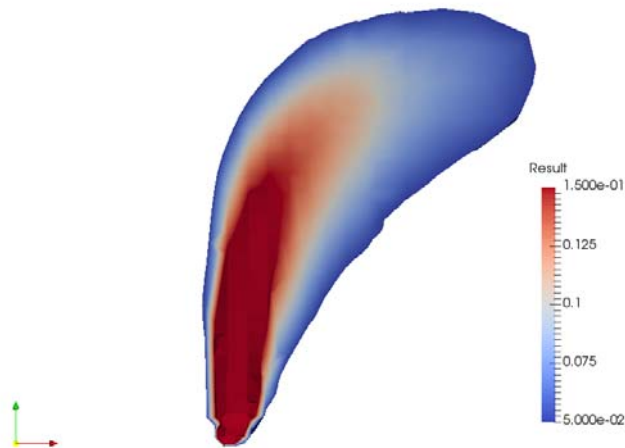


Ilustración 2.67:: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

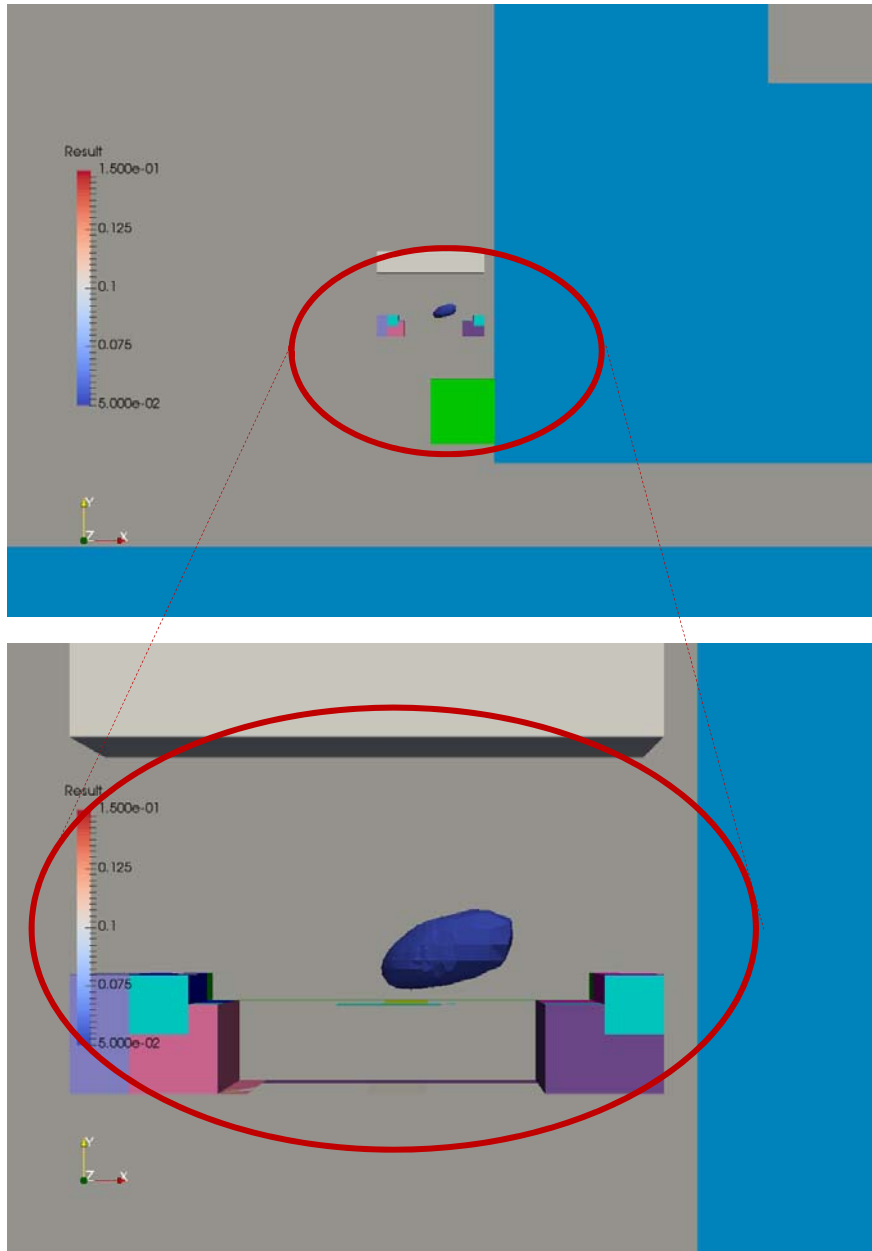


Ilustración 2.68: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

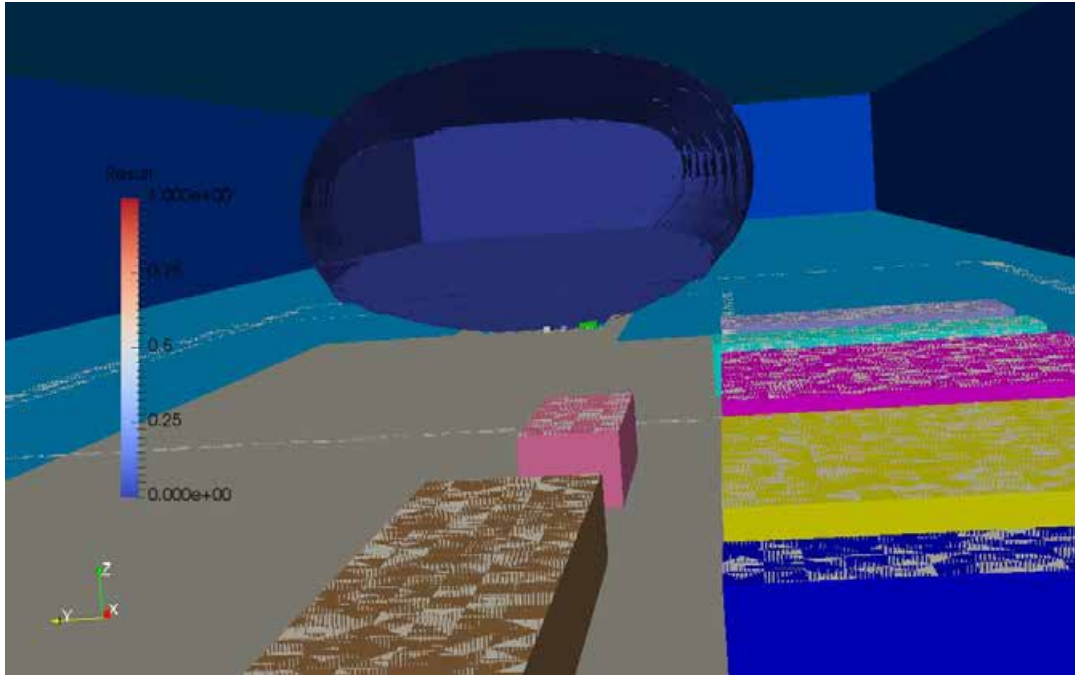


Ilustración 2.69: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la conducción tanque – motor con orificio de 40 mm y viento de N-NE.

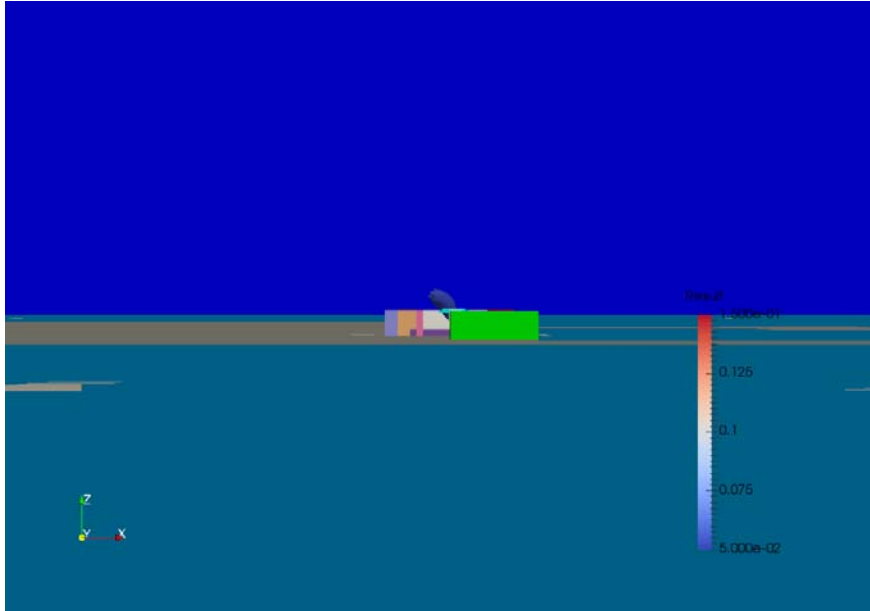


Ilustración 2.70: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

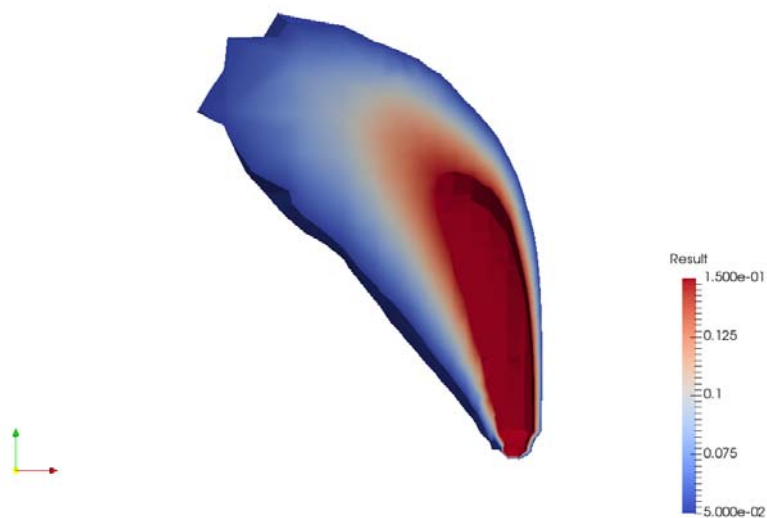


Ilustración 2.71: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

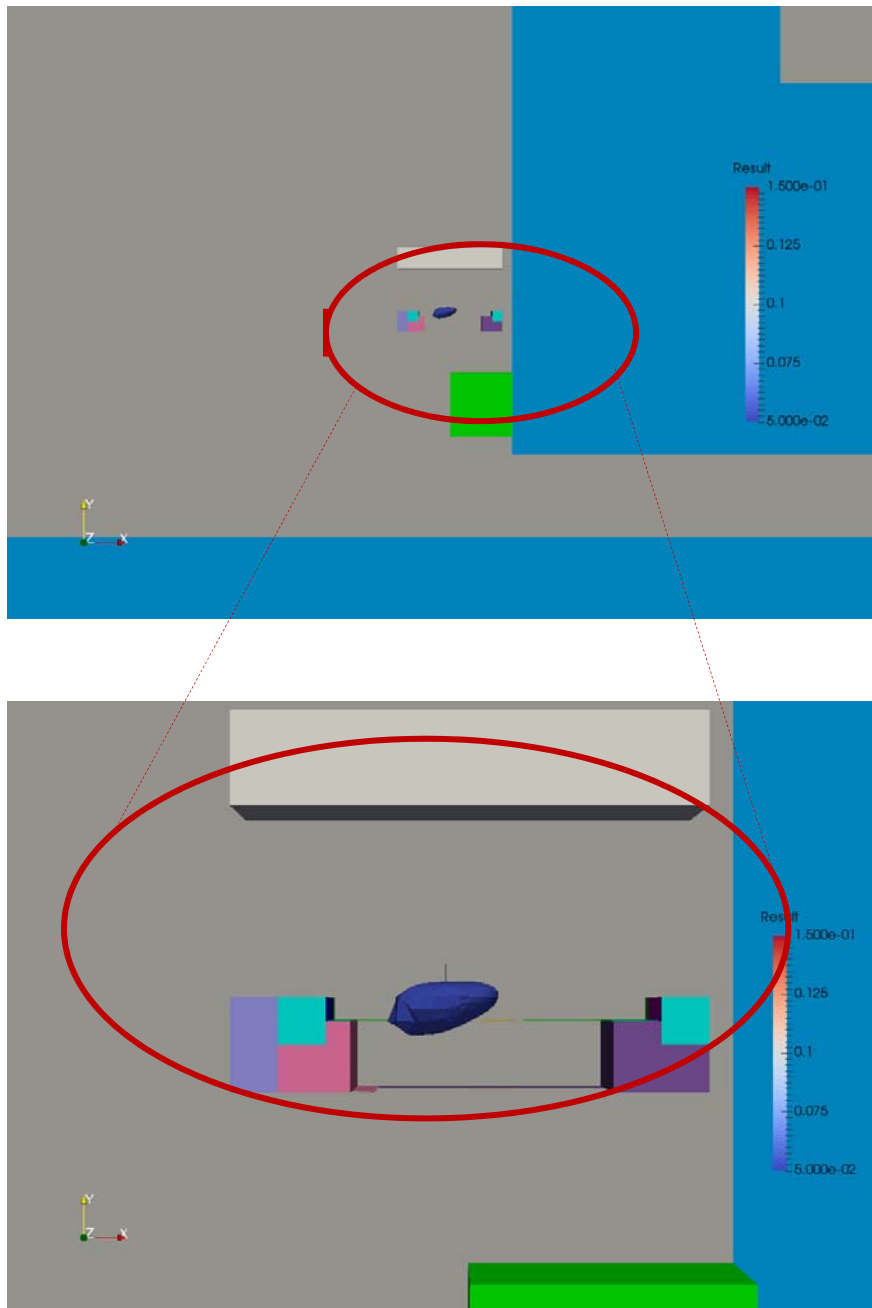


Ilustración 2.72: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

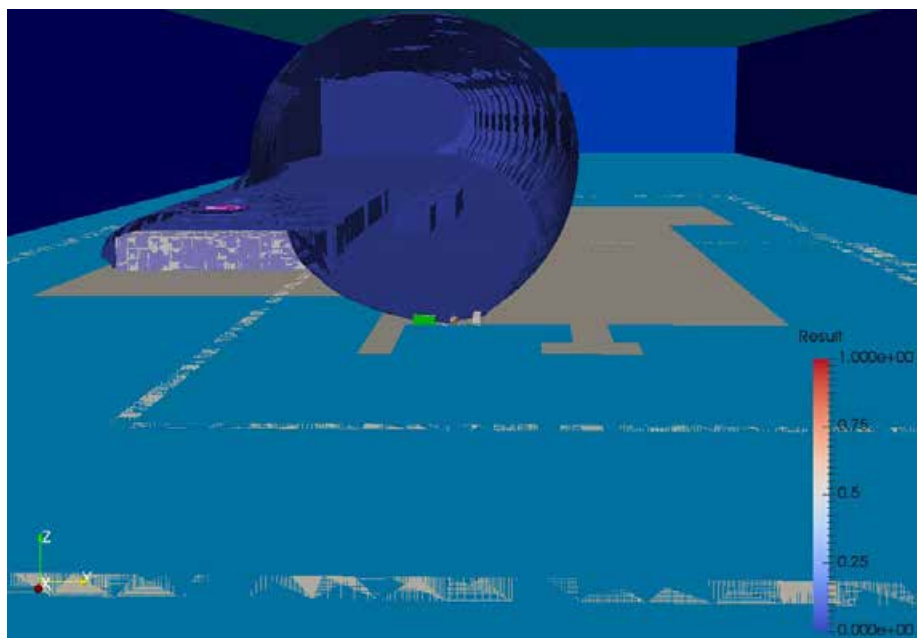


Ilustración 2.73: Alzado fuga vertical entre los límites de inflamabilidad (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

Fuga vertical en la válvula de seguridad con orificio de 40 mm y viento de S-SO.

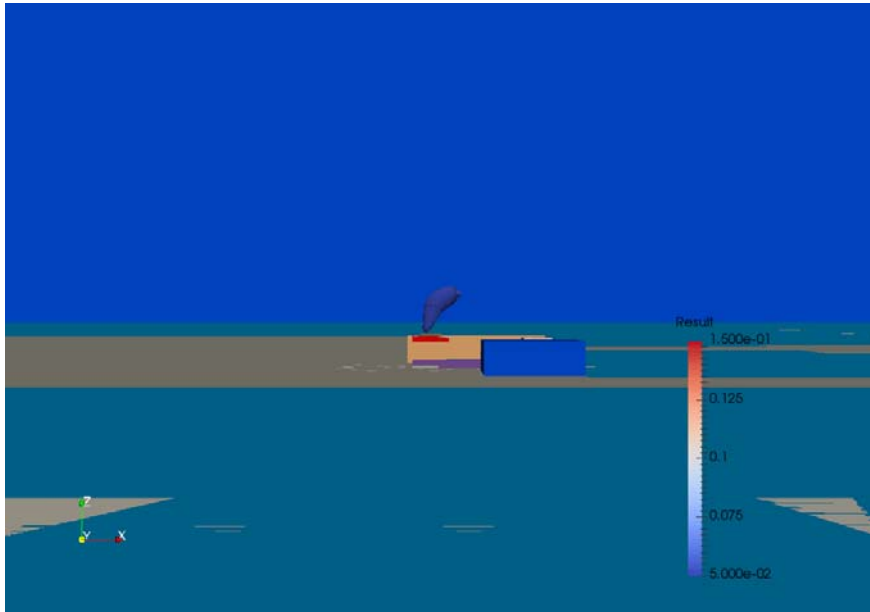


Ilustración 2.74: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

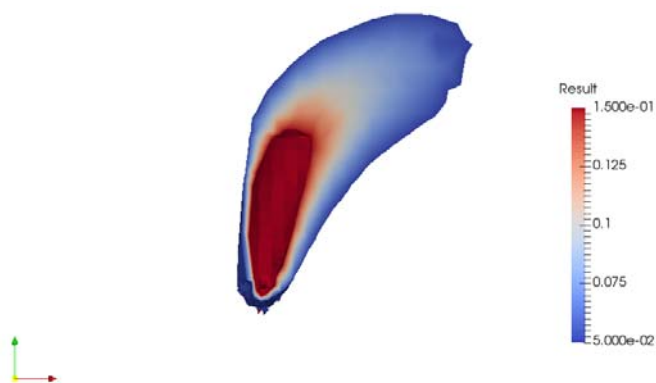


Ilustración 2.75: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.



Ilustración 2.76: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

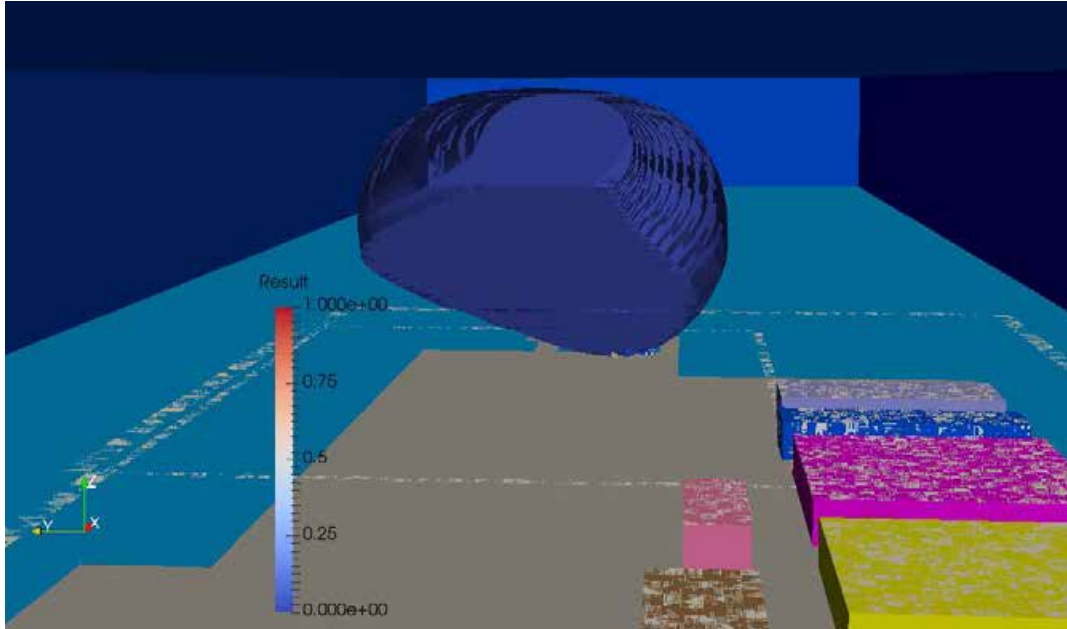


Ilustración 2.77: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la válvula de seguridad con orificio de 40 mm y viento de S-SO.

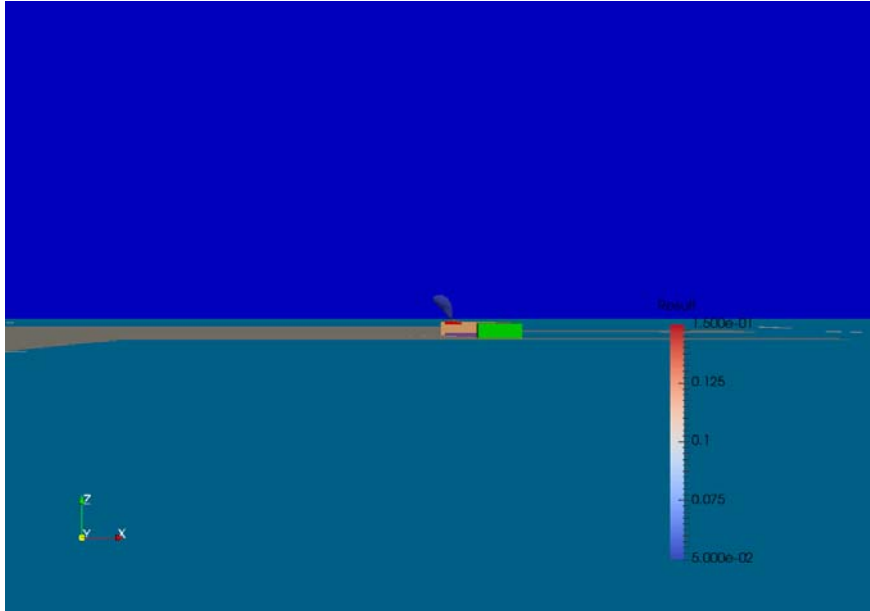


Ilustración 2.78: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

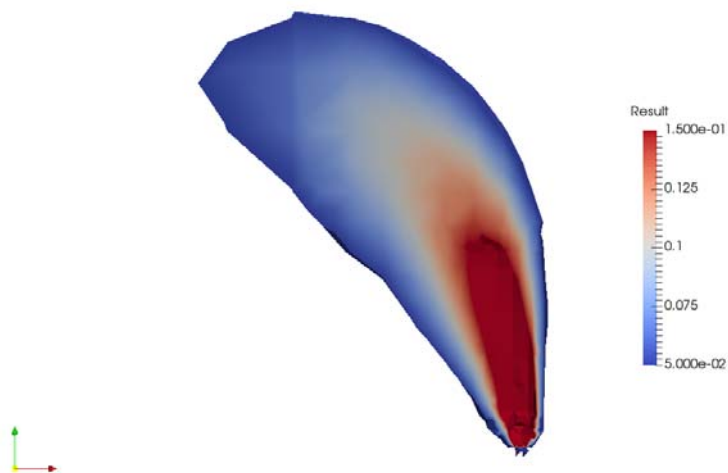


Ilustración 2.79: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

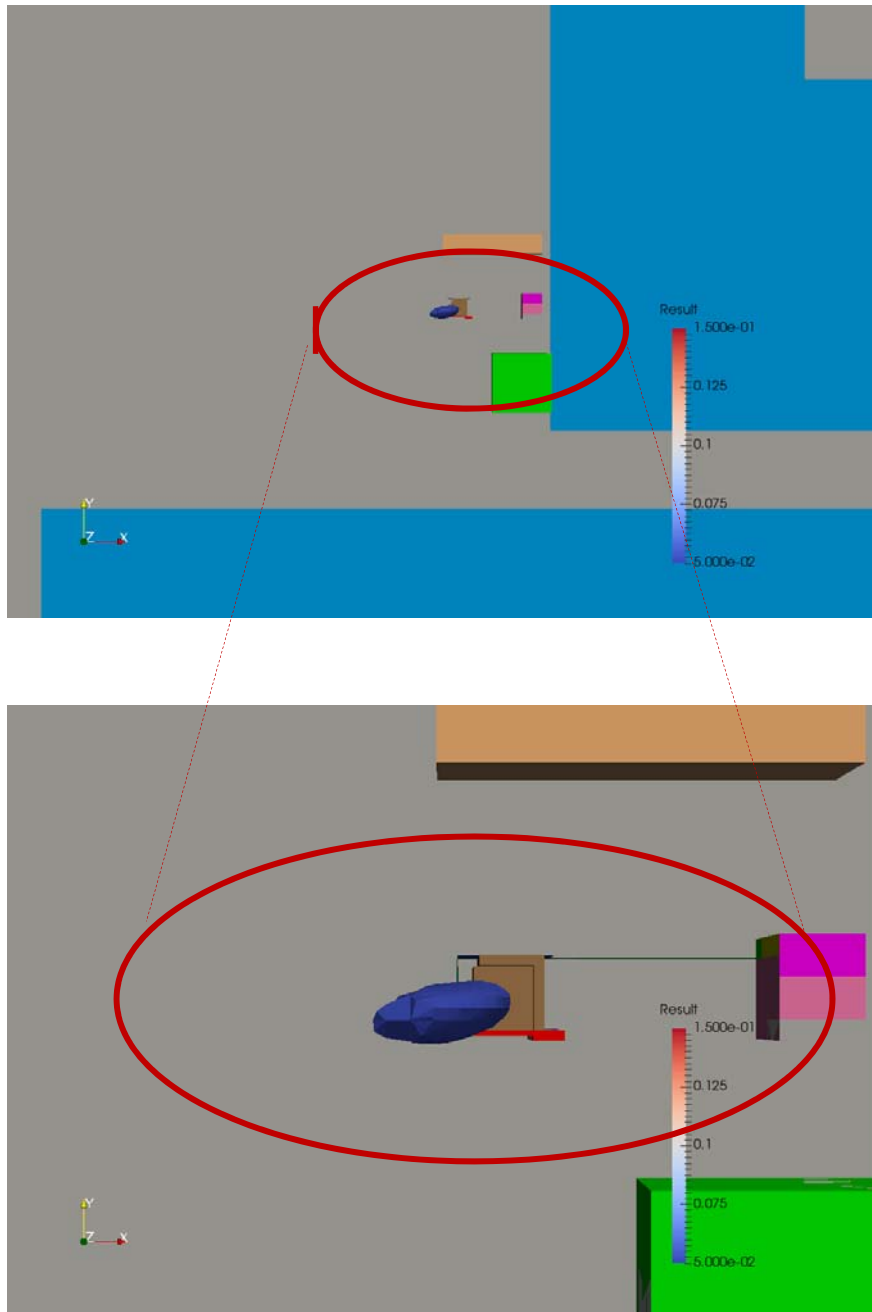


Ilustración 2.80: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

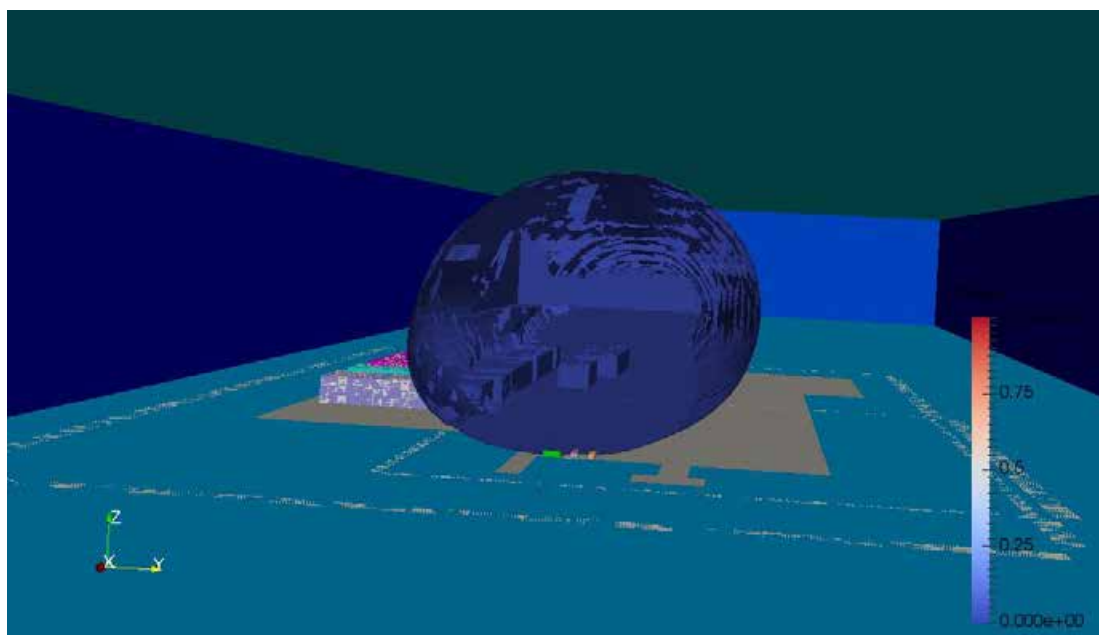


Ilustración 2.81: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

2.2.2. Fuga vertical en la pared del tanque con orificio de 10 mm.

Fuga vertical en la pared del tanque con orificio de 10 mm y viento de S-SO.

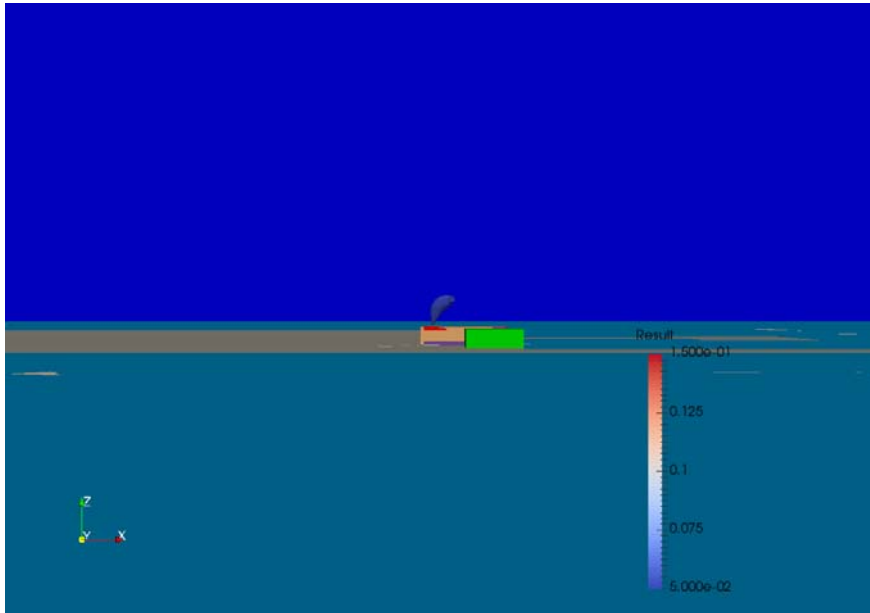


Ilustración 2.82: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 10 mm y viento de S-SO.

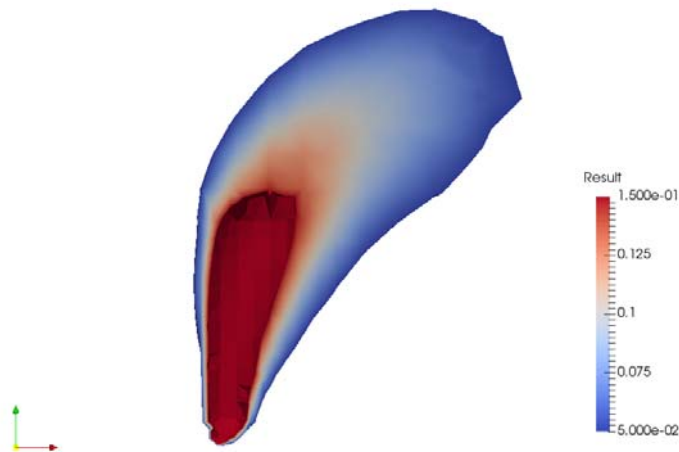


Ilustración 2.83: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 10 mm y viento de S-SO.

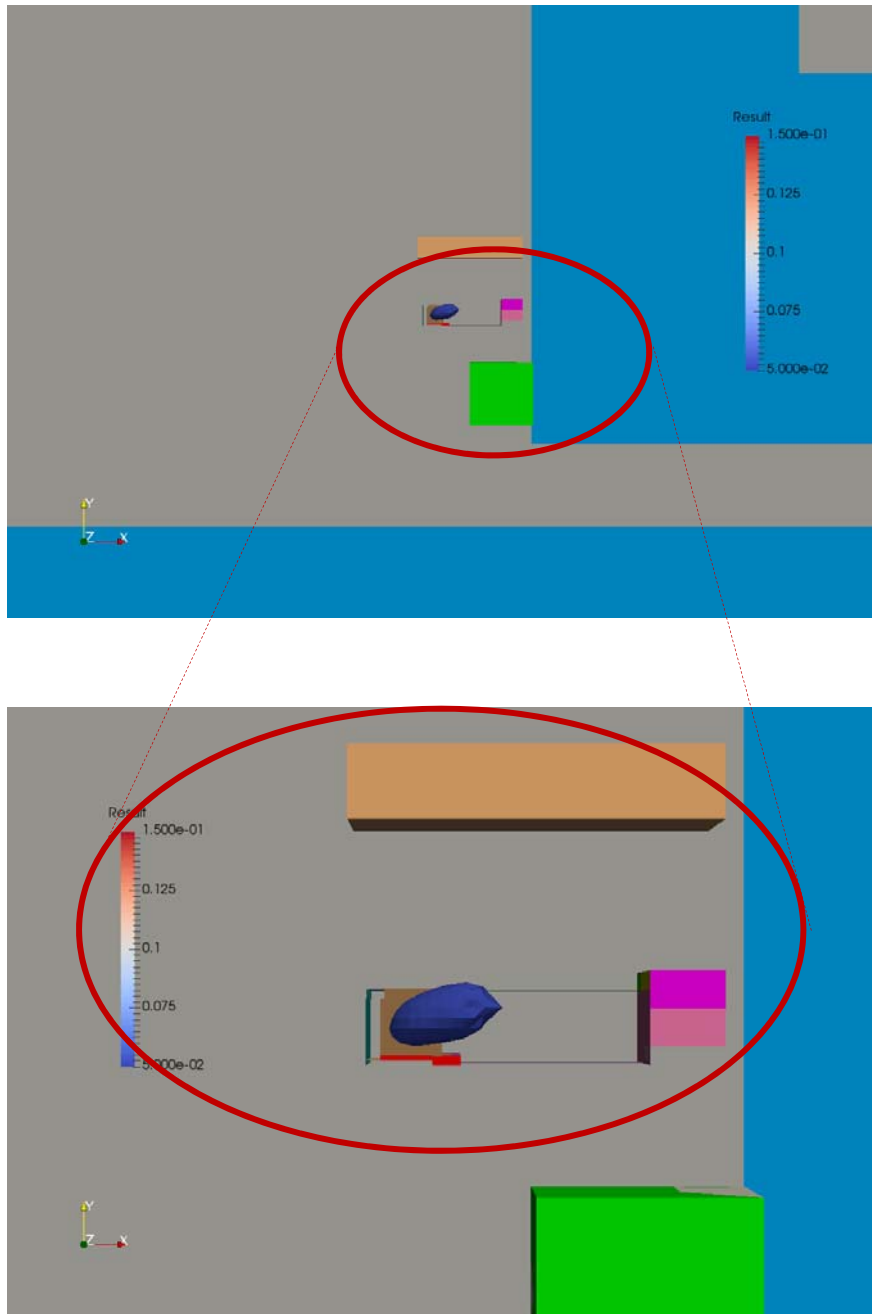


Ilustración 2.84: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 10 mm y viento de S-SO.

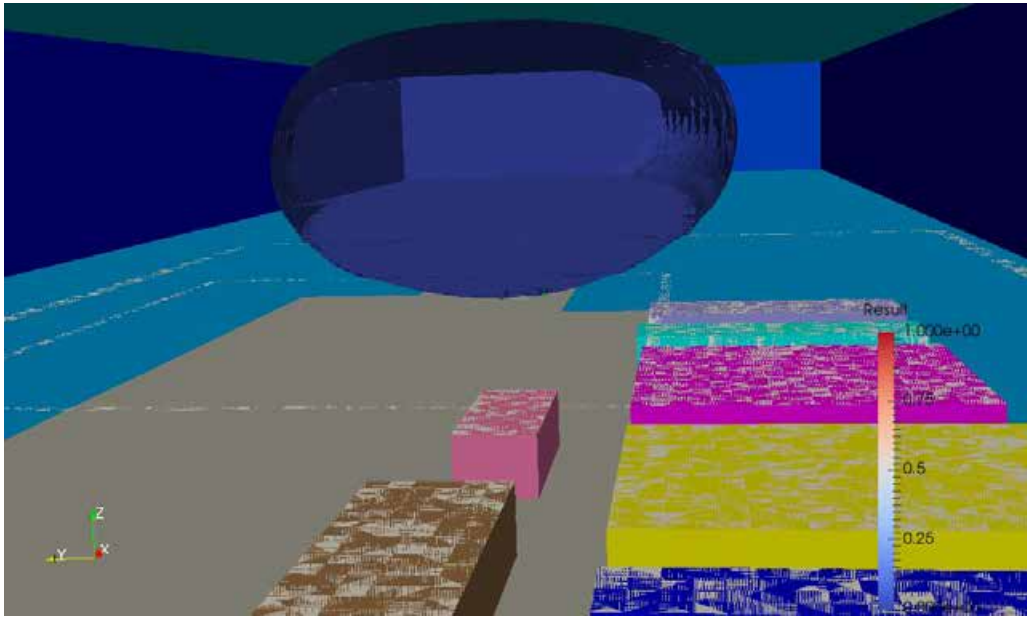


Ilustración 2.85: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 10 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la pared del tanque con orificio de 10 mm y viento de N-NE.

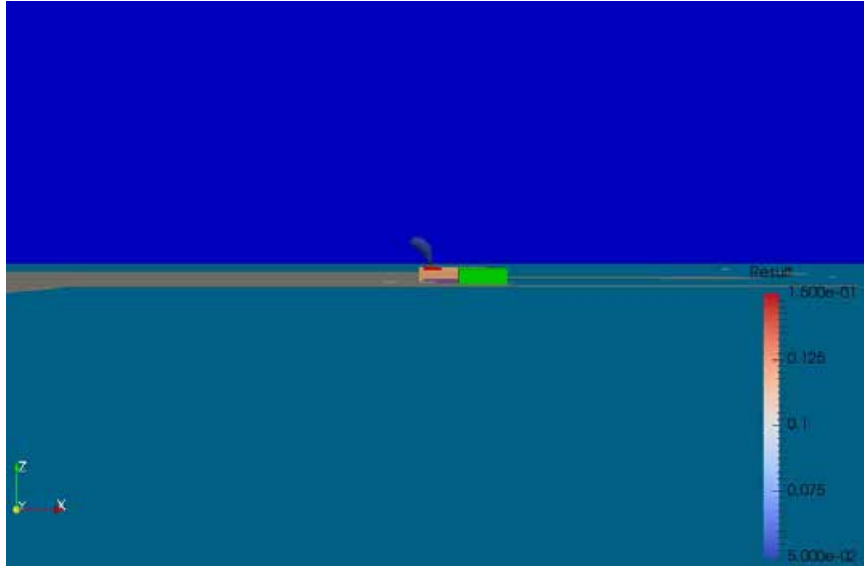


Ilustración 2.86: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 10 mm y viento de N-NE.

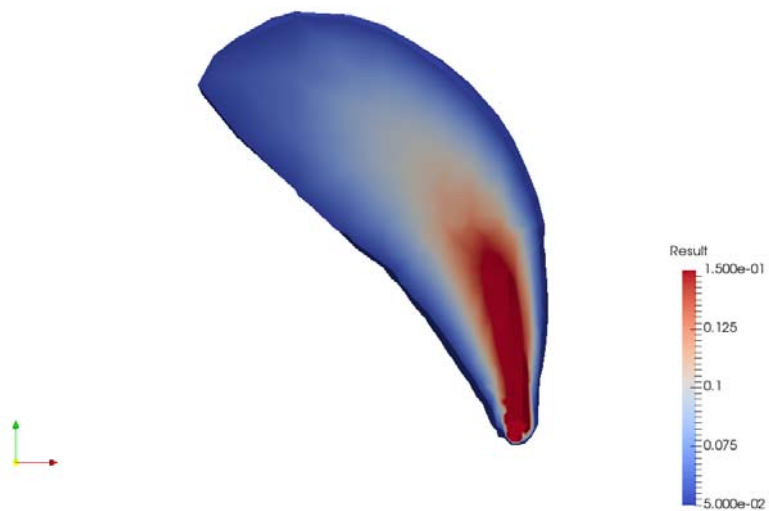


Ilustración 2.87: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 10 mm y viento de N-NE.

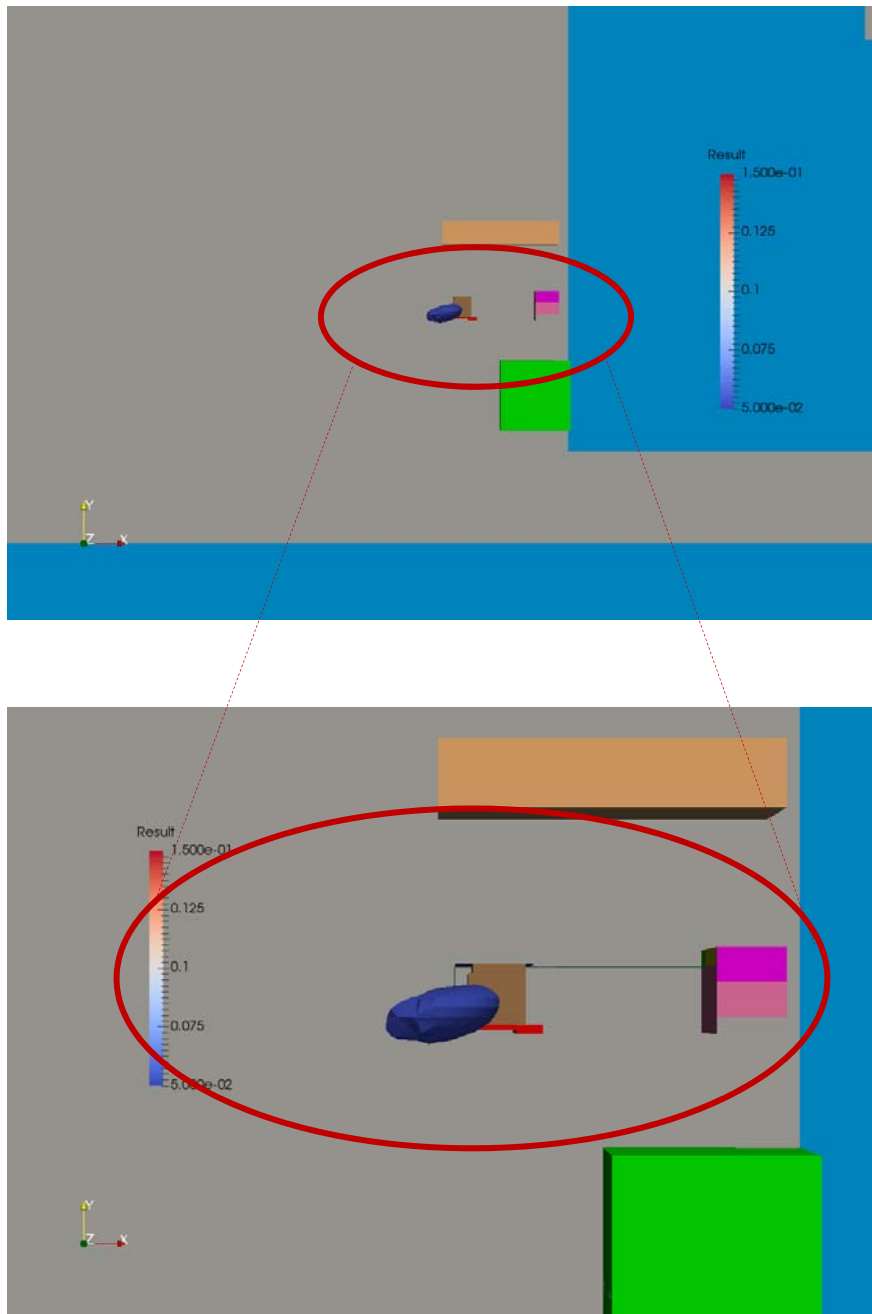


Ilustración 2.88: De arriba abajo, respectivamente, fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 10 mm y viento de N-NE

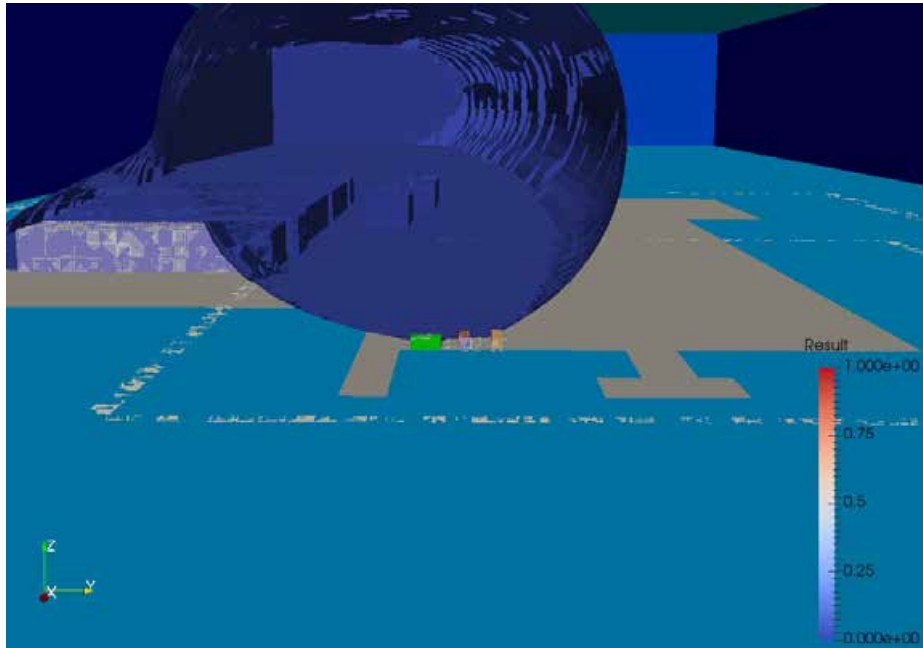


Ilustración 2.89: Alzado fuga vertical entre los límites de la nube (0-1), diámetro 10 mm y viento de N-NE.

2.2.3. Fuga vertical en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm.

Fuga vertical en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm y viento de S-SO.



Ilustración 2.90: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

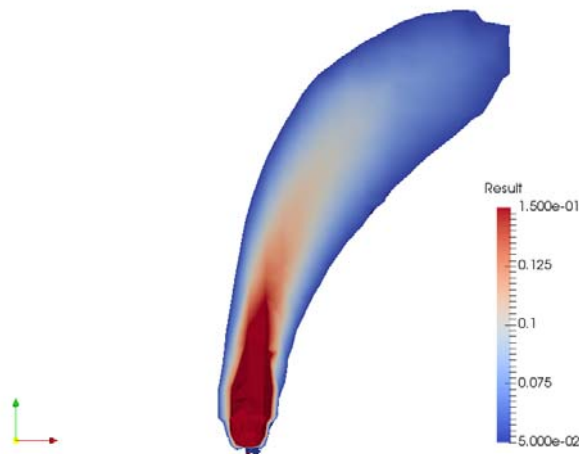


Ilustración 2.91: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

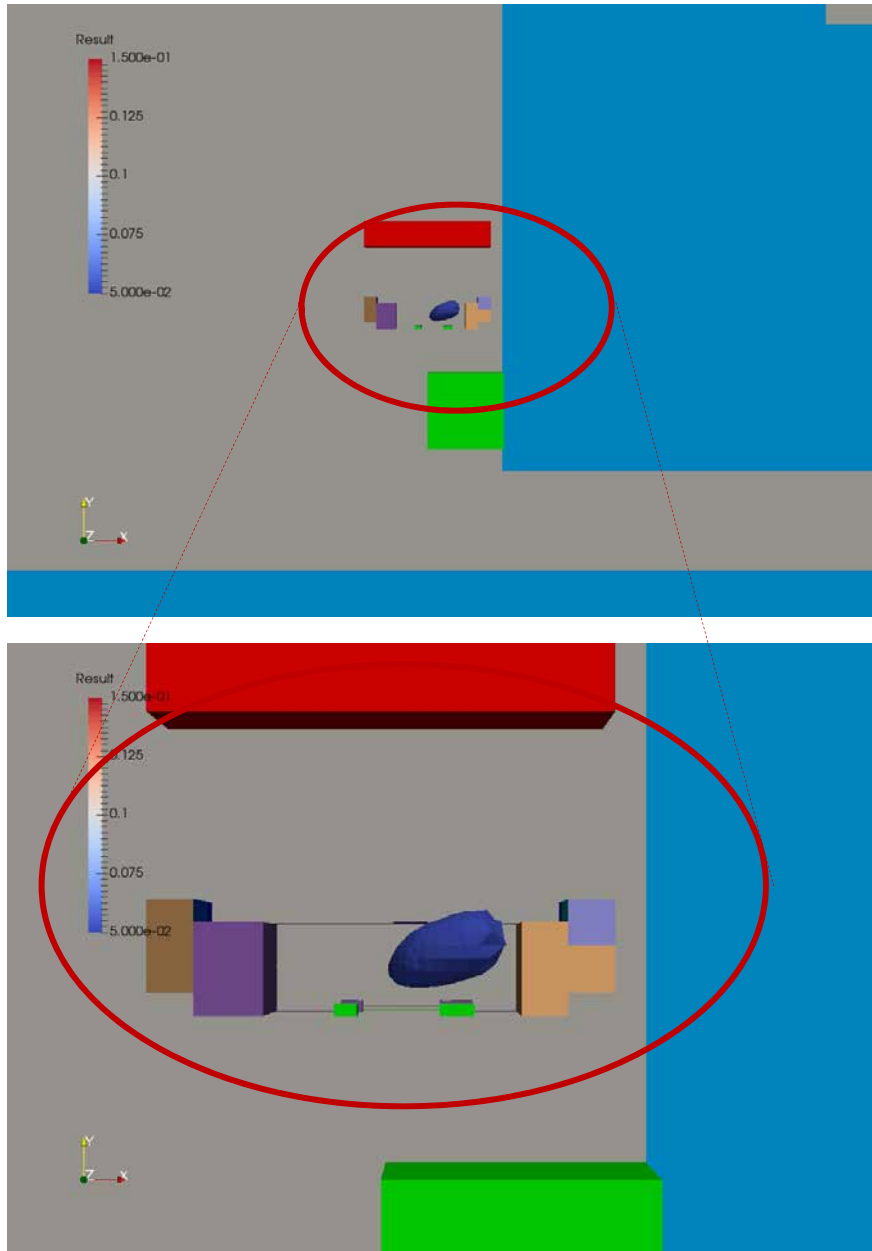


Ilustración 2.92: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

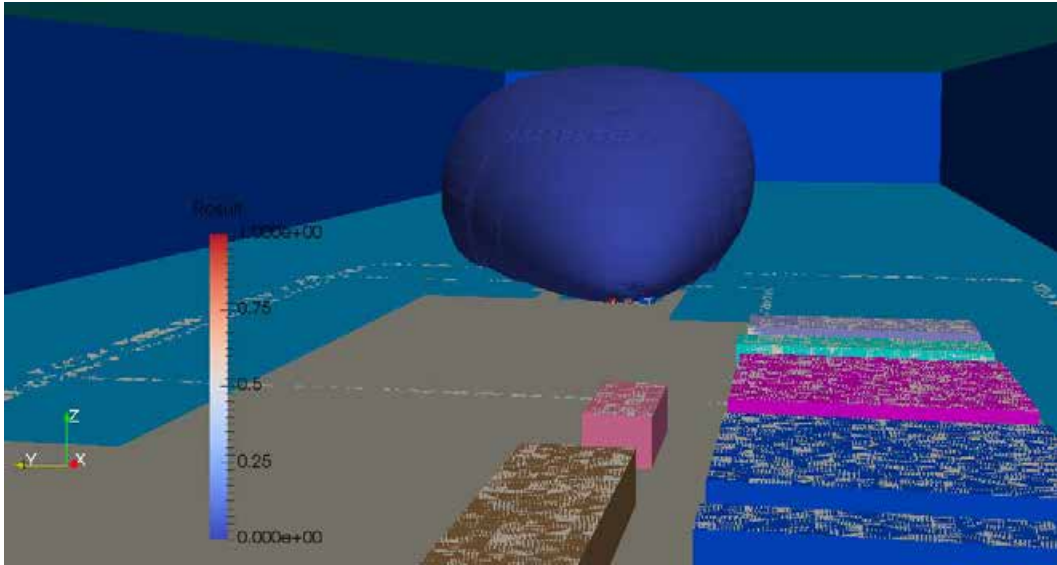


Ilustración 2.93: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm y viento de N-NE.

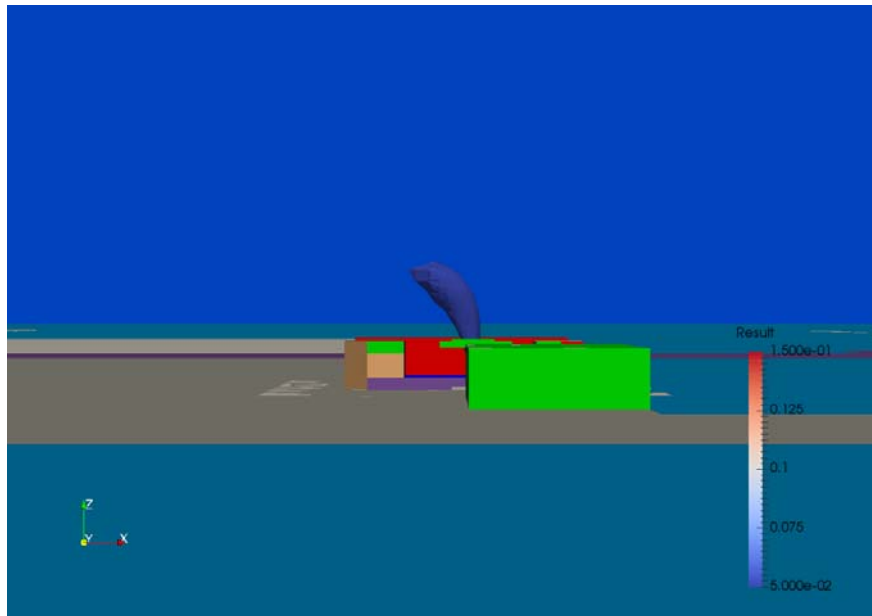


Ilustración 2.94: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

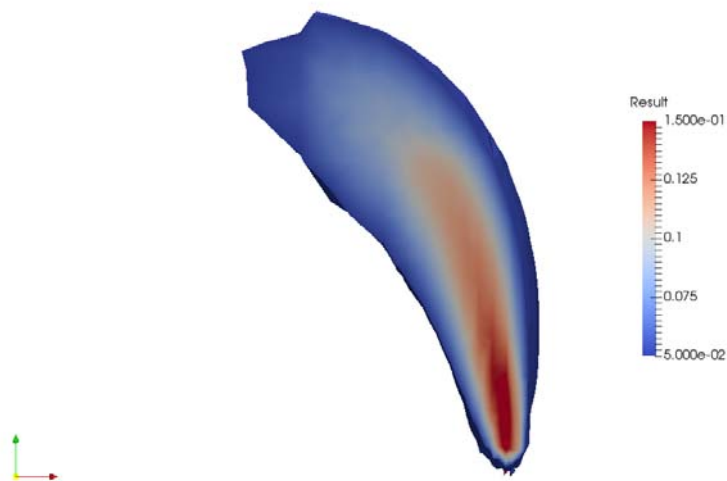


Ilustración 2.95: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

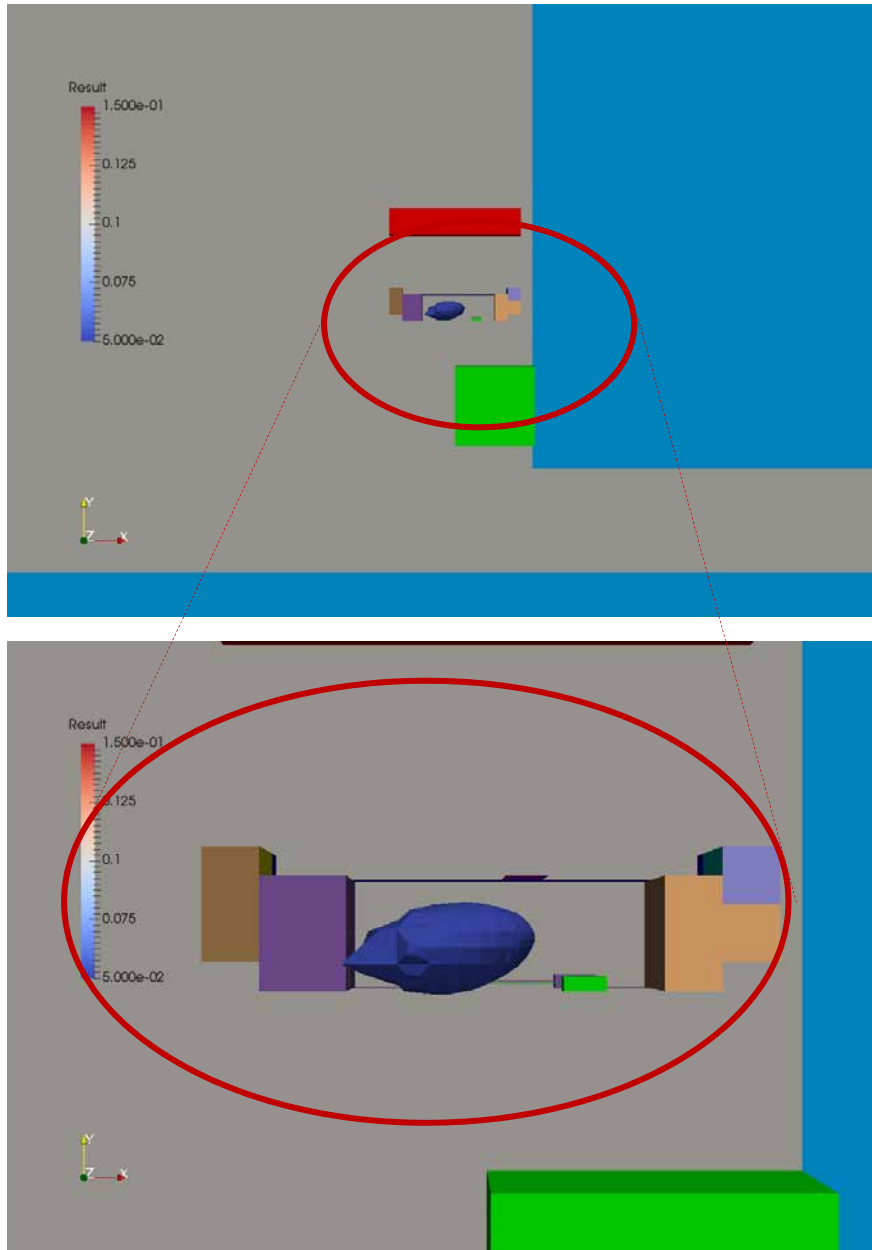


Ilustración 2.96: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

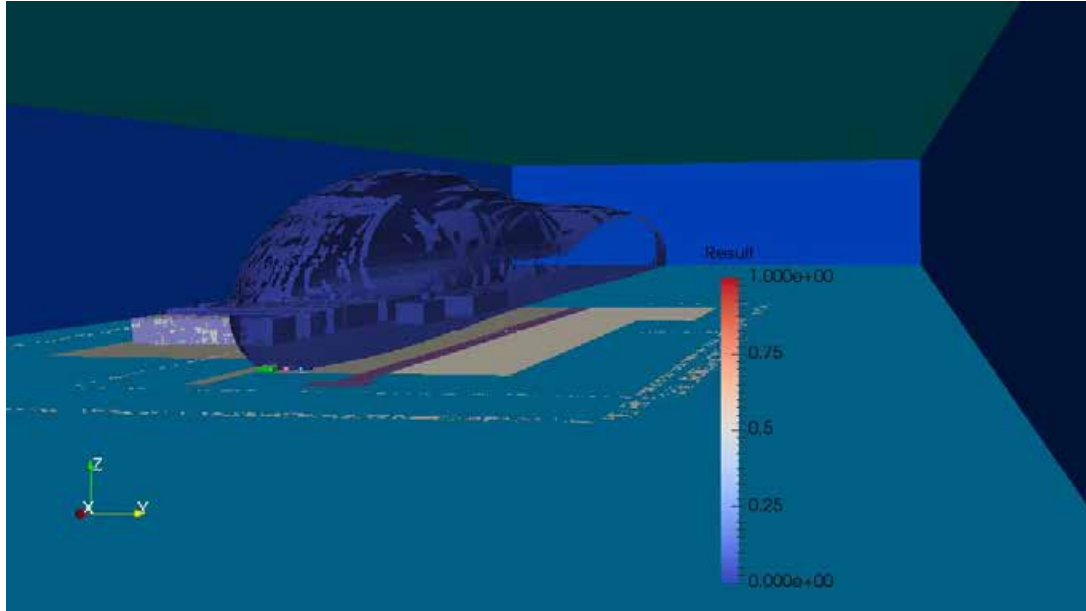


Ilustración 2.97: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

2.2.4. Fuga horizontal en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm.

Fuga horizontal en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm y viento de S-SO.



Ilustración 2.98: Alzado fuga horizontal, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

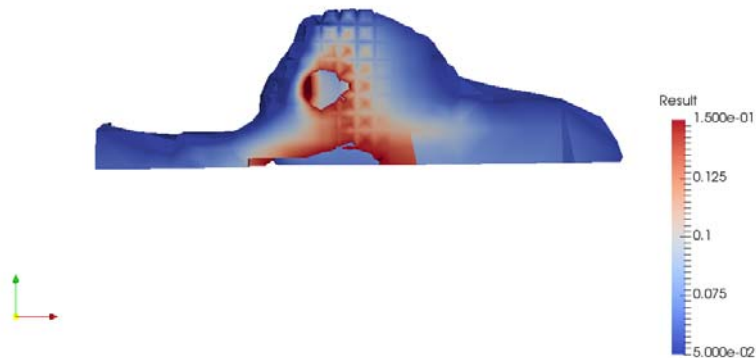


Ilustración 2.99: Corte fuga horizontal, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

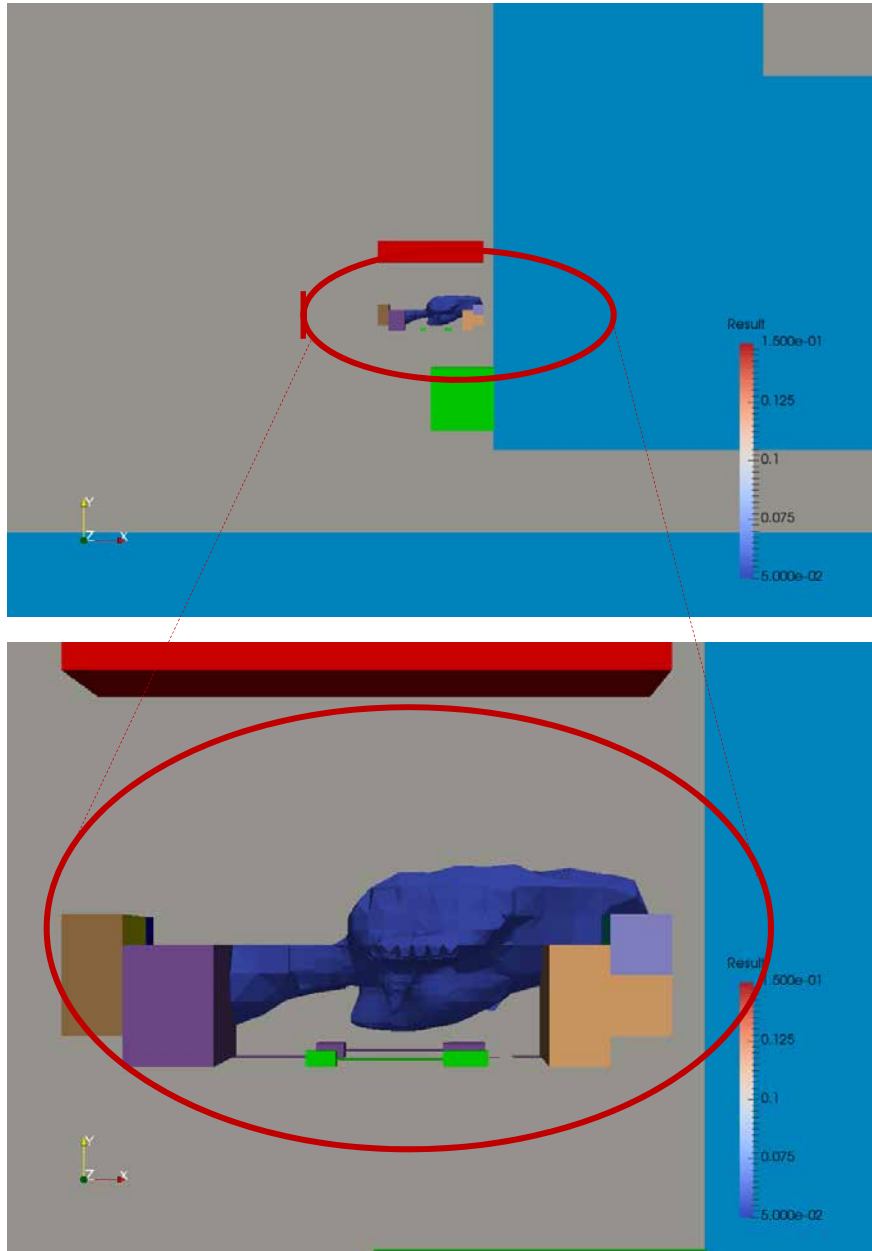


Ilustración 2.100: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga horizontal dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

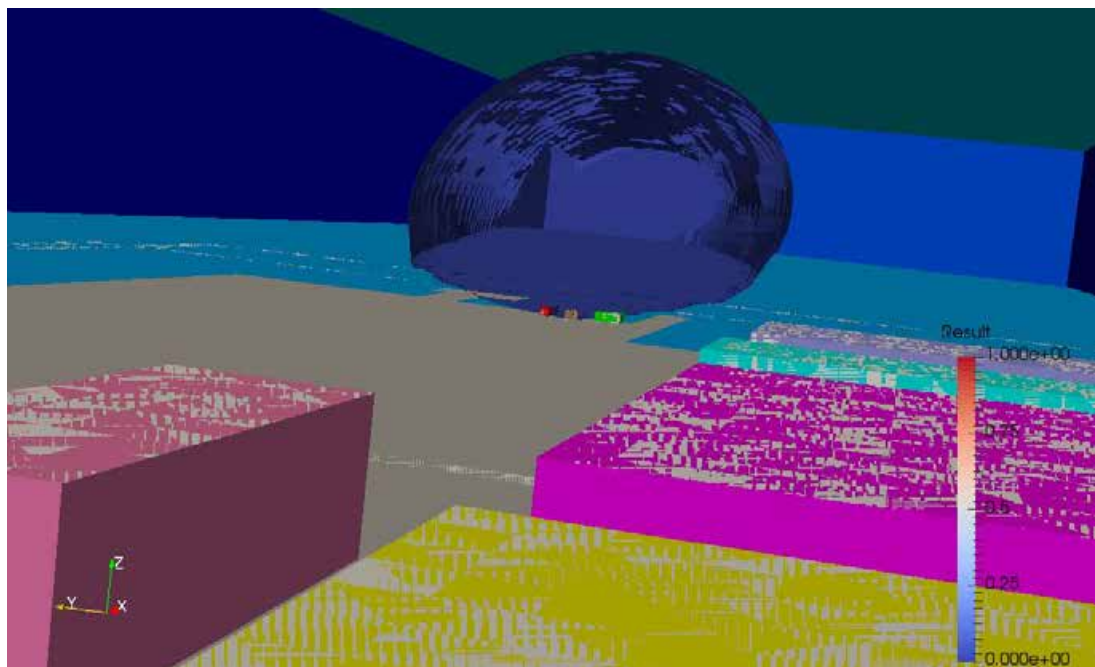


Ilustración 2.101: Alzado de fuga horizontal entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga horizontal en la conducción de regasificación con orificio de 40 mm y viento de N-NE.



Ilustración 2.102: Alzado fuga horizontal, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE

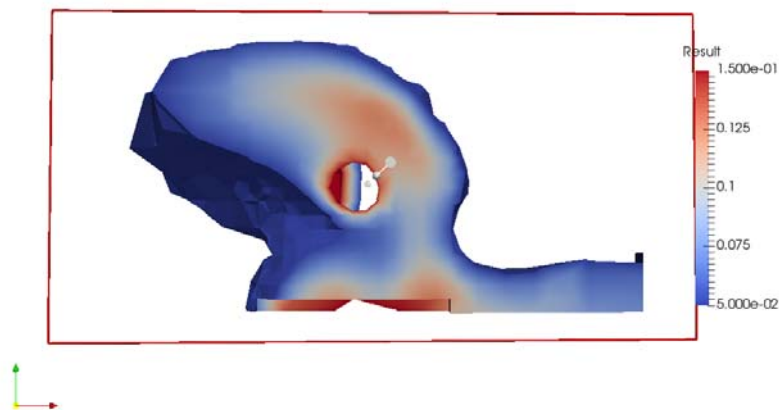


Ilustración 2.103: Corte fuga horizontal, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

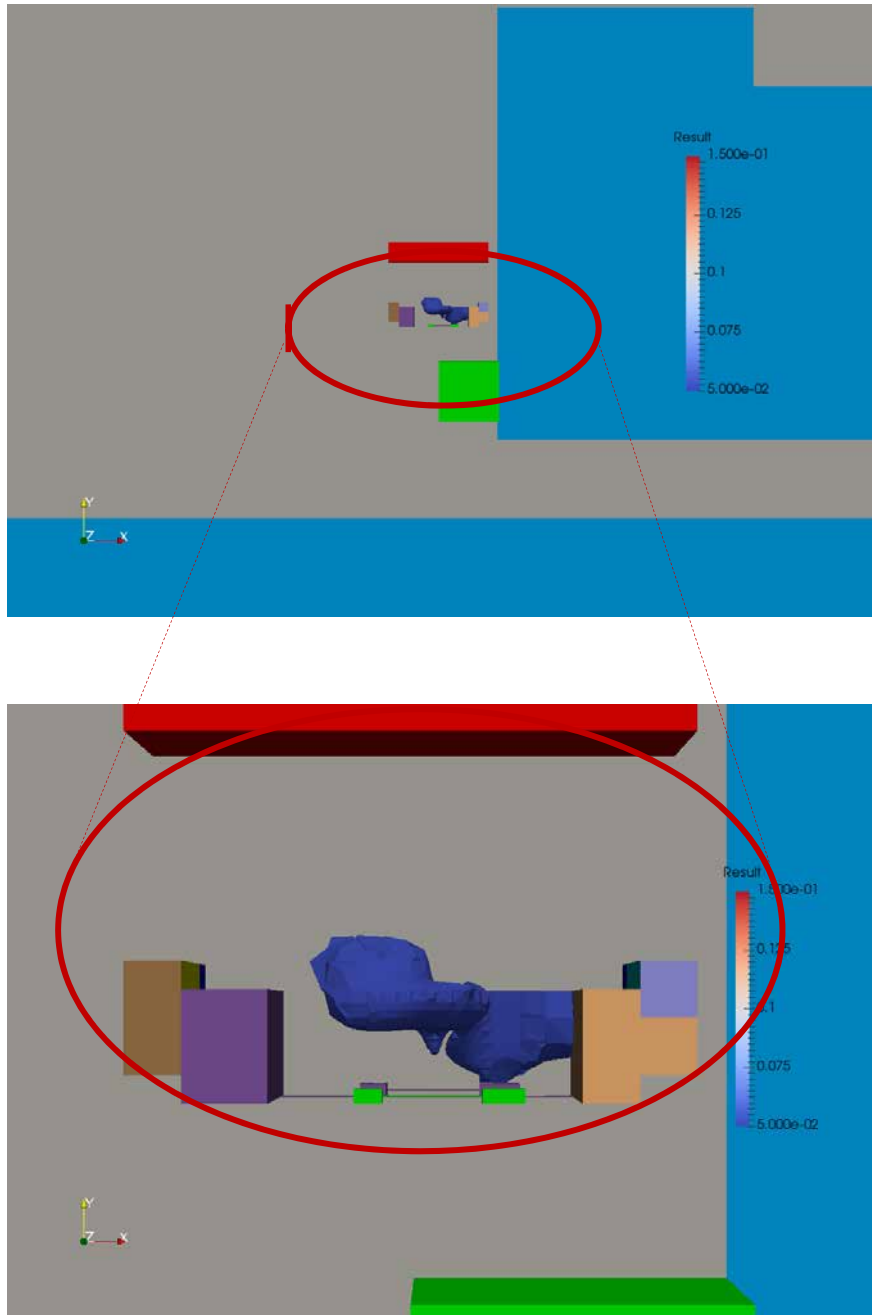


Ilustración 2.104: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga horizontal dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

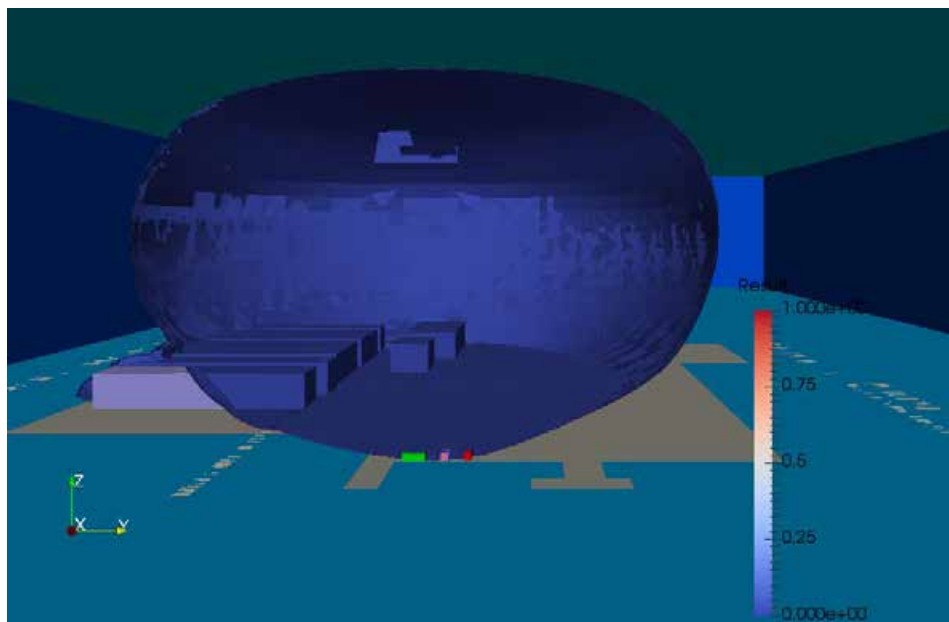


Ilustración 2.105: Alzado de fuga horizontal entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

2.2.5. Fuga vertical en la conducción carga del tanque con orificio de 40 mm.

Fuga vertical en la conducción carga del tanque con orificio de 40 mm y viento de S-SO.

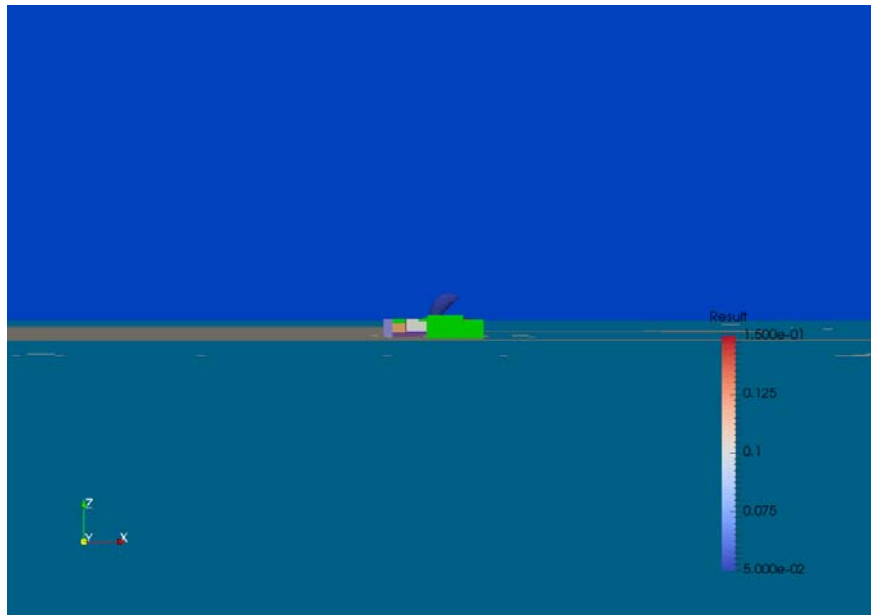


Ilustración 2.106: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO

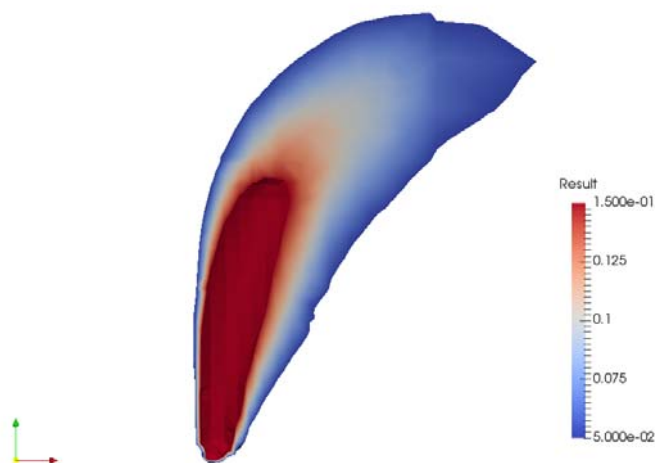


Ilustración 2.107: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

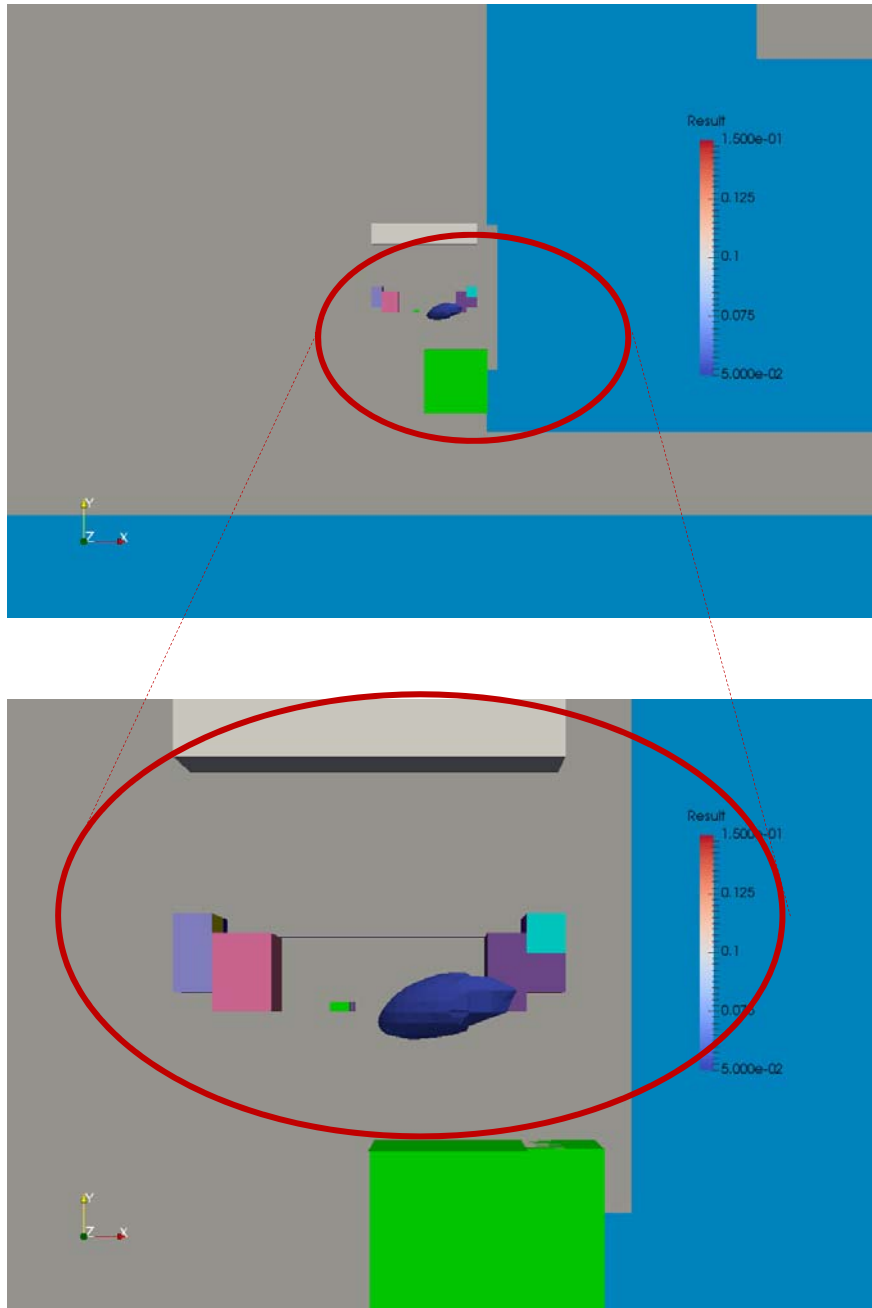


Ilustración 2.108: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

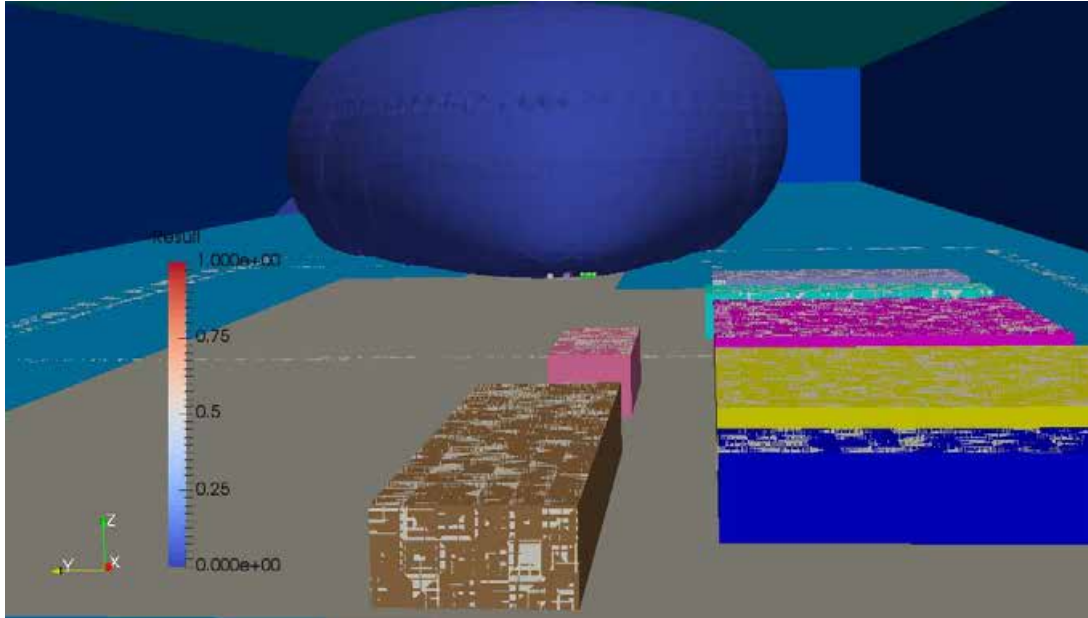


Ilustración 2.109: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de S-SO.

Fuga vertical en la conducción carga del tanque con orificio de 40 mm y viento de N-NE.

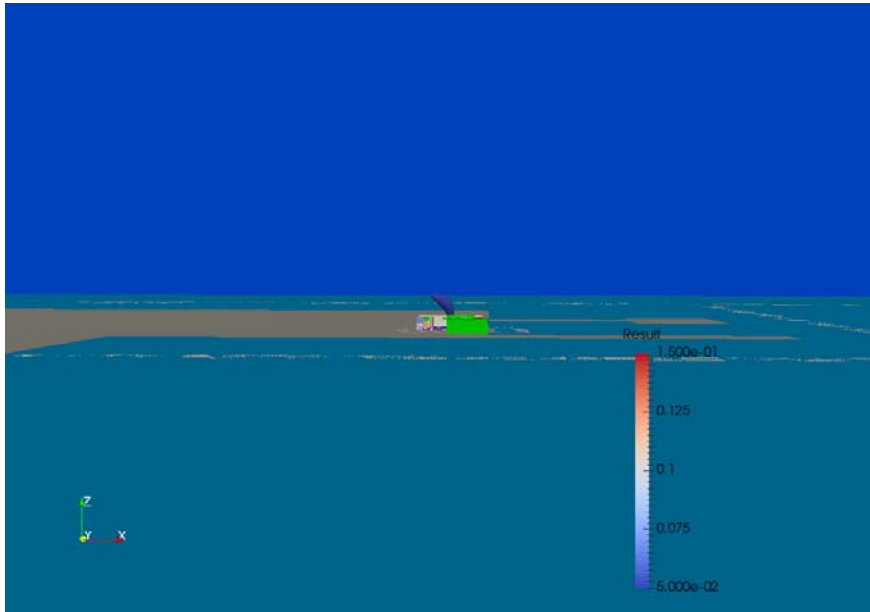


Ilustración 2.110: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

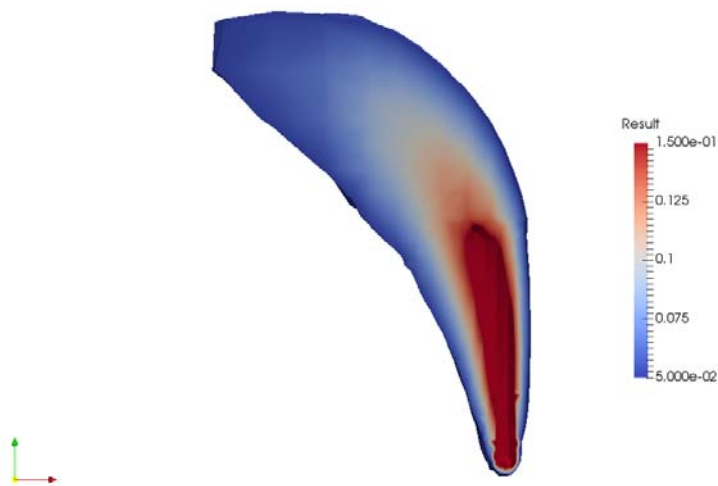


Ilustración 2.111: Corte fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

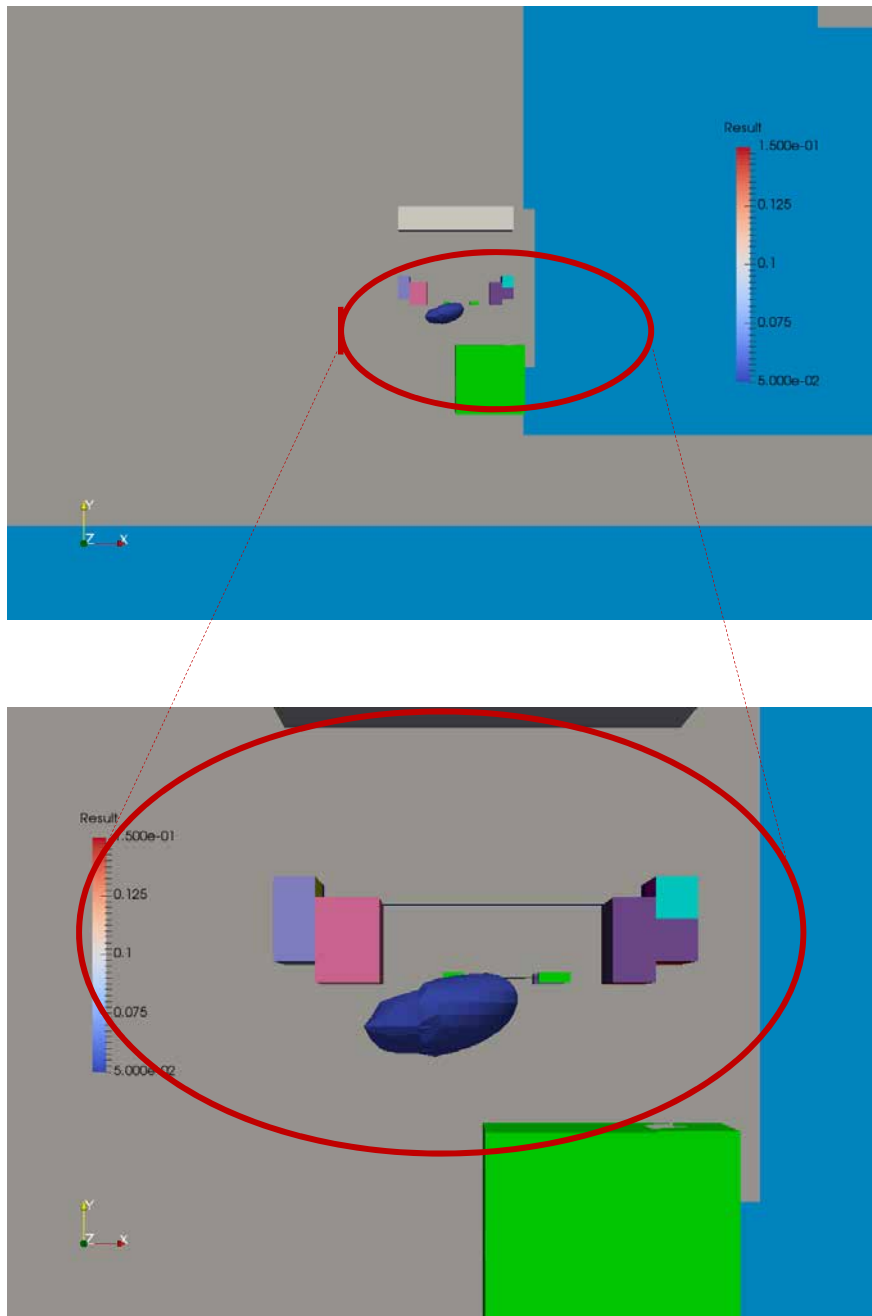


Ilustración 2.112: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, de fuga vertical dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

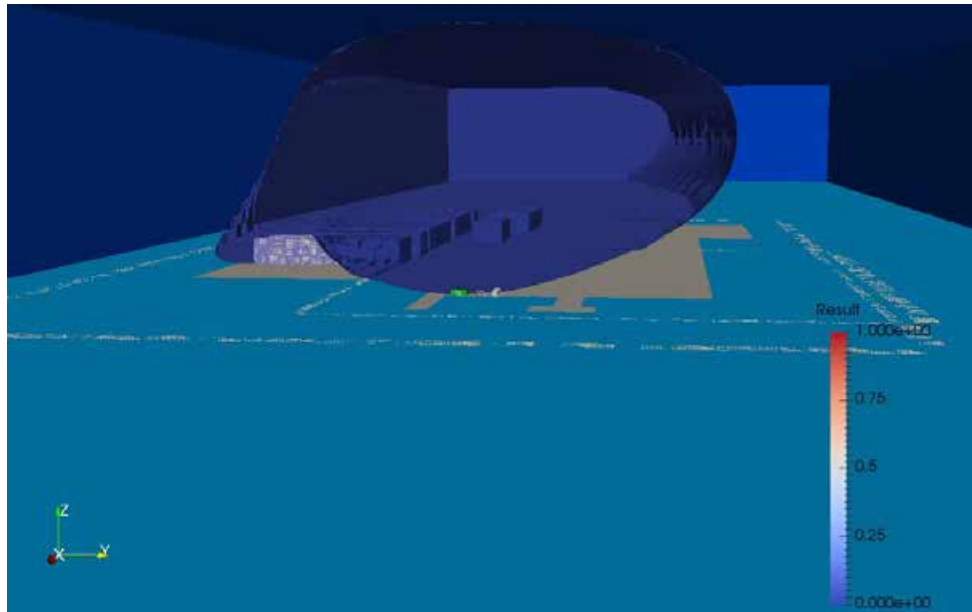


Ilustración 2.113: Alzado de fuga vertical entre los límites de la nube (0 – 1), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

2.2.6. Evaporación, tanque sin tapa.

Evaporación tanque sin tapa, con orificio tamaño del tanque, y viento de S-SO.

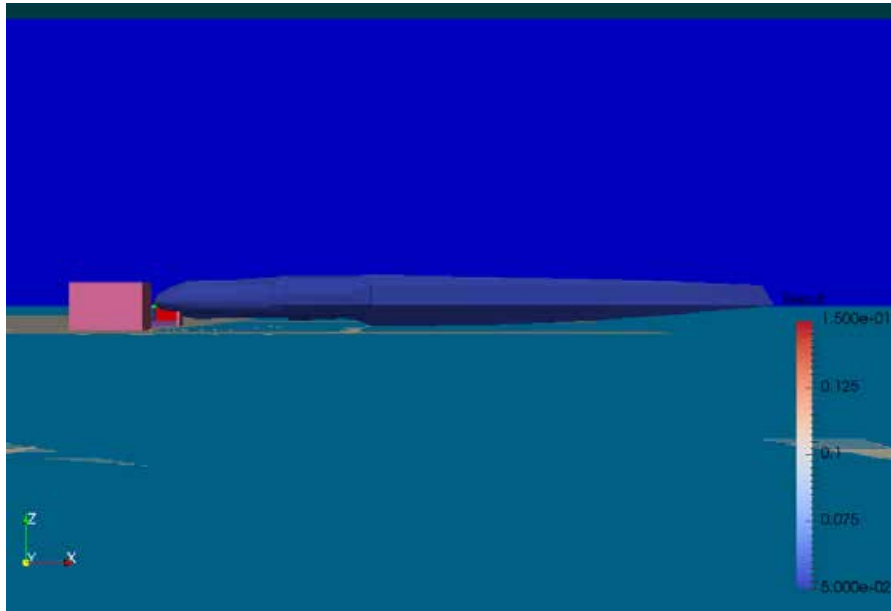


Ilustración 2.114: Alzado fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro tanque y viento de S-SO.

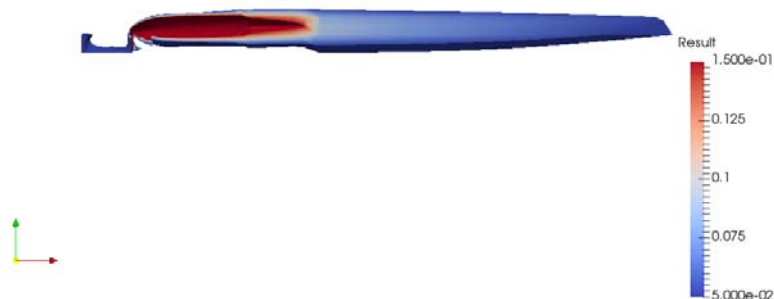


Ilustración 2.115: Corte fuga dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro tanque y viento de S-SO.

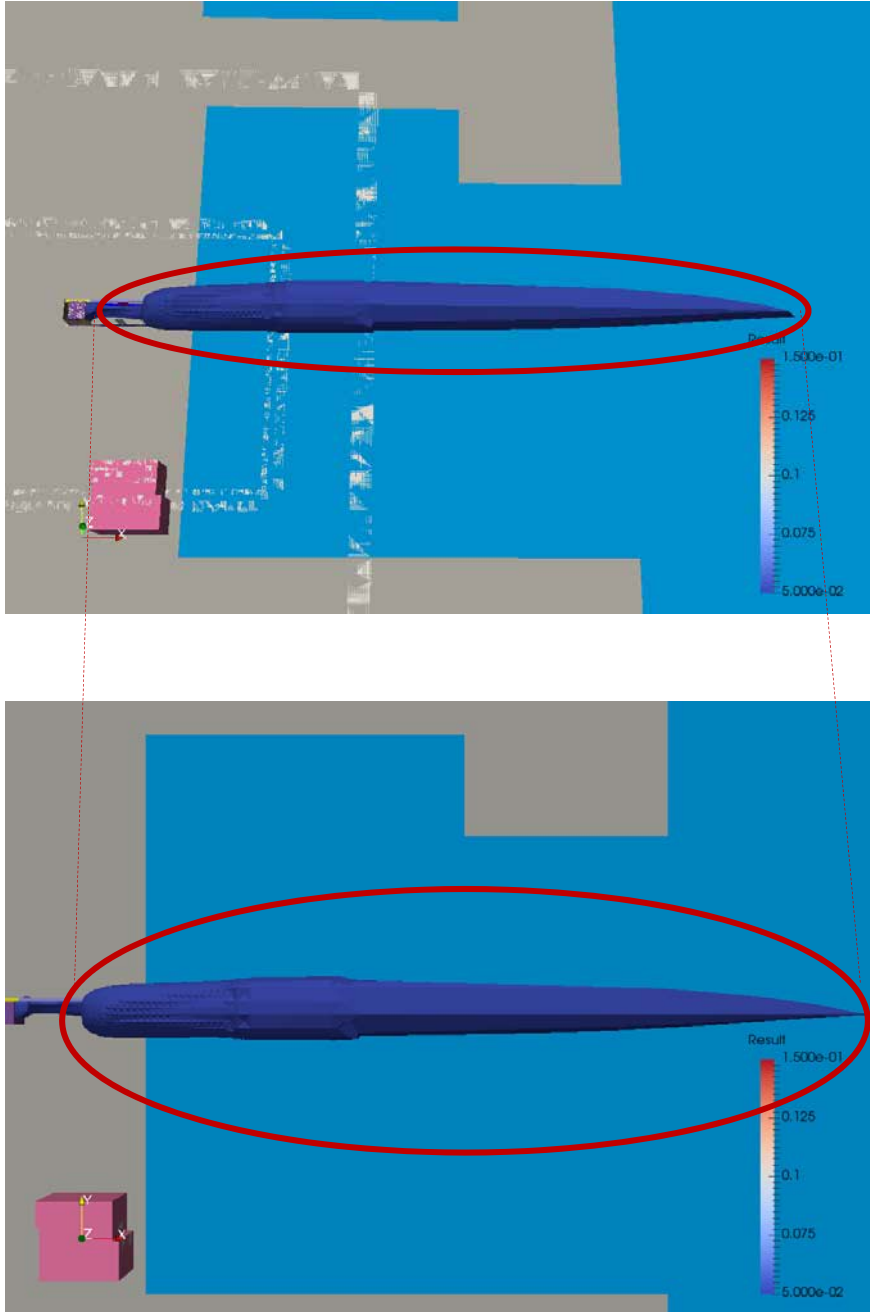


Ilustración 2.116: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro tanque y viento de S-SO.

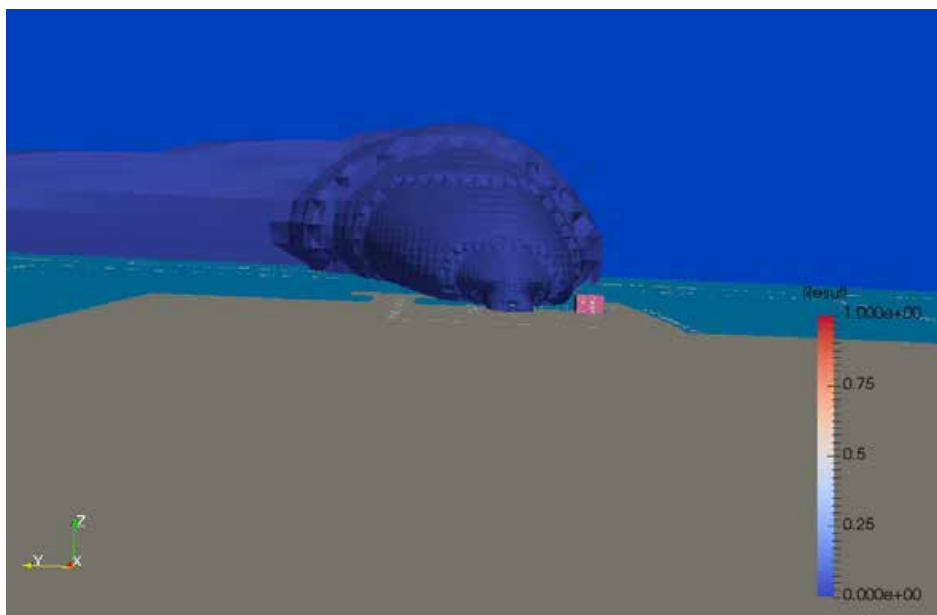


Ilustración 2.117: Alzado de fuga entre los límites de nube (0 – 1), diámetro tanque y viento de S-SO.

Evaporación tanque sin tapa, con orificio tamaño del tanque, y viento de N-NE.



Ilustración 2.118: Alzado fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro tanque y viento de N-NE.

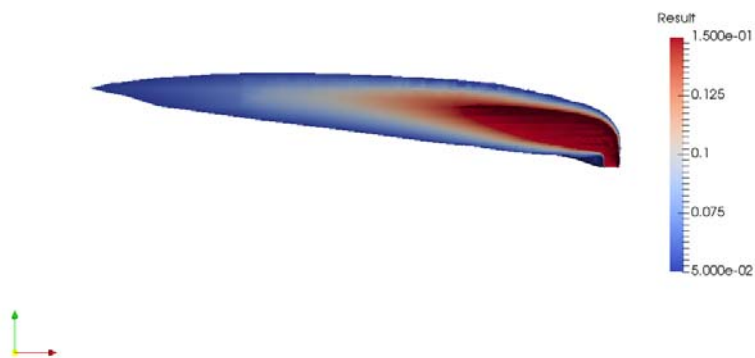


Ilustración 2.119: Corte fuga dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro tanque y viento de N-NE.

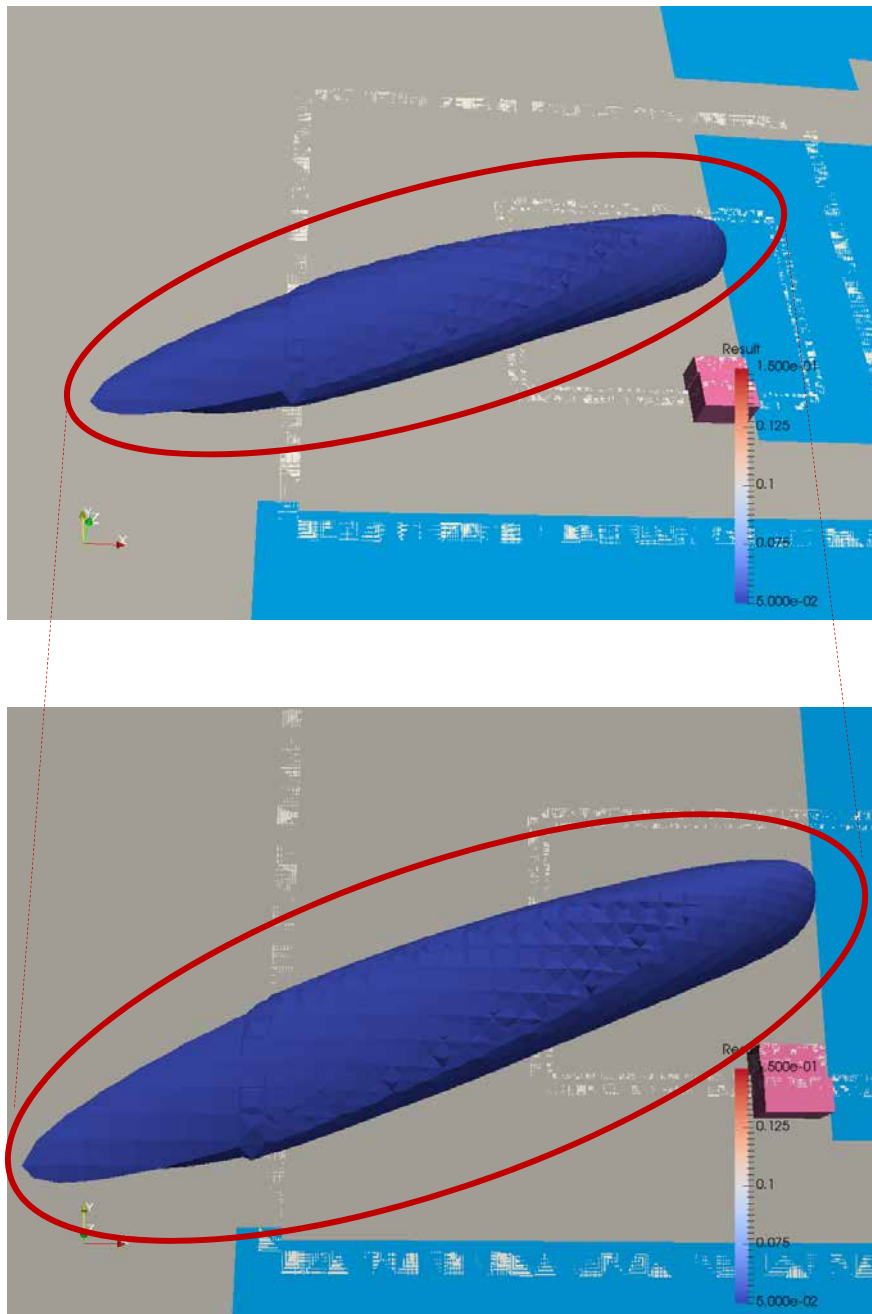


Ilustración 2.120: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro tanque y viento de N-NE.

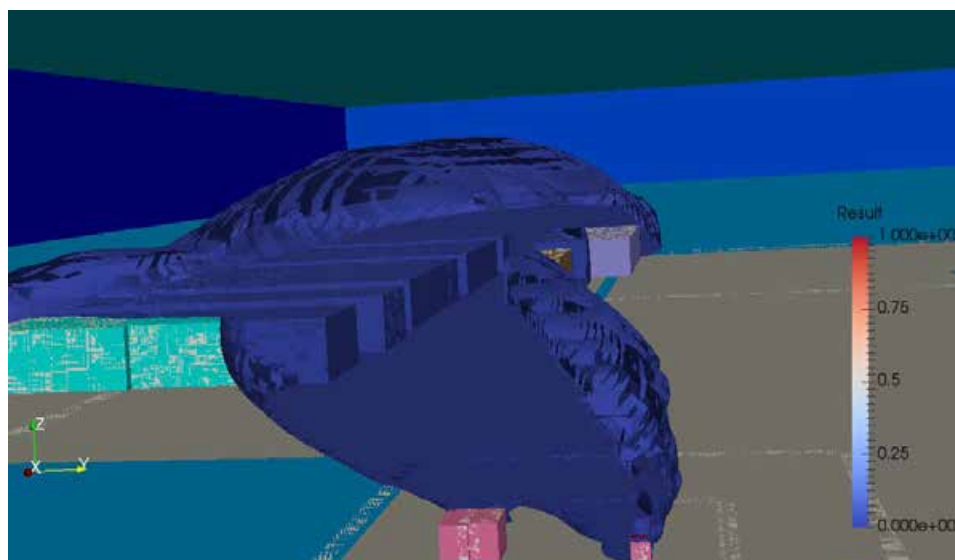


Ilustración 2.121: Alzado de fuga entre los límites de nube (0 – 1), diámetro tanque y viento de N-NE.

2.2.7. Evaporación, rotura del tanque

Evaporación rotura del tanque, con orificio tamaño del contenedor, y viento de S-SO.

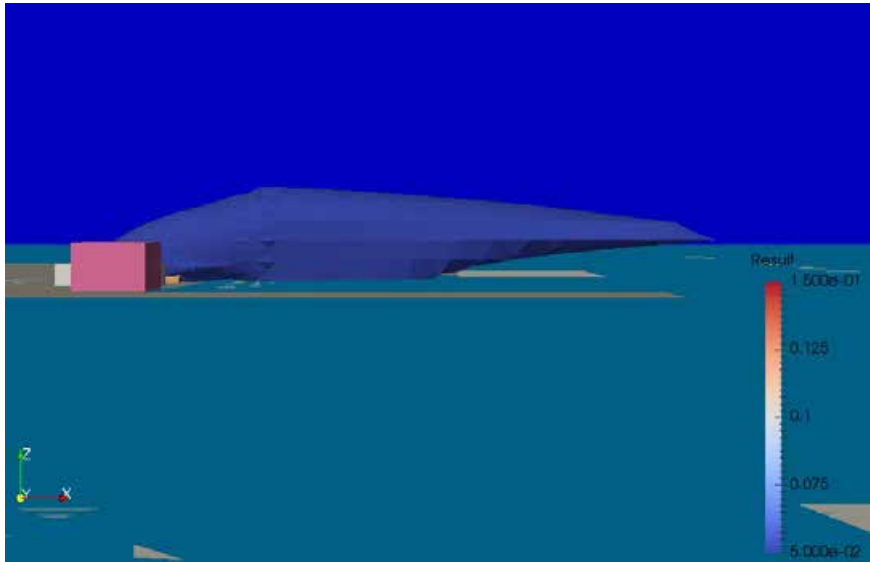


Ilustración 2.122: Alzado fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de S-SO.

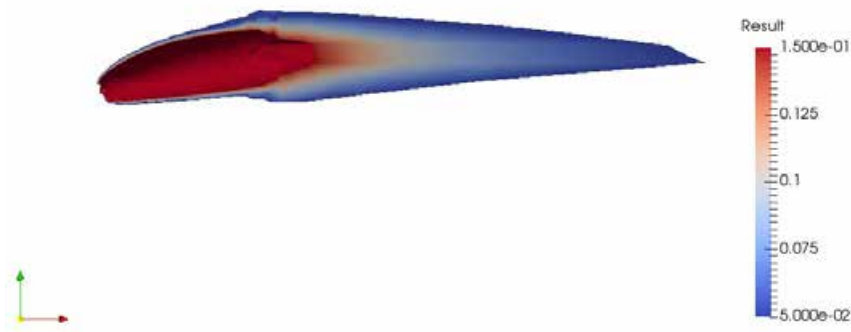


Ilustración 2.123: Corte fuga dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de S-SO.

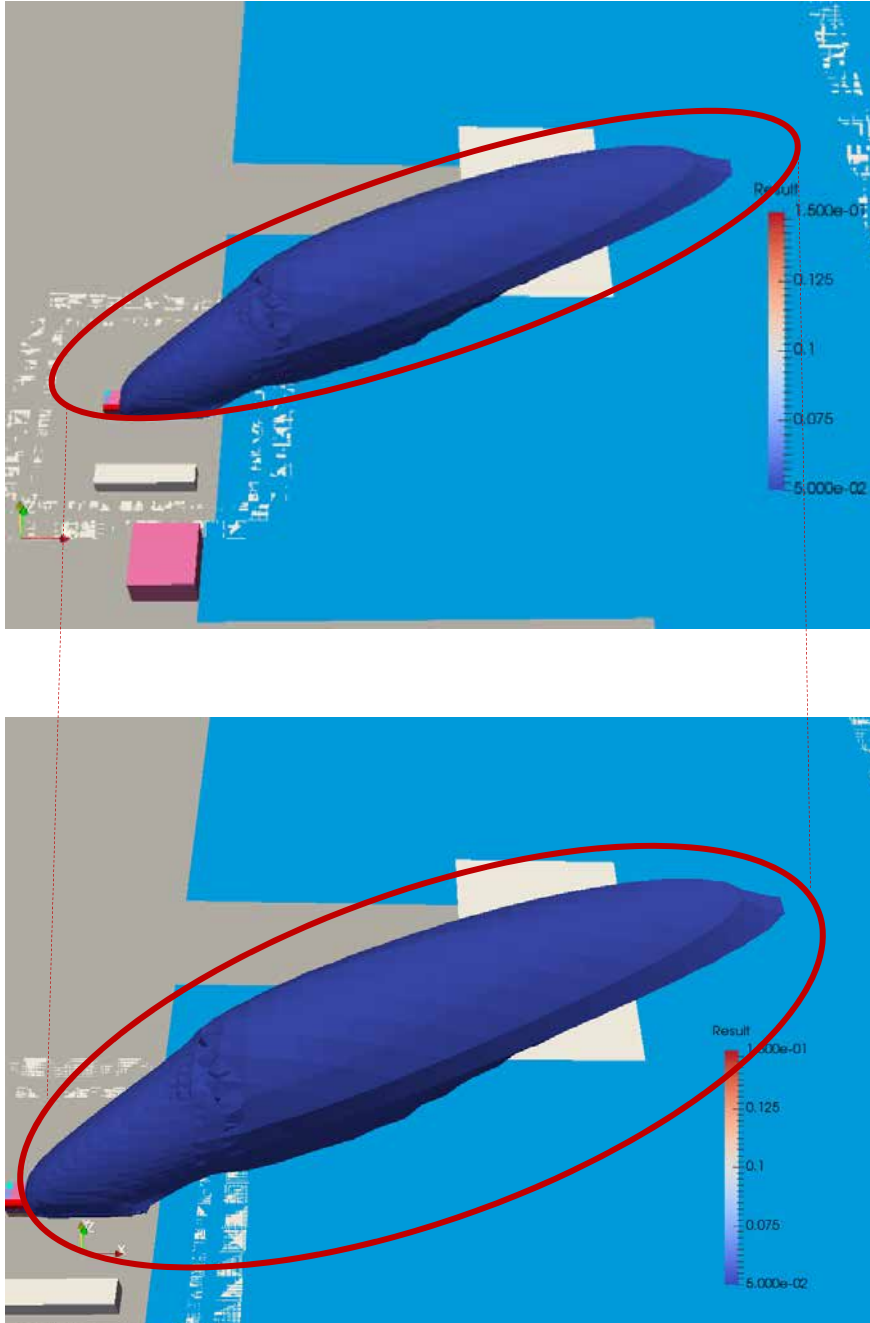


Ilustración 2.124: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de S-SO.

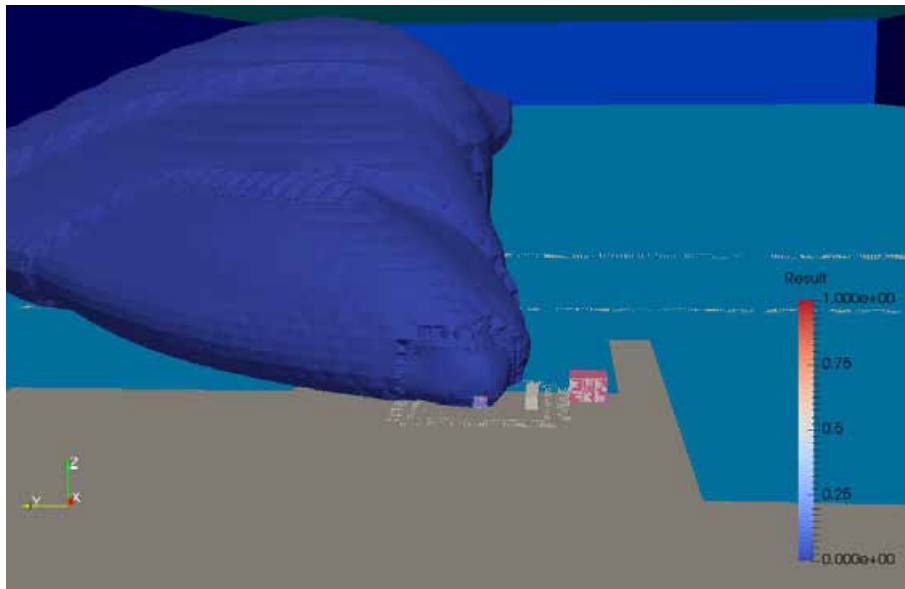


Ilustración 2.125: Alzado de fuga entre los límites de nube (0 – 1), diámetro contenedor y viento de S-SO.

Evaporación rotura del tanque, con orificio tamaño del contenedor, y viento de N-NE.

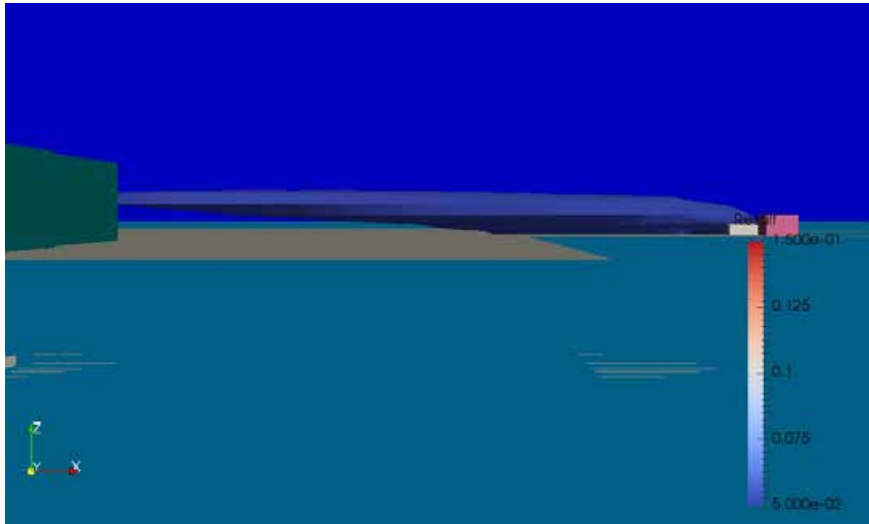


Ilustración 2.126: Alzado fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de N-NE.

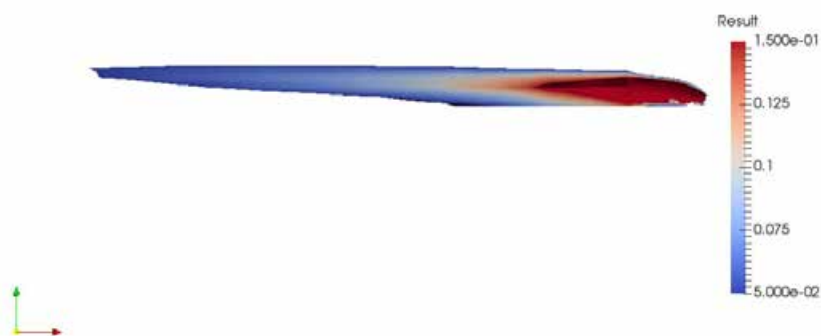


Ilustración 2.127: Corte fuga dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de N-NE.

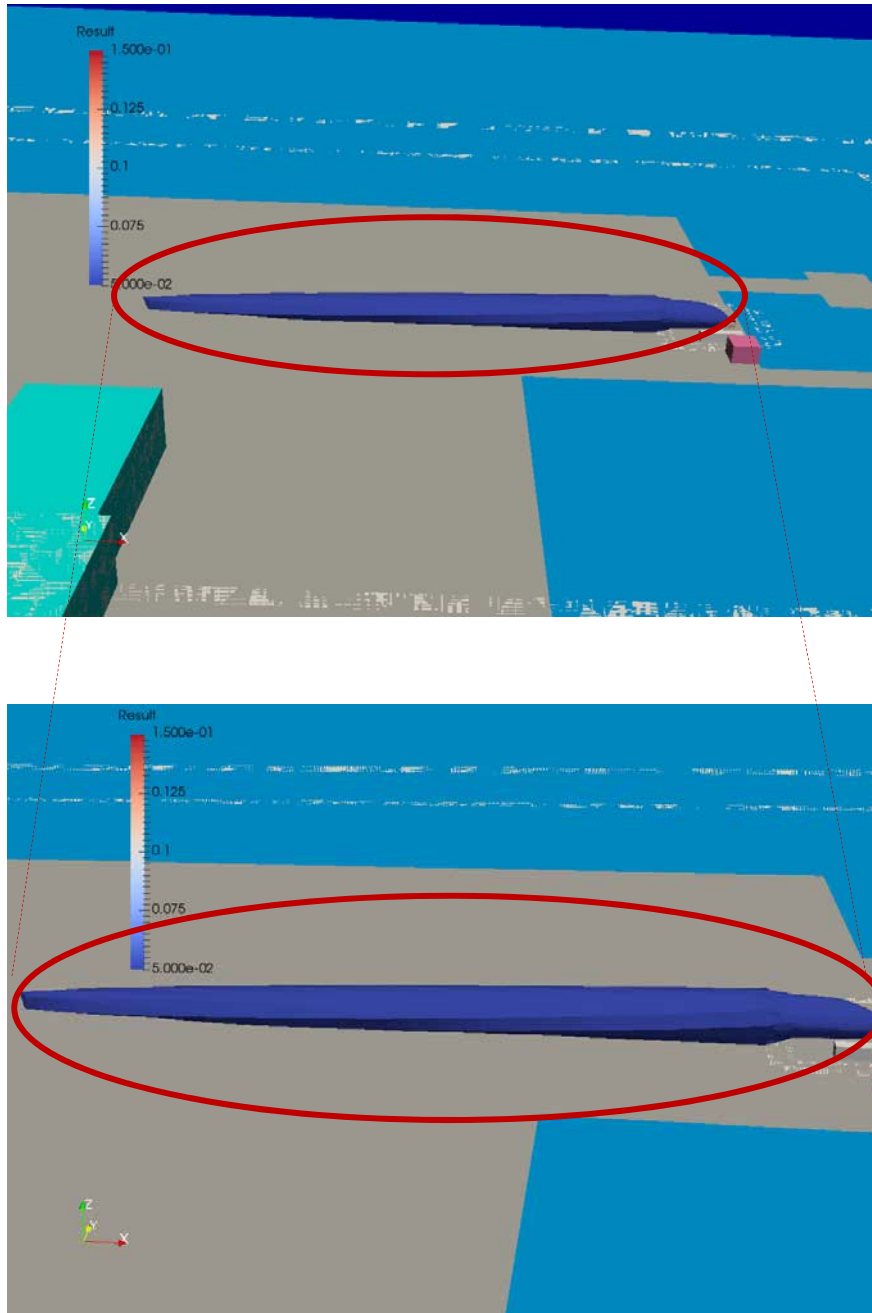


Ilustración 2.128: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de N-NE.

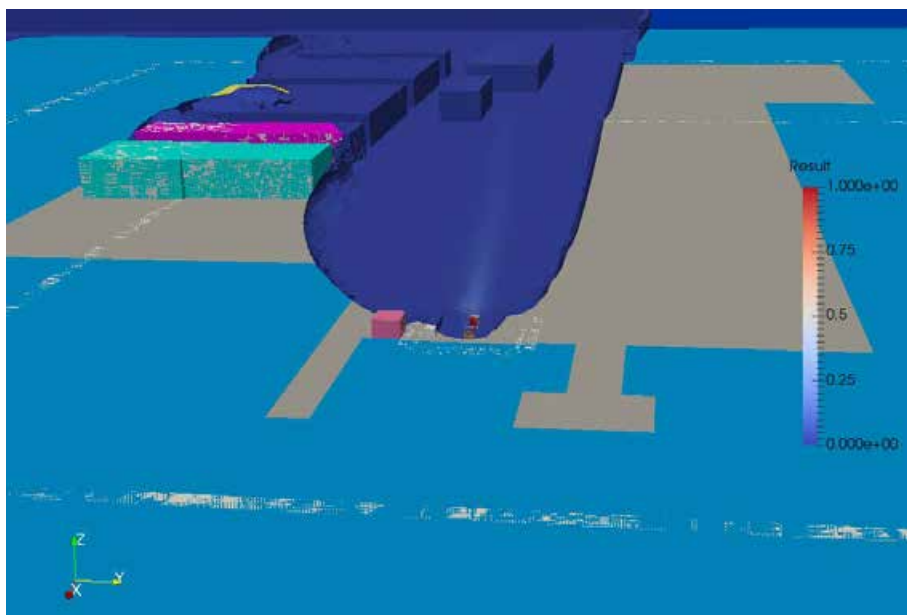


Ilustración 2.129: Alzado de fuga entre los límites de nube (0 – 1), diámetro contenedor y viento de N-NE.

2.3. Escenario para viento más perjudicial.

2.3.1. Evaporación, rotura del tanque.

Evaporación rotura del tanque, con orificio tamaño del contenedor, y viento de N-NO.

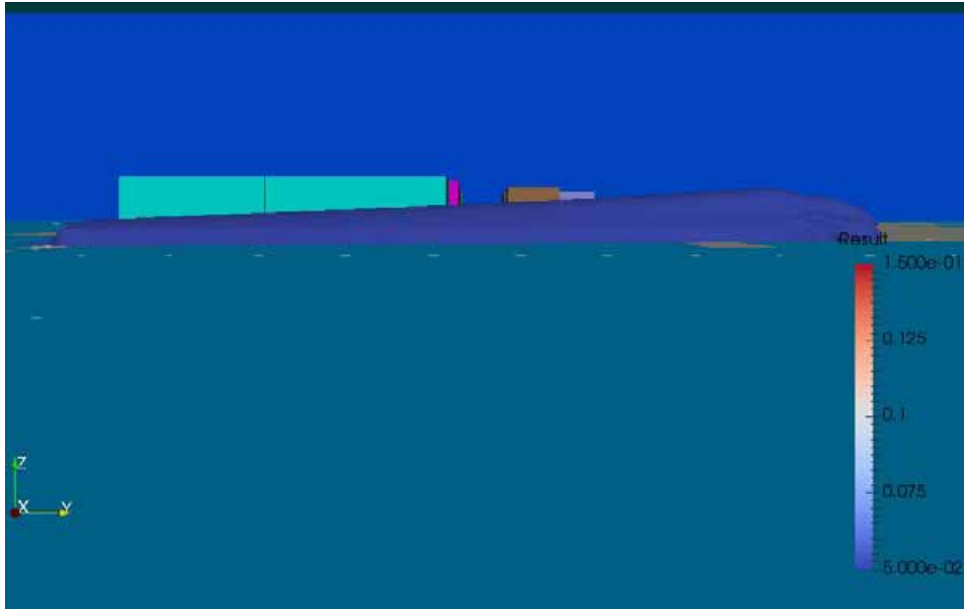


Ilustración 2.130: Alzado fuga, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de N-NO.

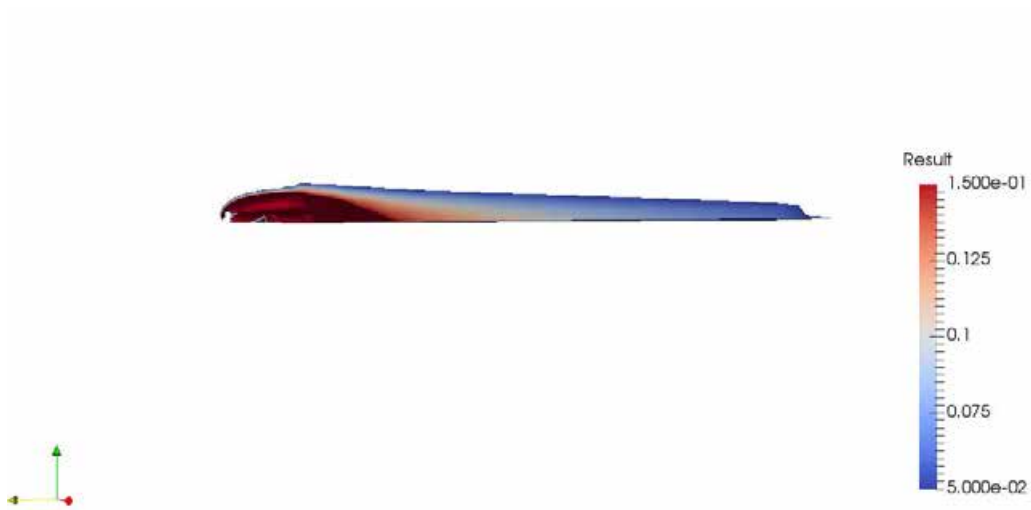


Ilustración 2.131: Corte fuga dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de N-NO.

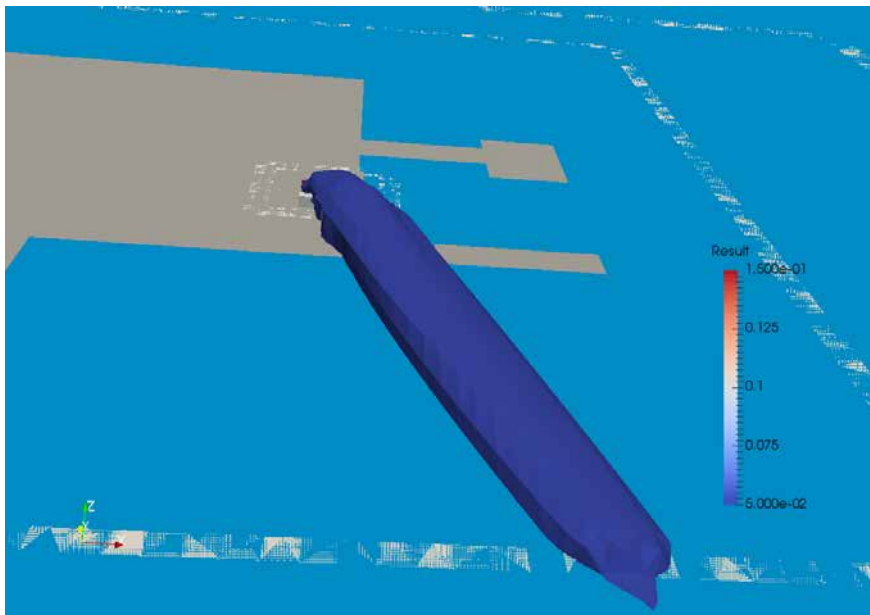
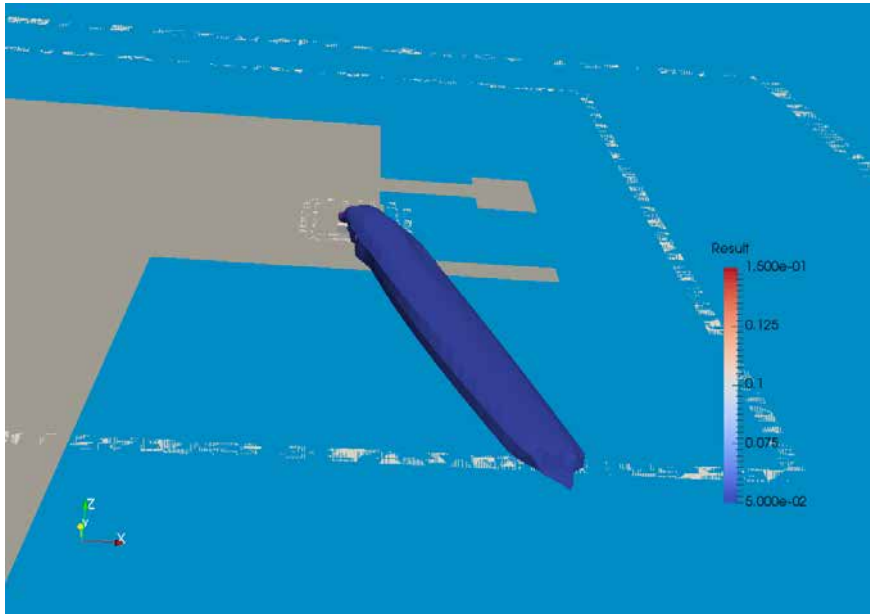


Ilustración 2.132: De arriba abajo, planta y zoom, respectivamente, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 – 0.15), diámetro contenedor y viento de N-NO.

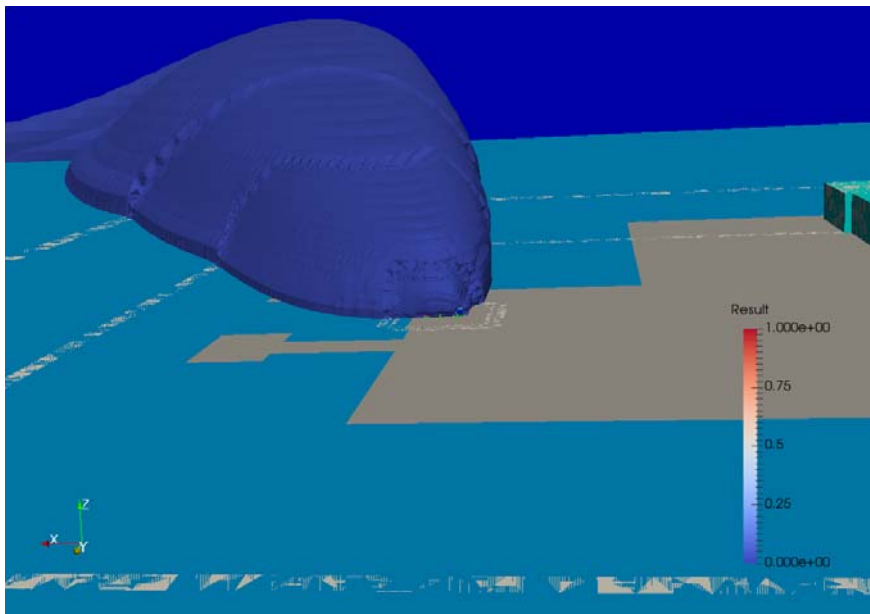




Ilustración 2.133: Alzado de fuga entre los límites de nube (0 – 1), diámetro contenedor y viento de N-NO.

ANEXO 3. FICHA DE SEGURIDAD GAS NATURAL

Fichas Internacionales de Seguridad Química

METANO

ICSC: 0291

 <p style="text-align: center;">METANO CH₄ Masa molecular: 16.0</p>					
<p>Nº CAS 74-82-8 Nº RTECS PA1490000 Nº ICSC 0291 Nº NU 1971;1972 Nº CE 601-001-00-4</p>					
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS		
INCENDIO	Extremadamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo. En otros casos apagar con agua pulverizada, polvo o dióxido de carbono.		
EXPLOSION	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones.	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.		
EXPOSICION					
• INHALACION	Pérdida del conocimiento.	Ventilación. A altas concentraciones protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.		
• PIEL	Congelación grave.	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACION: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.		
• OJOS					
• INGESTION					
DERRAMAS Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO		
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).		A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco. Ventilación a ras del suelo y techo.	símbolo F+ R: 12 S: (2)-9-16-33 Clasificación de Peligros NU: 2.1		
					
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE					
ICSC: 0291		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994			

METANO

ICSC: 0291

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Gas licuado comprimido incoloro e inodoro.</p> <p>PELIGROS FISICOS El gas es más ligero que el aire.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: asfixiante simple (ACGIH 1992-1993).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p>RIESGO DE INHALACION Al producirse pérdidas en zonas confinadas este gas puede originar asfixia por disminución del contenido de oxígeno del aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION El contacto con el líquido o gas comprimido, puede causar congelación.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</p>
	<p>PROPIEDADES FISICAS</p> <p>Punto de ebullición: -161°C Punto de fusión: -183°C Solubilidad en agua, ml/100 ml a 20°C: 3.3 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.6</p>	<p>Punto de inflamación: gas inflamable Temperatura de autoignición: 537°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 5-15</p>
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
<p>Densidad del líquido en el punto de ebullición: 0.42 kg/l. La sustancia puede desplazarse hasta la fuente de ignición, retrocediendo e incendiándose. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Una vez utilizado para la soldadura, cerrar la válvula; verificar regularmente el estado de la tubería, etc., y comprobar si existen escapes utilizando agua y jabón. Las medidas mencionadas en la Sección PREVENCIÓN son aplicables a la producción, llenado de botellas y almacenamiento del gas.</p> <p style="text-align: right;">Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-622, 20G04 Código NFPA: H 1; F 4; R 0;</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
FISQ: 3-137 METANO		
ICSC: 0291	METANO	
© CCE, IPCS, 1994		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>	

© INSHT

ANEXO 4. CÁLCULO DE CONSECUENCIAS

ÍNDICE

ANEXO 4. CÁLCULO DE CONSECUENCIAS.....	1
1. Consecuencias derivadas de la radiación térmica.....	2
1.1. Cálculo de radiación térmica	2
1.2. Efectos sobre las personas.....	10
1.3. Perdidas de hidrocarburos.....	13
2. Consecuencias derivadas de la sobrepresión.....	20
2.1. Cálculo de sobrepresión	20
2.2. Efectos sobre las personas.....	24

1. Consecuencias derivadas de la radiación térmica

Para los escenarios contemplados en la sección 6.4.1 del documento principal, se ha hecho una representación gráfica de la radiación térmica ocasionada en cada uno de ellos en función de la distancia. Se muestran a continuación dichas gráficas en el apartado *1.1. Cálculo de radiación térmica*

Para el cálculo de los índices de radiación se ha utilizado la metodología propopuesta por el “Libro amarillo” (*Methods for the calculation of Physical Effects Due to releases of hazardous materials (liquids and gases)*) que proporciona las herramientas necesarias para estos cálculos.

Las consecuencias para el ser humano se han calculado utilizando el análisis *Probit* tal como se explica en el “Libro Verde” (*Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials*). Podemos ver los resultados en este mismo documento en el apartado *1.2. Efectos sobre las personas*

1.1. Cálculo de radiación térmica

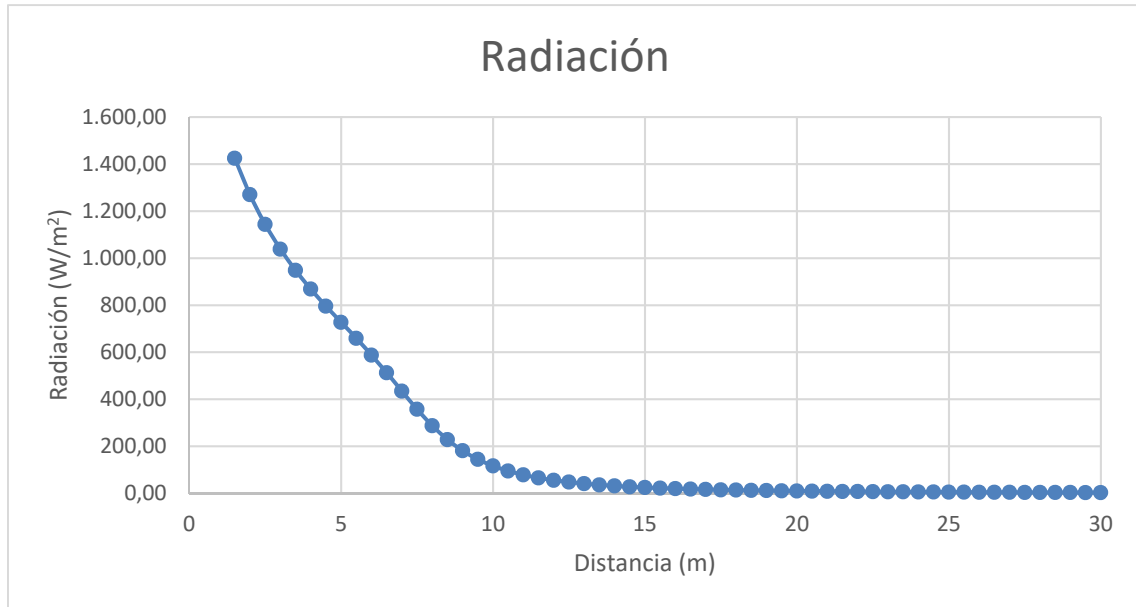


Ilustración 1.1: Radiación térmica (W/m²) frente a la distancia (m) causada por una fuga en la tubería a motor, 40 mm (vertical).

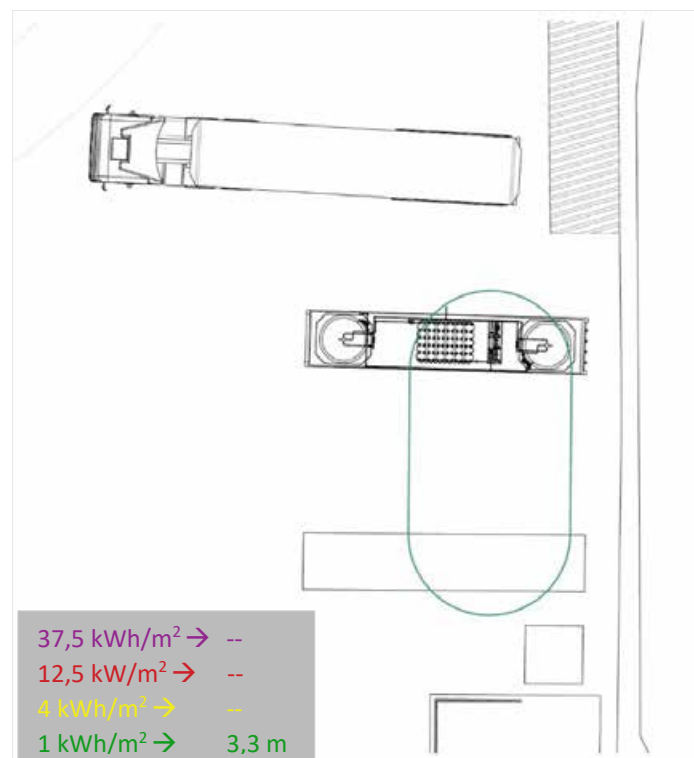


Ilustración 1.2: Áreas de radiación térmica (kWh/m²) frente a la distancia (m) causada por una fuga de 40 mm (en la tubería a motor, vertical)

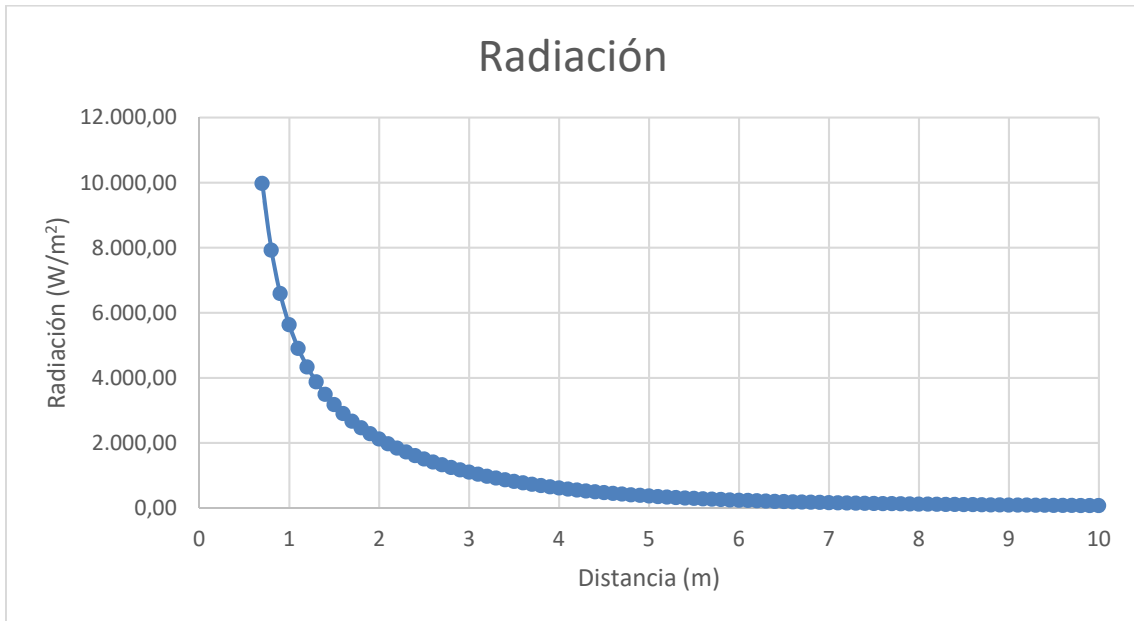


Ilustración 1.3: Radiación térmica (W/m²) frente a la distancia (m) (distancia medida desde el borde de llama causada por una fuga de 10 mm (en pared del tanque, horizontal).

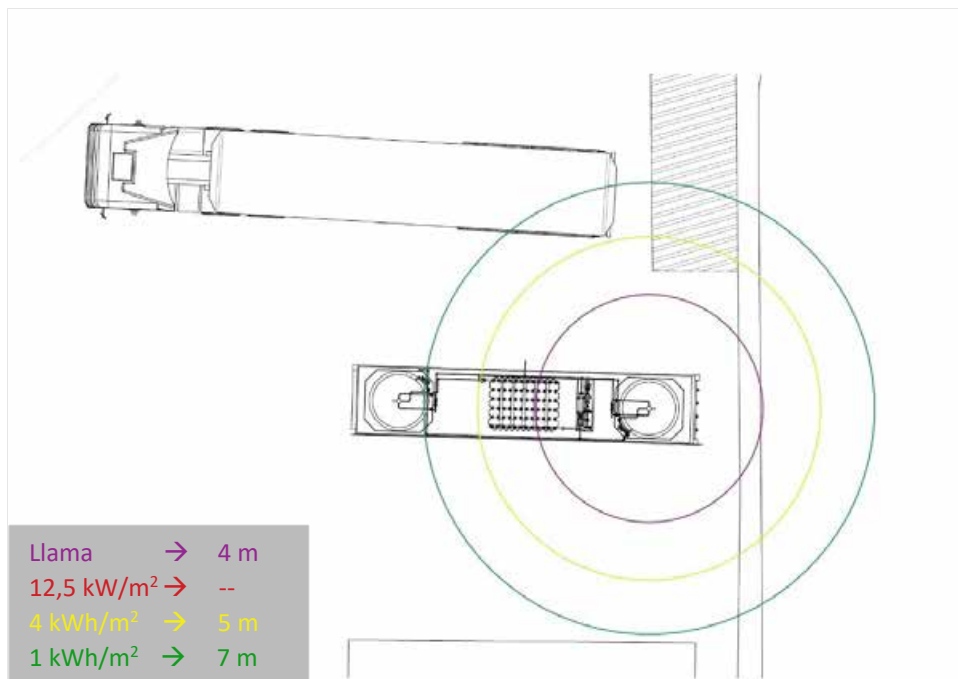


Ilustración 1.4: Áreas de radiación térmica (kW/m²) frente a la distancia (m) causada por una fuga de 10 mm (en pared del tanque, horizontal)

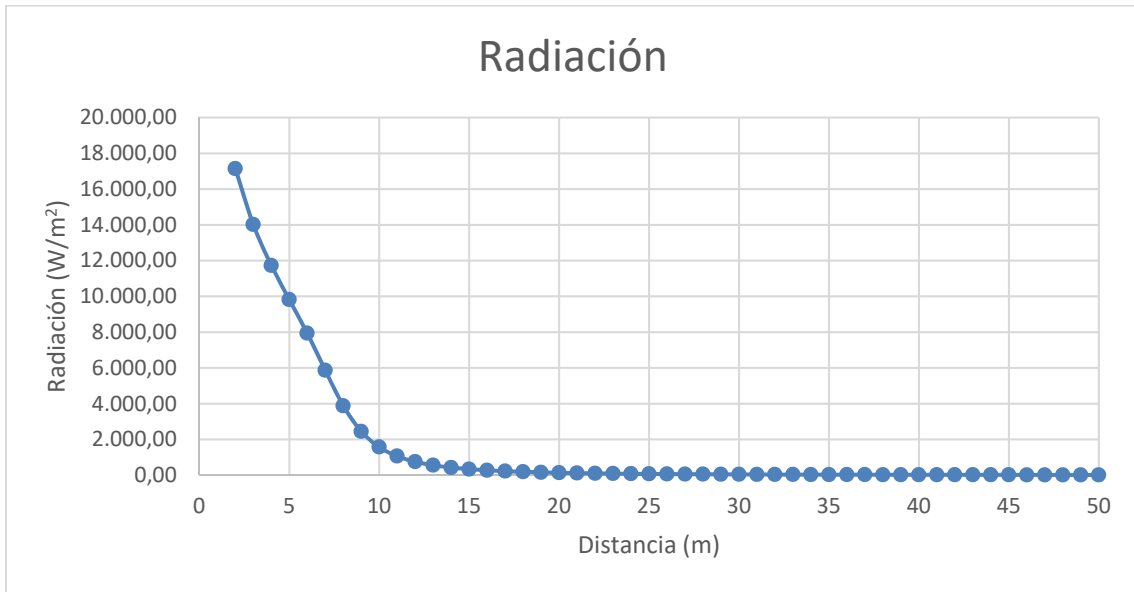


Ilustración 1.5: Radiación térmica (W/m²) frente a la distancia (m) causada por la apertura de la válvula de seguridad, fuga de 40 mm (vertical).

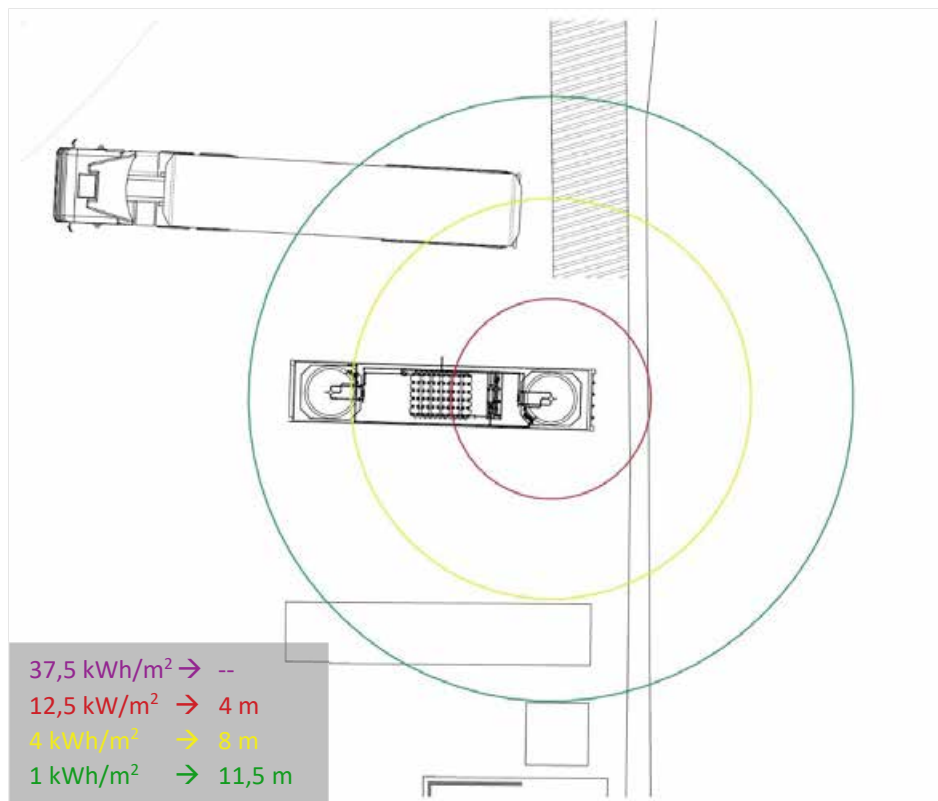


Ilustración 0.1.6: Áreas de radiación térmica (kW/m²) causada por la apertura de la válvula de seguridad, fuga de 40 mm (vertical).

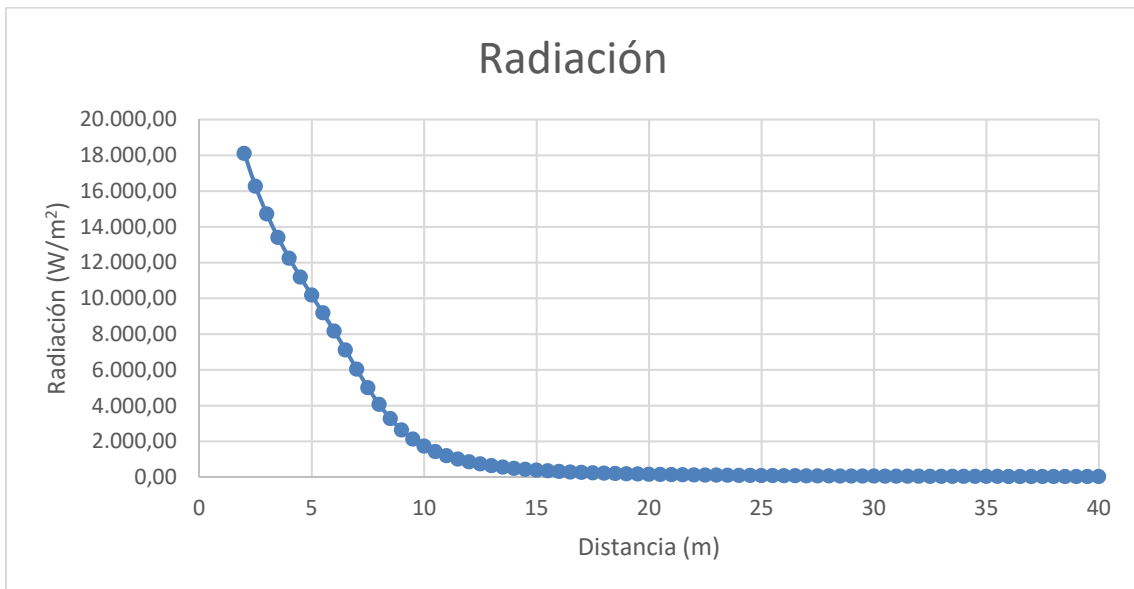


Ilustración 1.7: Radiación térmica (W/m^2) frente a la distancia (m) causada por una fuga en la tubería de carga, 40 mm (vertical).

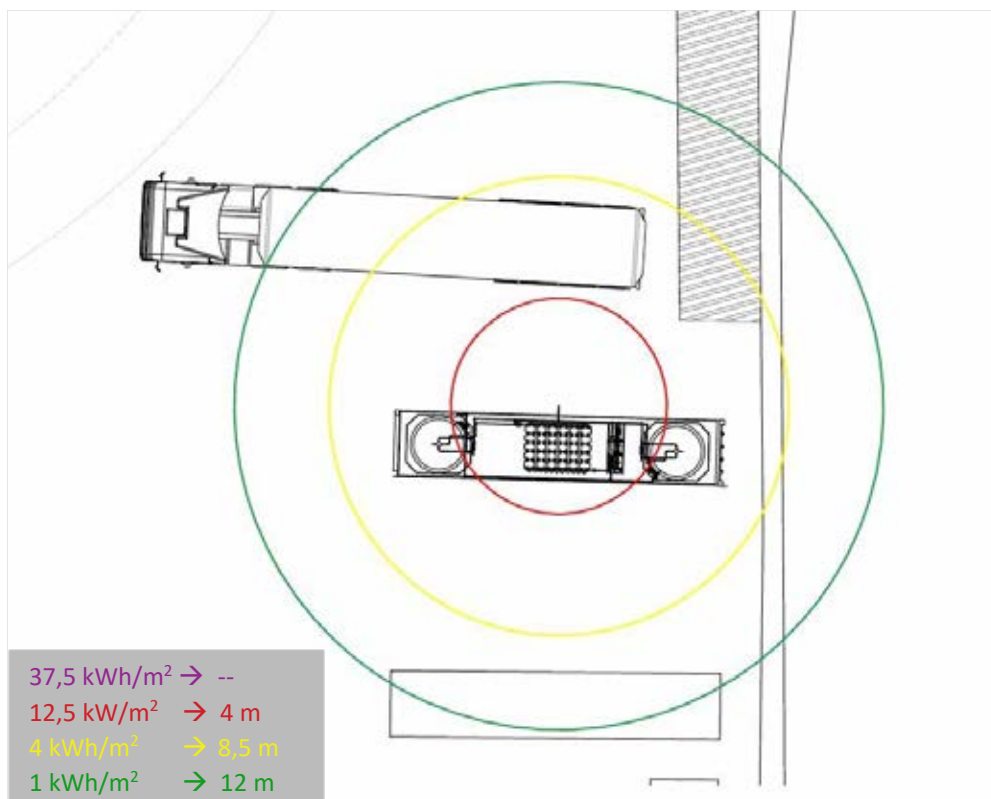


Ilustración 1.8: Áreas de radiación térmica (kWh/m^2) causada por una fuga en la tubería de carga, fuga de 40 mm (vertical).

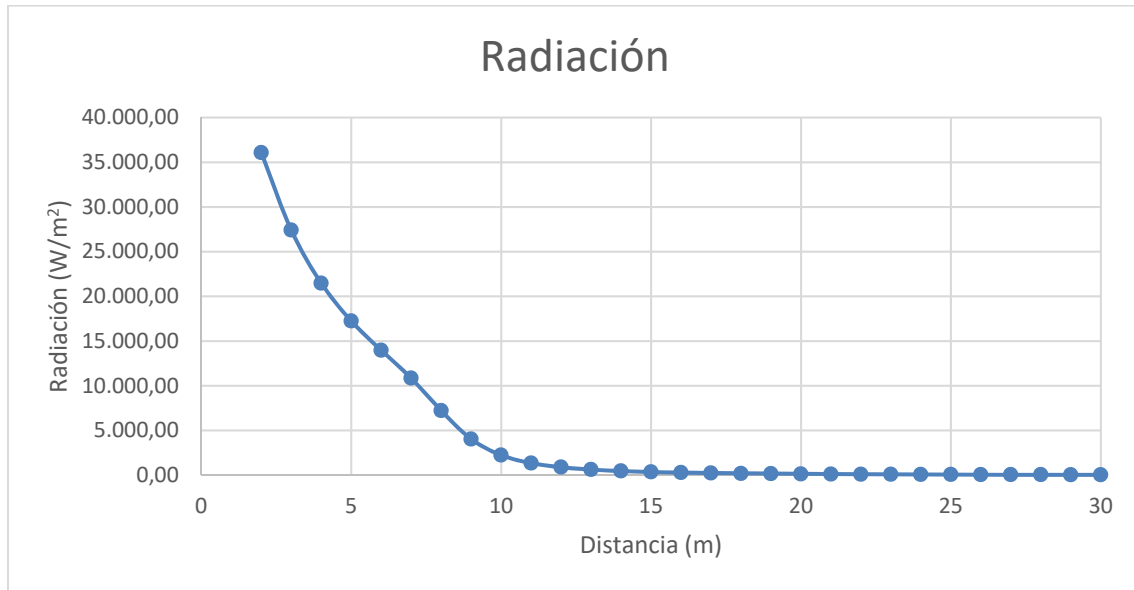


Ilustración 1.9: Radiación térmica (W/m²) frente a la distancia (m) (distancia medida desde el borde de llama) causada por una fuga en el la unidad regasificadora, 40 mm (horizontal).

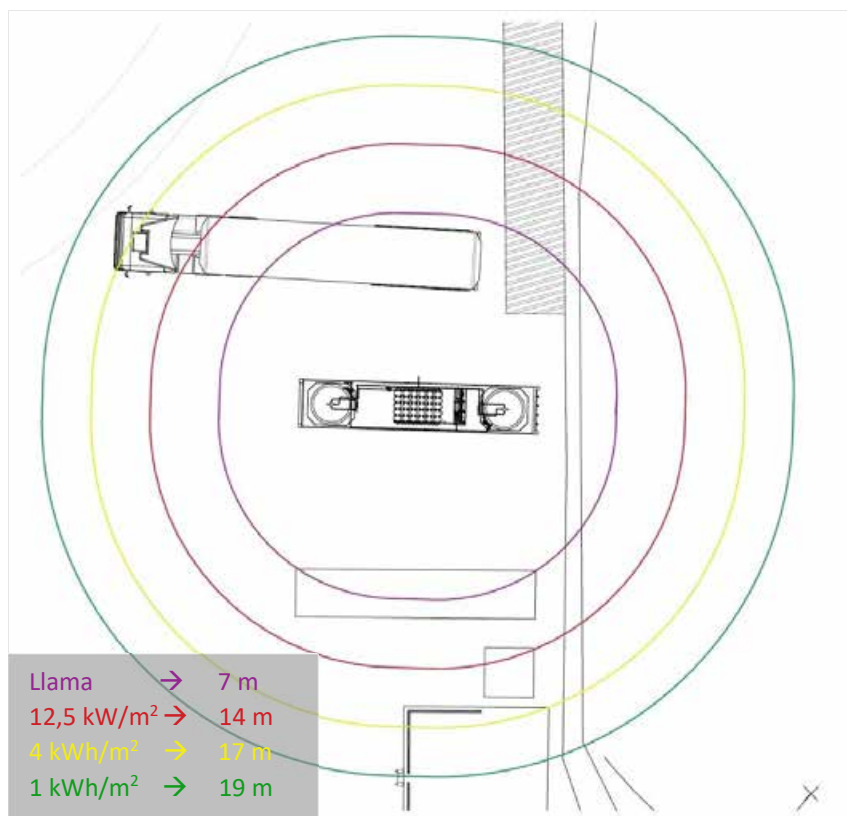


Ilustración 1.10: Áreas de radiación térmica (kW/m²) causada por una fuga en la unidad de regasificación, fuga de 40 mm (horizontal).

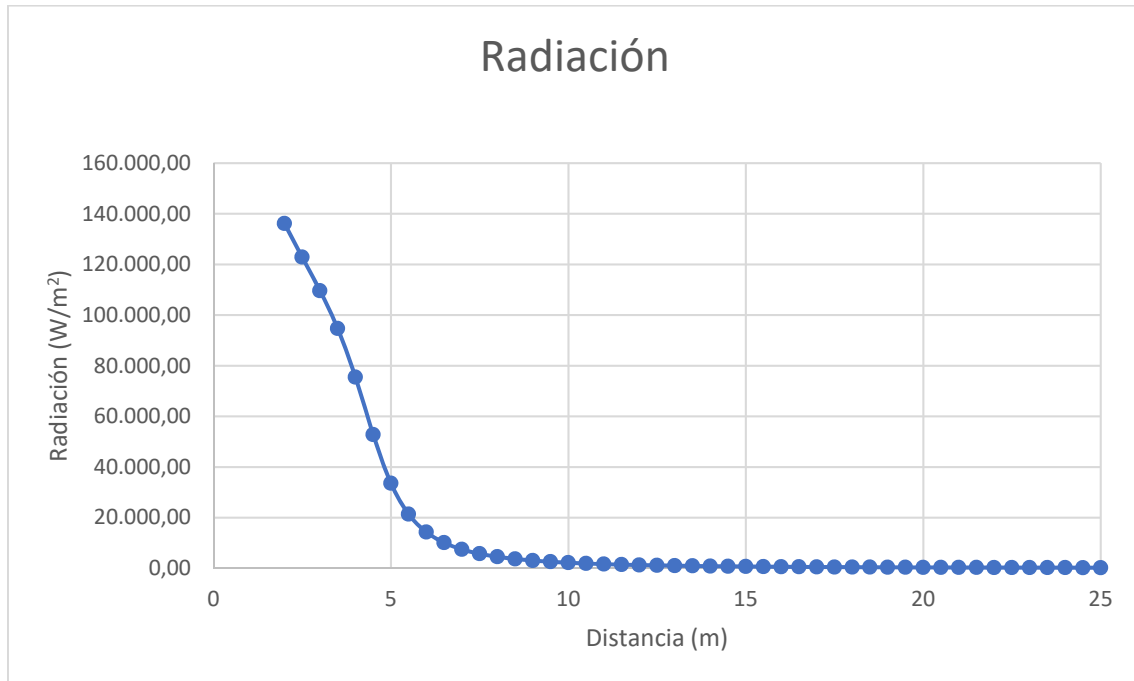


Ilustración 1.11: Radiación térmica (W/m²) frente a la distancia (m) causada por una piscina de fuego (tamaño tanque).

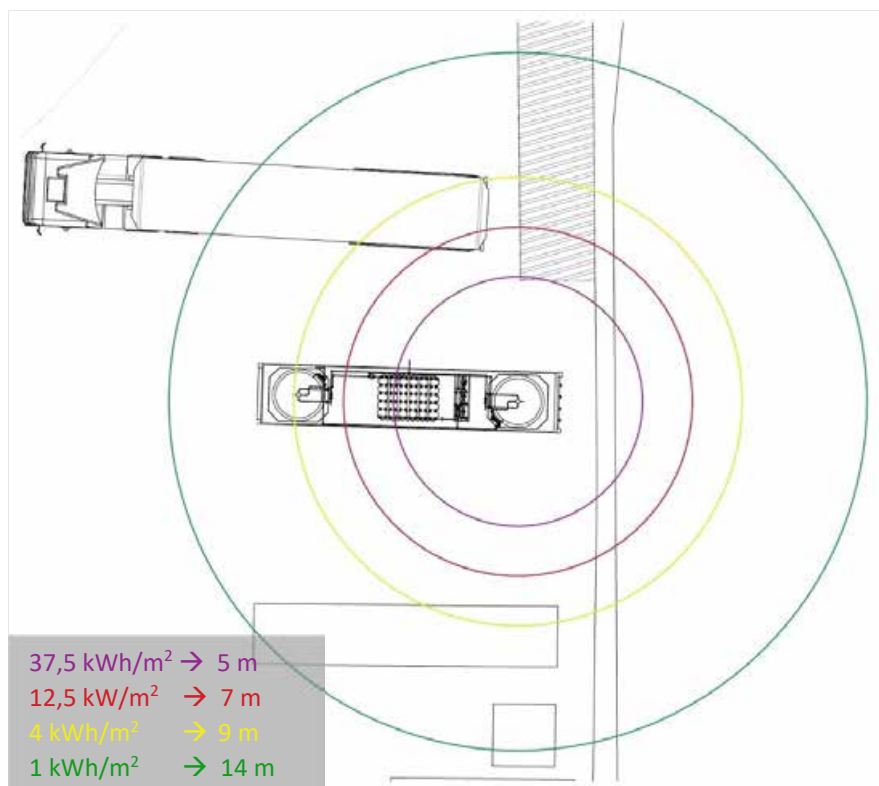


Ilustración 1.12: Áreas de radiación térmica (kW/m²) causada por un charco de fuego del tamaño de tanque.

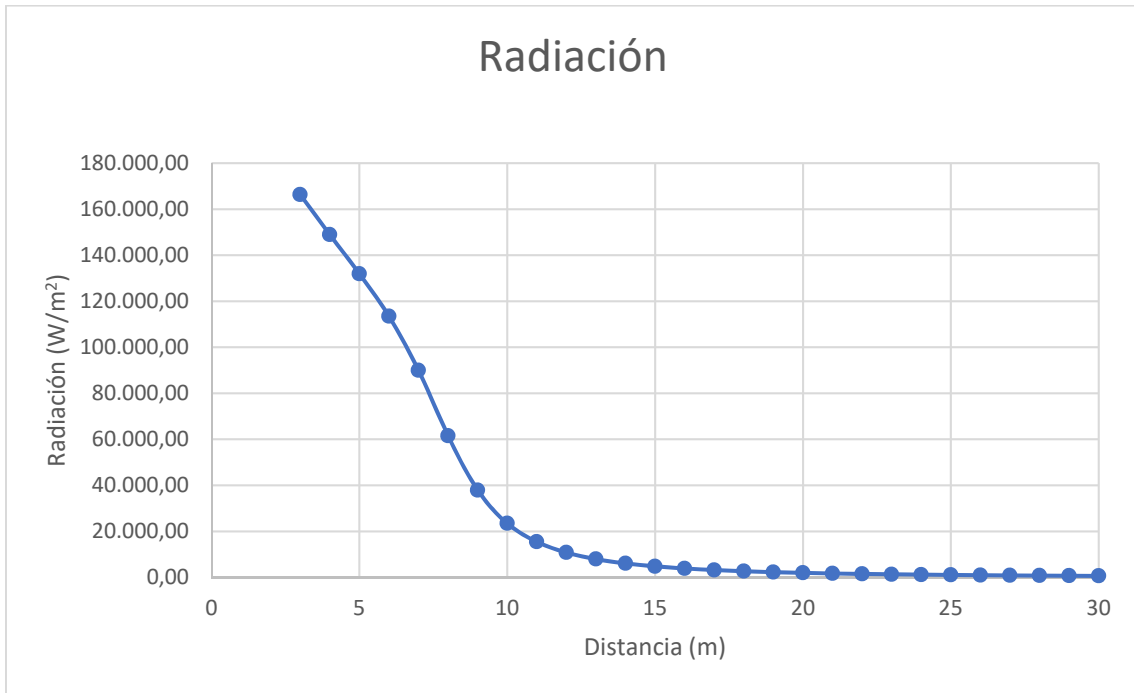


Ilustración 1.13: Radiación térmica (W/m²) frente a la distancia (m) causada por una piscina de fuego (tamaño contenedor).

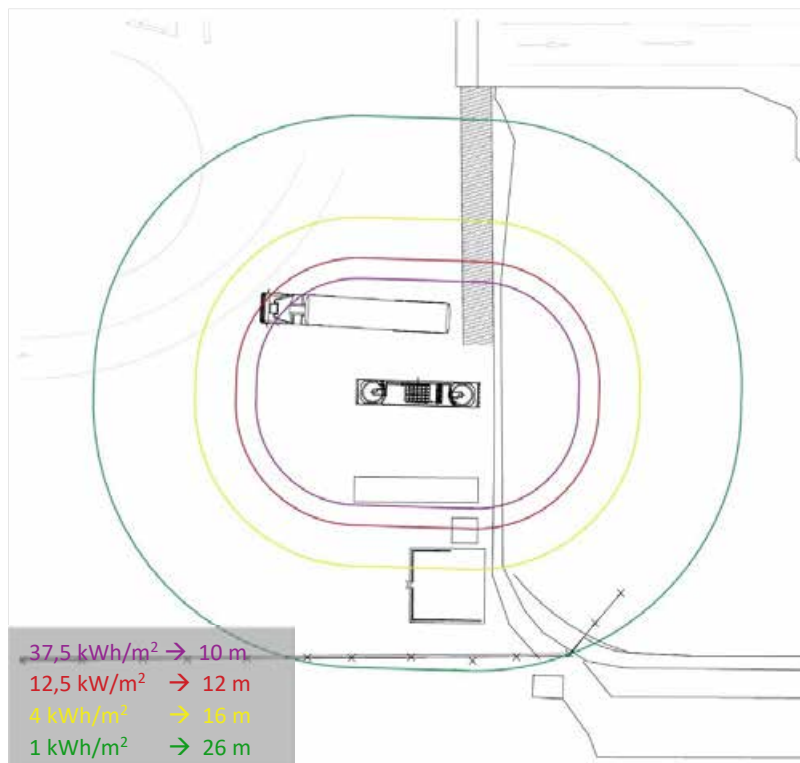


Ilustración 1.14: Áreas de radiación térmica (kWh/m²) causada por un charco de fuego del tamaño del contenedor.

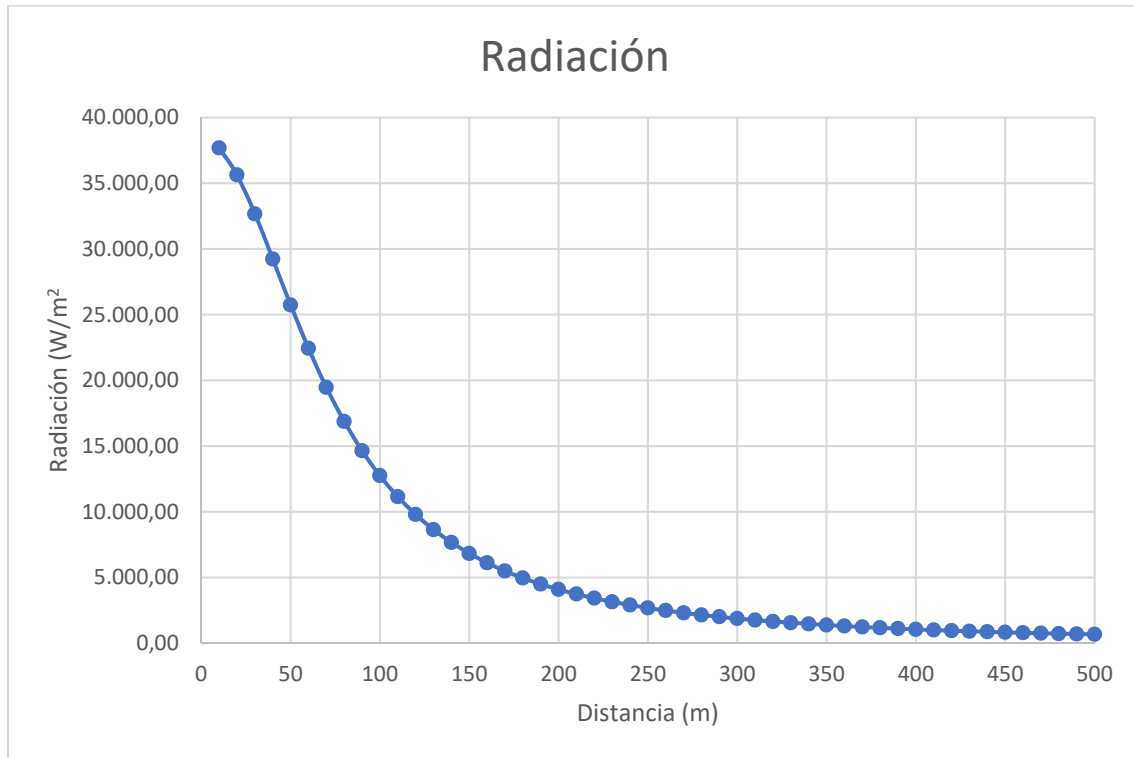


Ilustración 1.15: Radiación térmica (W/m²) frente a la distancia (m) causada por una bola de fuego.

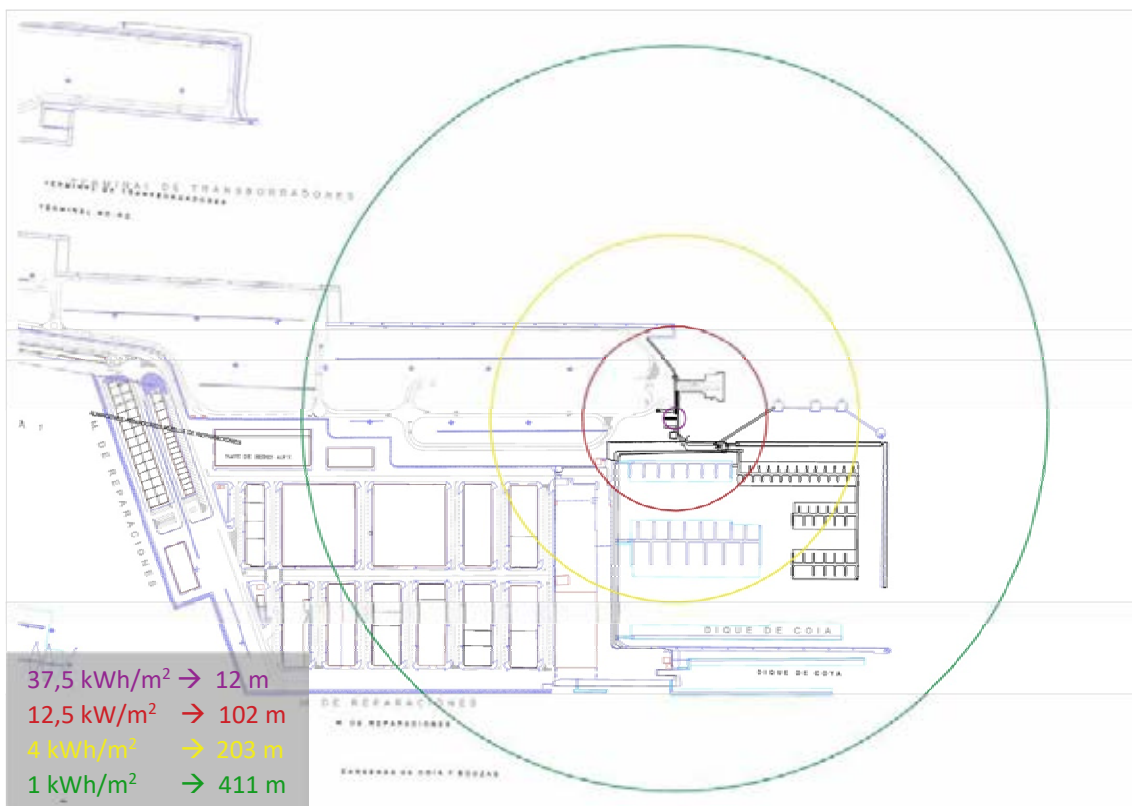


Ilustración 1.16: Áreas de radiación térmica (kW/m²) causada por una bola de fuego.

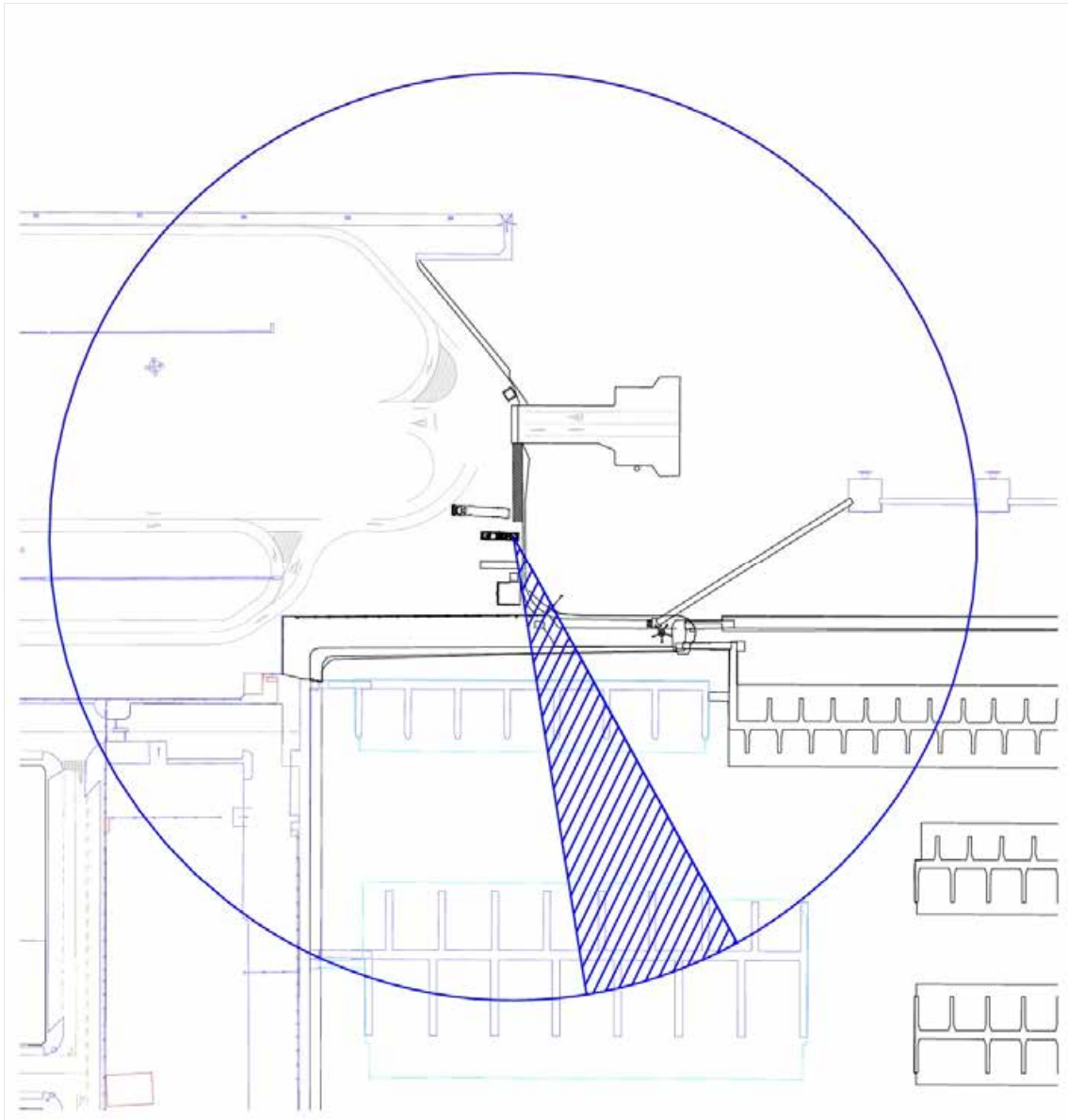


Ilustración 1.17: Áreas de afectación de una nube de gas/flashfire producidas por una pérdida de contención total.
(Dirección dependiente del viento)

1.2. Efectos sobre las personas

Tabla 1.1: Consecuencias de la radiación térmica (Dardo de Fuego) para un tiempo de exposición determinado por la duración de la llama y el tiempo en alcanzar una zona segura.

Evento	Consecuencias	Distancia	Probabilidad
Fuga de 10 mm (horizontal GNL)	Mortalidad	-	-
	Q. de 2º Grado	-	-
	Q. de 1º Grado	0,61 m	26,26 %
		0,66 m	1,292 %
Fuga de 10 mm (vertical GNL)	Mortalidad	-	-
	Q. de 2º Grado	-	-
	Q. de 1º Grado	-	-
Fuga de 40 mm (vertical) tubería de carga	Mortalidad	-	-
	Q. de 2º Grado	-	-
	Q. de 1º Grado	2 m	48,4 %
		3 m	18,0 %
4,5 m		1,8 %	
Fuga de 40 mm (vertical) VS	Mortalidad	-	-
	Q. de 2º Grado	-	-
	Q. de 1º Grado	2 m	23,3 %
		6 m	6,11 %
4 m		1,2 %	
Fuga de 40 mm (vertical) unidad regasificadora	Mortalidad	-	-
	Q. de 2º Grado	-	-
	Q. de 1º Grado	2 m	23,3 %
		6 m	6,11 %
4 m		1,2 %	
Fuga de 40 mm (vertical) conducción a motor	Mortalidad	-	-
	Q. de 2º Grado	-	-
	Q. de 1º Grado	-	-
Fuga de 40 mm (vertical) unidad regasificadora Piscina de Fuego (tamaño tanque)	Mortalidad	2,5 m	100 %
		4,5 m	65 %
		5 m	12 %
	Q. de 2º Grado	3,5 m	100 %
		4,5 m	86,6 %
		5 m	23,4 %
	Q. de 1º Grado	4,5 m	100 %
		6 m	18,8 %
6,5 m		1,1 %	
Piscina de Fuego (tamaño contenedor)	Mortalidad	6 m	100 %
		9 m	36,65 %
		10 m	2,32 %
	Q. de 2º Grado	7 m	100 %
		8 m	60,5 %
		10 m	4,45 %
	Q. de 1º Grado	9 m	100 %
		11 m	45,85 %
12 m		5,70 %	
Bola de Fuego	Mortalidad	33 m	22,6 %
		30 m	9,6 %
		54 m	1,1 %
	Q. de 2º Grado	1 m	40,9 %
		25 m	24,3 %
		58 m	1,2 %
	Q. de 1º Grado	32 m	99,0 %
		75 m	52,1 %
118 m		1,0 %	

1.3. Pérdidas de hidrocarburos

Para el cálculo de las pérdidas producidas se ha tenido en cuenta el caudal de liberación del material, el tiempo de reacción estimado para un sistema de actuación completamente automático con detección automática de fugas (el peor de los casos, 2 minutos), y el grado máximo de llenado del tanque.

Tabla 1.2: Pérdidas de hidrocarburos derivadas de los diferentes sucesos estudiados.

Evento	Pérdidas de hidrocarburos
Fuga de 10 mm (horizontal)	≈ 15 kg/suceso
Fuga de 40 mm (vertical VS)	≈ 243 kg/suceso
Fuga de 40 mm (vertical conducción motor)	≈ 18 kg/suceso
Fuga de 40 mm (vertical unidad regasificadora)	≈ 243 kg/suceso
Piscina de Fuego (tamaño tanque)	Pérdida total (máx. 1.850 kg/suceso)
Piscina de Fuego (tamaño contenedor)	Pérdida total (máx. 1.850 kg/suceso)
Bola de Fuego	Pérdida total (máx. 1.850 kg/suceso)
Fuga 40 mm (vertical, proceso de carga)	≈ 273 kg/suceso

Tabla 1.3: Resumen de gravedades para los escenarios estudiados. Fuente: Elaboración propia

	Evento	Número de Muertos	Clasificación	Número de heridos	Clasificación	Hidrocarburos Perdidos	Clasificación	Gravedad máx.	Nivel de gravedad asignado
IGNICIÓN RETRASADA	Fuga de 10 mm (horizontal)	0	Clase 5	0	Clase 5	< 0,1 Ton	Clase 5	Clase 5	1
	Fuga de 40 mm (vertical) VS	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
	Fuga de 40 mm (vertical) Conducción a motor	0	Clase 5	0	Clase 5	< 0,1 Ton	Clase 5	Clase 5	1
	Fuga de 40 mm (vertical) unidad regasificadora	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
	Fuga de 40 mm (horizontal) unidad regasificadora	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
	Fuga de 40 mm (vertical) carga de tanque	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
	Piscina (tamaño tanque)	1	Clase 3	1	Clase 4	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
Piscina (tamaño contenedor)	12	Clase 1	0	Clase 5	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 1	10	
IGNICIÓN INMEDIATA	Fuga de 10 mm (horizontal)	0	Clase 5	0	Clase 5	< 0,1 Ton	Clase 5	Clase 5	1
	Fuga de 40 mm (vertical) VS	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
	Fuga de 40 mm (vertical) Conducción a motor	0	Clase 5	0	Clase 5	< 0,1 Ton	Clase 5	Clase 4	2
	Fuga de 40 mm (vertical) unidad regasificadora	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
	Fuga de 40 mm (horizontal) unidad regasificadora	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
	Fuga de 40 mm (vertical) carga de tanque	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
	Piscina de Fuego (tamaño tanque)	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
	Piscina de Fuego (tamaño contenedor)	1	Clase 2	2	Clase 3	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 2	5
Bola de Fuego	10	Clase 2	49	Clase 2	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 2	5	

Tabla 1.4 Resumen de gravedades para los diversos riesgos en el interior de la planta. Fuente: Elaboración propia

Riesgo	Número de Muertos	Clasificación	Número de heridos	Clasificación	Hidrocarburos Perdidos	Clasificación	Gravedad máx.	Nivel de gravedad asignado
Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	-	-	-	-	-	-	-	-
Derrame de GNL (con fuente de ignición)	-	-	-	-	-	-	-	-
Nube de Gas no confinada (sin fuente de ignición)	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)	12	Clase 1	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 1	10
Nube de Gas confinada (sin fuente de ignición)	-	-	-	-	-	-	-	-
Nube de Gas confinada (con fuente de ignición)	-	-	-	-	-	-	-	-
Fuga de GNL o GN sin fuente de ignición	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Fuga de GNL o GN con fuente de ignición	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Perdida de contención total (sin fuente de ignición)	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
Perdida de contención total (con fuente de ignición)	1+12 ¹	Clase 1	2	Clase 3	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 1	10
BLEVE - Expansión explosiva de vapor	10	Clase 2	49	Clase 2	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 2	5
Rollover - Basculamiento de capas	-	-	-	-	-	-	-	-
TRF – Transición rápida de fase	-	-	-	-	-	-	-	-
Fallo en instrumentación	10	Clase 2	49	Clase 2	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 2	5
Terrorismo	13	Clase 1	2	Clase 3	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 1	10
Actos Vandálicos	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Impactos mecánicos	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Lluvias/Inundaciones	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Vientos Fuertes/Temporales	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Incendios	10	Clase 2	49	Clase 2	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 2	5
Terremotos	0	Clase 5	0	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2

1 Una pérdida de contención total de GNL, de ignición inmediata, afectaría a un solo trabajador. Si la ignición no fuese inmediata la evaporación del GNL causaría una nube de gas equivalente al evento denominado “Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)”

Tabla 1.5: Resumen de gravedades para los diversos riesgos en el exterior de la planta. Fuente: Elaboración propia

Riesgo	Número de Muertos	Clasificación	Número de heridos	Clasificación	Hidrocarburos Perdidos	Clasificación	Gravedad máx.	Nivel de gravedad asignado
Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	-	-	-	-	-	-	-	-
Derrame de GNL (con fuente de ignición)	-	-	-	-	-	-	-	-
Nube de Gas no confinada (sin fuente de ignición)	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)	12	Clase 1	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 1	10
Nube de Gas confinada (sin fuente de ignición)	-	-	-	-	-	-	-	-
Nube de Gas confinada (con fuente de ignición)	-	-	-	-	-	-	-	-
Fuga de GNL o GN sin fuente de ignición	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Fuga de GNL o GN con fuente de ignición	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Perdida de contención total (sin fuente de ignición)	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
Perdida de contención total (con fuente de ignición)	0	Clase 5	0	Clase 3	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
BLEVE - Expansión explosiva de vapor	1	Clase 3	8	Clase 3	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
Rollover - Basculamiento de capas	-	-	-	-	-	-	-	-
TRF – Transición rápida de fase	-	-	-	-	-	-	-	-
Fallo en instrumentación	1	Clase 3	8	Clase 3	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
Terrorismo	0	Clase 5	0	Clase 3	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
Actos Vandálicos	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Impactos mecánicos	1	Clase 3	8	Clase 3	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
Lluvias/Inundaciones	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Vientos Fuertes/Temporales	0	Clase 5	1	Clase 4	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2
Incendios	1	Clase 3	8	Clase 3	Entre 1 y 10 Ton	Clase 3	Clase 3	3
Terremotos	0	Clase 5	0	Clase 5	Entre 0,1 y 1 Ton	Clase 4	Clase 4	2

Tabla 1.6: Alcance y dimensiones de los dardos de fuego. Fuente: Elaboración propia, metodología del YellowBook²

Fuga	Alcance del dardo de fuego	Ancho inicial del dardo	Ancho final del dardo de fuego
Fuga de 10 mm (vertical/horizontal)	2,9 m	$3,34 \times 10^{-8}$ m	1,31 m
Fuga de 40 mm (vertical) VS	10,78 m	$1,34 \times 10^{-8}$ m	2,88 m
Fuga de 40 mm (vertical) Conducción a motor	6,73 m	$1,34 \times 10^{-8}$ m	2,88 m
Fuga de 40 mm (vertical) Conducción de carga	6,78 m	$9,78 \times 10^{-7}$ m	2,89 m
Fuga de 40 mm (vertical/horizontal) Unidad regasificadora	6,73 m	$1,34 \times 10^{-8}$ m	2,88 m

Tabla 1.7: Análisis Probit de la radiación causada por una fuga en el tanque de 10 mm (horizontal) paralela al viento. Objetivo situado frente al chorro de fuego. Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook

Distancia (m)	Probabilidad de muerte	Probabilidad de sufrir quemaduras de segundo grado	Probabilidad de sufrir quemaduras de primer grado
1	-	-	-

Tabla 1.8: Análisis Probit de la radiación causada por una fuga en el tanque de 10 mm (horizontal) paralela al viento. Objetivo situado perpendicular al chorro de fuego. Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook

Distancia (m)	Probabilidad de muerte	Probabilidad de sufrir quemaduras de segundo grado	Probabilidad de sufrir quemaduras de primer grado
1	-	-	-

Tabla 1.9: Análisis Probit de la radiación causada por una fuga en la válvula de seguridad de 40 mm (vertical). Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook

Distancia (m)	Probabilidad de muerte	Probabilidad de sufrir quemaduras de segundo grado	Probabilidad de sufrir quemaduras de primer grado
2	-	-	23,27 %
3	-	-	6,11 %
4	-	-	1,25 %
5	-	-	0 %

Tabla 1.10: Análisis Probit de la radiación causada por una fuga en la conducción al motor, vertical de 40 mm. Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook

Distancia (m)	Probabilidad de muerte	Probabilidad de sufrir quemaduras de segundo grado	Probabilidad de sufrir quemaduras de primer grado
1	-	-	-

Tabla 1.11: Análisis Probit de la radiación causada por una fuga en la conducción de carga, vertical de 40 mm. Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook

Distancia (m)	Probabilidad de muerte	Probabilidad de sufrir quemaduras de segundo grado	Probabilidad de sufrir quemaduras de primer grado
2	-	-	48,39 %
3	-	-	17,99 %
4	-	-	4,38 %
5	-	-	0,00 %

² De acuerdo con la metodología proporcionada por el Green Book la mortalidad dentro del rango de la llama es total y todo daño fuera de ella se considera despreciable.

Tabla 1.12: Análisis Probit de la radiación causada por una fuga en la unidad regasificadora, vertical de 40 mm.

Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook

Distancia (m)	Probabilidad de muerte	Probabilidad de sufrir quemaduras de segundo grado	Probabilidad de sufrir quemaduras de primer grado
2	-	-	23,27 %
3	-	-	6,11 %
4	-	-	1,25 %
5	-	-	0 %

Tabla 1.13: Análisis Probit de la radiación causada por una bola de fuego. Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook

Distancia (m)	Probabilidad de muerte	Probabilidad de sufrir quemaduras de segundo grado	Probabilidad de sufrir quemaduras de primer grado
1	22,63 %	40,87 %	99,89 %
5	22,10 %	39,6 %	99,88 %
10	20,8 %	38,01 %	99,86 %
20	15,65 %	29,50 %	99,72 %
30	9,59 %	18,86 %	99,23 %
50	1,76 %	3,27 %	92,79 %
70	0,00 %	0,00 %	63,38 %
80	0,00 %	0,00 %	40,78 %
90	0,00 %	0,00 %	8,69 %
110	0,00 %	0,00 %	2,87 %
120	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Tabla 1.14: Dimensiones máximas de los FlashFire para los vientos más comunes y las máximas velocidades (Resumen)³. Fuente: Elaboración propia, simulación en OpenFoam⁴

Fuga	Dispersión vertical	Dispersión horizontal	Dispersión horizontal
Fuga tanque-motor 40 mm	8 m	3 m	2,2 m
Fuga válvula de seguridad 40 mm	8,5 m	4 m	3,6 m
Fuga en pared del tanque 10 mm	8 m	3,8 m	2,5 m
Fuga unidad de regasificación 40 mm (horizontal)	3 m	10 m	8,2 m
Fuga unidad de regasificación 40 mm (vertical)	9,5 m	4,5 m	2,5 m
Fuga en carga del tanque 40 mm	35 m	80 m	33,3 m
Piscina (tamaño tanque)	10 m	5 m	2,6 m
Piscina (tamaño contenedor)	40 m	164 m	49,6 m

³ Datos completos en el Anexo 2, (tablas 1-3, 1-4, 1-5 y 1-6).

⁴ De acuerdo con la metodología proporcionada por el Green Book la mortalidad en el interior de la llama de un FlashFire es del 100 %, y todo daño en el exterior de la misma se considera despreciable.

Tabla 1.15: Dimensiones máximas de los FlashFire para la dirección de viento menos favorable (viento N-NO, dirección al puerto deportivo)⁵. Fuente: Elaboración propia, simulación en OpenFoam

Fuga	Dispersión vertical	Dispersión horizontal	Dispersión horizontal
Piscina (tamaño contenedor)	9,5 m	147 m	64 m

Tabla 1.16: Análisis Probit de la radiación causada por una piscina de fuego de las dimensiones del tanque. Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook⁶

Distancia (m)	Probabilidad de muerte	Probabilidad de sufrir quemaduras de segundo grado	Probabilidad de sufrir quemaduras de primer grado
2,5	100,00%	100,00%	100,00%
3	99,83%	100,00%	100,00%
3,5	99,24%	100,00%	100,00%
4	95,06%	99,52%	100,00%
4,5	66,05%	87,16%	100,00%
5	12,64%	24,23%	99,54%
5,5	0,00%	0,00%	78,13%
6	0,00%	0,00%	19,51%
6,5	0,00%	0,00%	1,19%
7	0,00%	0,00%	0,00%

Tabla 1.17: Análisis Probit de la radiación causada por una piscina de fuego de las dimensiones del cubeto de contención. Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook⁷

Distancia (m)	Probabilidad de muerte	Probabilidad de sufrir quemaduras de segundo grado	Probabilidad de sufrir quemaduras de primer grado
6	100,00%	100,00%	100,00%
7	99,61%	100,00%	100,00%
8	91,02%	98,66%	100,00%
9	36,65%	60,05%	100,00%
10	2,32%	4,45%	94,66%
11	0,00%	0,00%	45,85%
12	0,00%	0,00%	5,70%
13	0,00%	0,00%	0,00%

⁵ Datos completos en el Anexo 2 (tabla 1-7)

⁶ Las distancias se miden desde el centro teórico de la piscina.

⁷ Las distancias se miden desde el centro teórico de la piscina.

2. Consecuencias derivadas de la sobrepresión

2.1. Cálculo de sobrepresión

Al igual que en la sección anterior (1.1.), se presenta una gráfica en la que se puede observar el valor de la sobrepresión en función de la distancia a la que se encuentre.

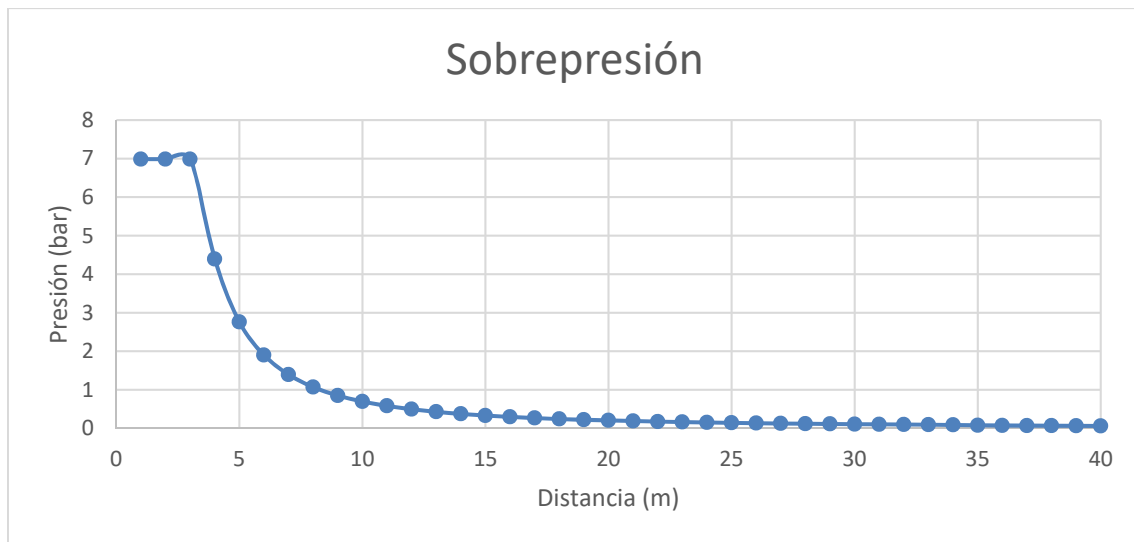
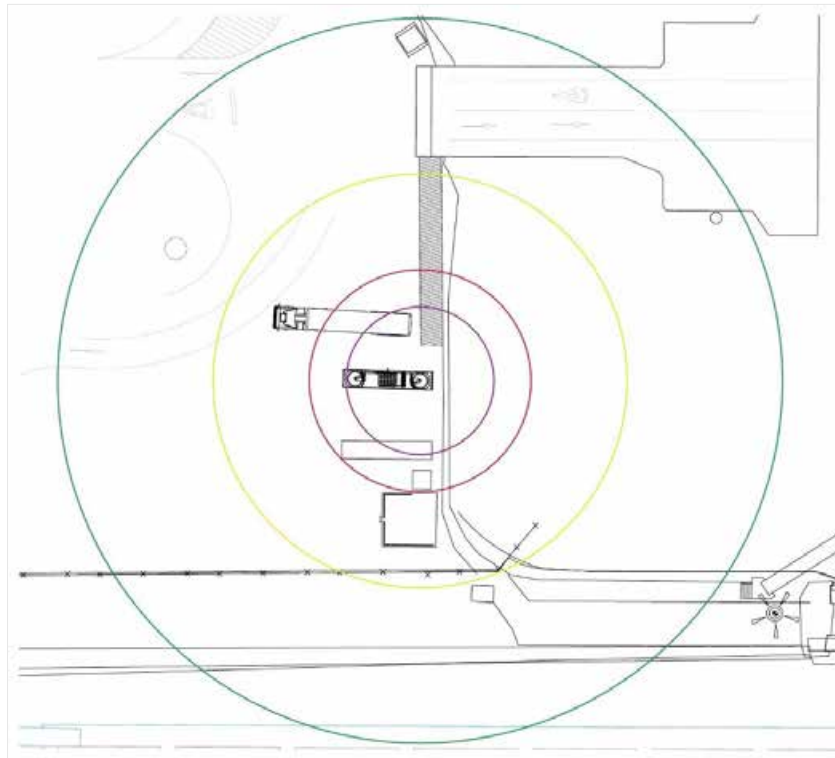
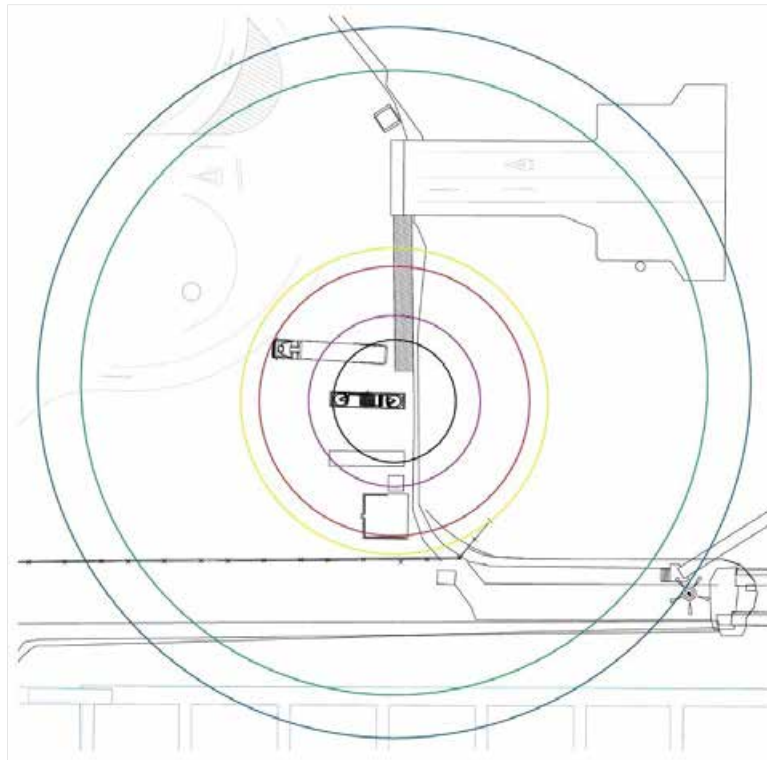


Ilustración 2.1: Sobrepresión (bar) en función de la distancia (m).



Efectos	Sobrepresión (bar)	Distancia
Umbral de muerte por lesiones de pulmón	0,7	10,00 m
Umbral de rotura de tímpano	0,35	15,00 m
Umbral de zona de intervención	0,125	28,00 m
Umbral de zona de alerta	0,05	49,00 m

Ilustración 2.2: Áreas de sobrepresión para el daño a la integridad física de las personas.



Efectos	Sobrepresión (bar)	Distancia
Demolición total	0,8	10,00 m
Daños Irrecuperables	0,4	14,00 m
Daños estructurales importantes	0,18	22,00 m
Daños graves reparables	0,15	25,00 m
Daños estructurales menores	0,047	51,00 m
Cristales rotos al 90 %	0,04	58,00 m

Ilustración 2.3: Áreas de sobrepresión para el daño a estructuras.

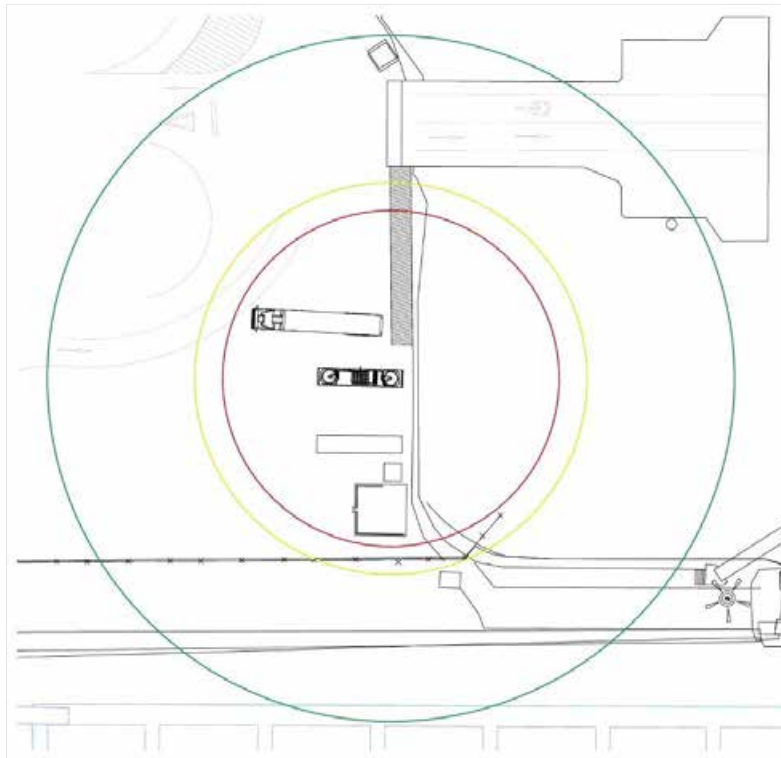


Ilustración 2.4: Áreas de sobrepresión marcadas por la directriz básica de prevención de riesgos.

Efectos	Sobrepresión (bar)	Distancia
Efecto dominó	0,16	24,00 m
Umbral de zona de intervención	0,125	38,00 m
Umbral de zona de alerta	0,05	49,00 m

2.2. Efectos sobre las personas

Para el cálculo de la sobrepresión se ha utilizado la metodología propuesta por el “Libro amarillo” (*Methods for the calculation of Physical Effects Due to releases of hazardous materials (liquids and gases)*) que proporciona las herramientas necesarias para estos cálculos.

Las consecuencias para el ser humano se han calculado utilizando el análisis probit tal como se explica en el “Libro Verde” (*Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials*).

Tabla 2.1: Análisis Probit de la sobrepresión causada por una BLEVE. Fuente: Elaboración propia, metodología del GreenBook.

Distancia (m)	Probabilidad de muerte por impacto físico	Probabilidad de muerte por impacto en la cabeza	Probabilidad de daño de pulmón	Probabilidad de perforación de tímpano
1	99,64 %	100 %	74,02 %	99,81 %
2	31,16 %	100 %	0,00 %	99,81 %
3	0,00 %	15,73 %	0,00 %	99,81 %
4	0,00 %	0,00 %	0,00 %	98,54 %
6	0,00 %	0,00 %	0,00 %	82,21 %
9	0,00 %	0,00 %	0,00 %	38,45 %
12	0,00 %	0,00 %	0,00 %	13,22 %
15	0,00 %	0,00 %	0,00 %	4,21 %
17	0,00 %	0,00 %	0,00 %	1,98 %
19	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %

ANEXO 5. Alternativa 10 m³

Pese a que en el sistema de almacenamiento está previsto que solo uno de sus tanques contenga GNL, es técnicamente posible el uso de ambos tanques simultáneamente, lo que incrementaría la capacidad total a 10 m³. Este aumento de la capacidad supone las siguientes modificaciones en el análisis realizado y sus resultados.

1.1. Memoria del proyecto

Sección 5.2.

Debido a la nueva capacidad del sistema las distancias de seguridad se ven modificadas, los cambios en el documento son:

La figura 5.1 pasa a ser:

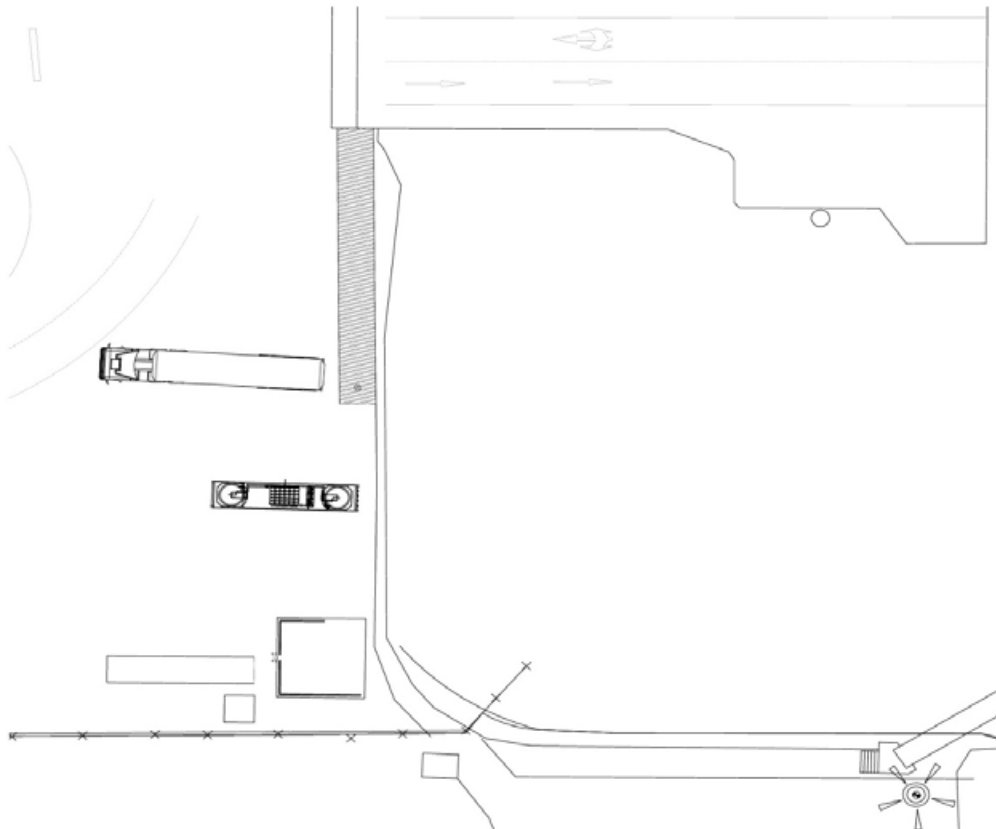


Figura 0.1: Distribución de los tanques. Fuente: Elaboración propia

Las tablas 5.1 y 5.2 quedarían de la siguiente forma

Tabla 5.1 Distancias de seguridad UNE 60210, instalaciones TIPO B. Fuente: Elaboración propia.

Elementos	Distancia (m)
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	7
Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados	7
Proyecciones de líneas eléctricas	12
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	8
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	12

Tipo de riesgo	Tamaño del depósito y características del gas																	
	a			b			c			d			e			f		
	1.1	1.2	2	1.1	1.2	2	1.1	1.2	2	1.1	1.2	2	1.1	1.2	2	1.1	1.2	1.2
Locales de trabajo (*) (edificaciones, vestuarios)	5	3	3	10	5	5	15	8	8	20	10	10	20	10	10	30	10	10
Sótanos, alcantarillas, Galerías servicio	5	5	5	10	5	5	10	8	8	10	10	10	20	10	10	20	10	10
Motores, interruptores (no antideflagrantes)	10	--	--	15	--	--	20	--	--	25	--	--	30	--	--	35	--	--
Depósitos, material inflamable; aéreos	5	5	3	10	10	3	10	15	5	10	15	5	10	20	5	20	30	5
Depósitos, material inflamable; subterráneos	5	5	3	5	5	3	5	8	5	5	10	5	5	10	5	10	20	5
Vías públicas, carreteras, ferrocarriles	15	3	3	20	5	3	25	5	3	30	5	3	35	10	5	40	20	5
Instalaciones con peligro de incendio (madera, plástico, etc.)	8	5	3	10	5	3	15	8	3	25	10	3	30	15	3	30	20	3
Llamas controladas (sopletes, mecheros, etc.)	10	5	3	15	5	3	20	10	5	25	10	5	30	15	10	35	15	10
Propiedad colindante al usuario.	15	1	1	20	2	2	25	2	2	30	2	2	35	5	5	40	10	10
Proyección líneas eléctricas aéreas de A.T.	10	5	3	15	5	3	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5
Edificios habitables	15	5	5	20	10	10	25	10	10	30	15	15	35	15	15	40	15	15

(*) Se excluyen las zonas de manipulación y utilización del producto (talleres, zona de producción, etc.)

a: Depósitos de más de 1.000 a 5.000 litros b: Depósitos de más de 5.000 a 20.000 litros c: Depósitos de más de 20.000 a 60.000 litros d: Depósitos de más de 60.000 a 200.000 litros e: Depósitos de más de 200.000 a 400.000 litros f: Depósitos de más de 400.000 litros	1.1 = Gases inflamables 1.2 = Gases comburentes u oxidantes 2 = Gases inertes
--	---

Las figuras 5.2, 5.3 y 5.5 pasan a ser:

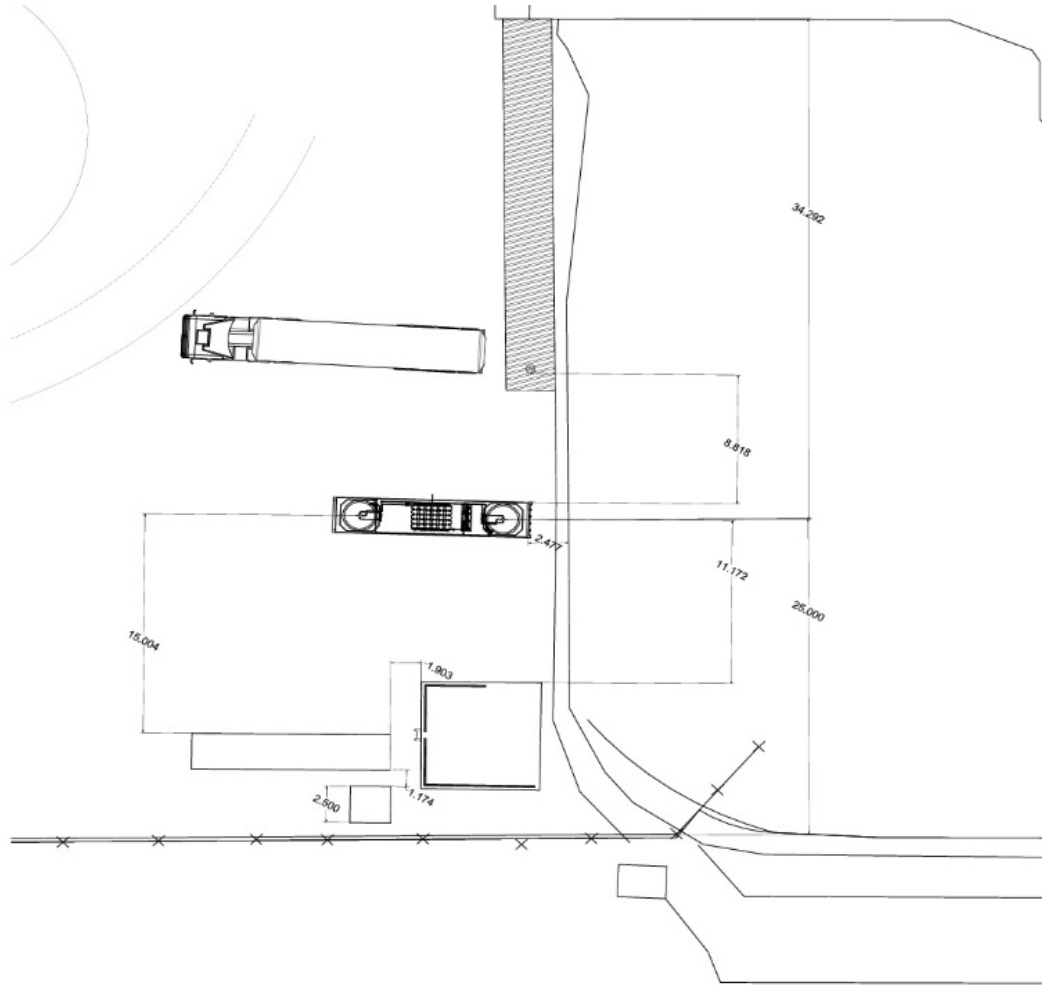


Figura 0.1: Ubicación exacta de los tanques. Fuente: Elaboración propia.

Localización	Distancia (m)	Cumplimiento
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües.	7	✓
Motores, interruptores (no anti-deflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados.	7	✓
Proyecciones eléctricas.	12	✓
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras ferrocarriles.	8	✓
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalarios, etc.	12	✓

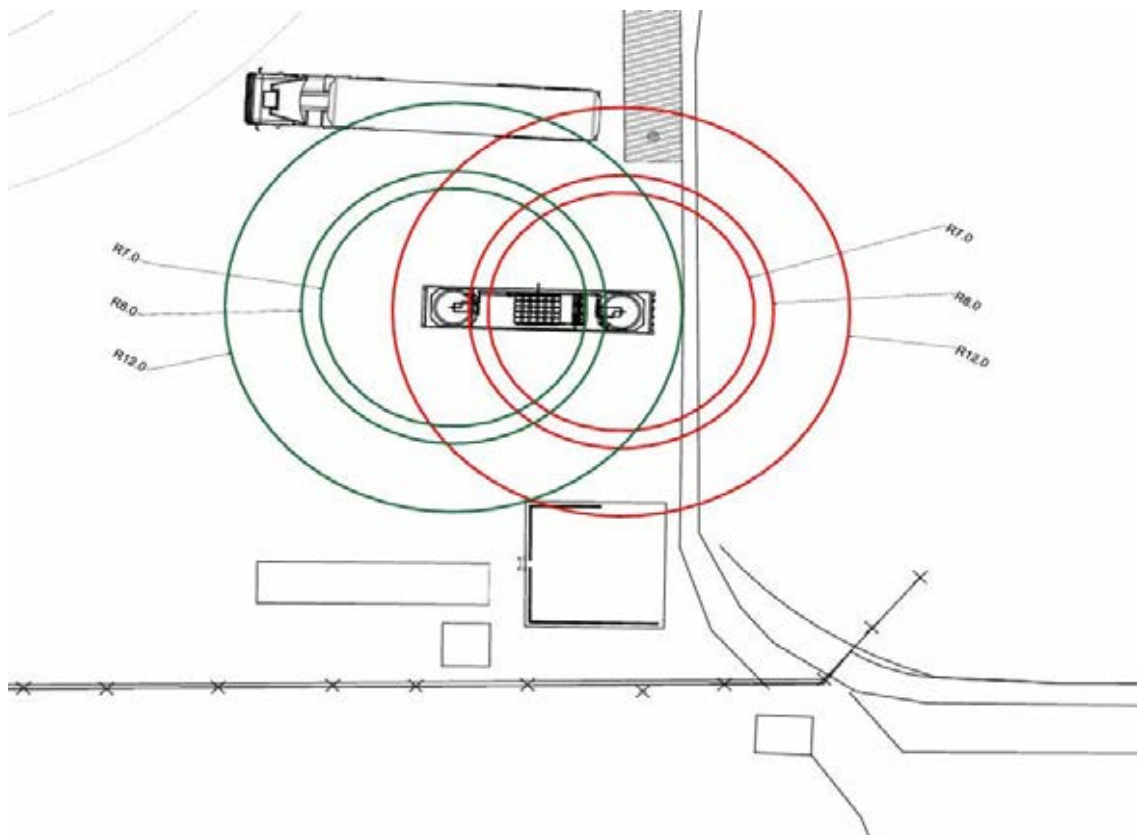


Figura 0.2: Distancias de seguridad para plantas satélite de GNL (de acuerdo con la UNE-60210:2015) con una capacidad de 10 m³ o inferior. Fuente: Elaboración propia.

Localización	Distancia (m)	Cumplimiento
Locales de trabajo (edificaciones, vestuarios)	10	✓
Sótanos, alcantarillas, galerías de servicio	10	✓
Motores, interruptores (no anti-deflagrantes)	15	✓
Depósitos, material inflamable; aéreos	10	✓
Depósitos, material inflamable; subterráneos	5	✓
Vías públicas, carreteras, ferrocarriles	20	✓
Instalaciones con peligro de incendio (madera, plástico, etc.)	10	✓
Llamas controladas (sopletes, mecheros, etc.)	15	✓
Propiedades colindantes al usuario	20	✓
Proyección de líneas eléctricas aéreas de A.T.	15	✓
Edificios habitables	20	✓

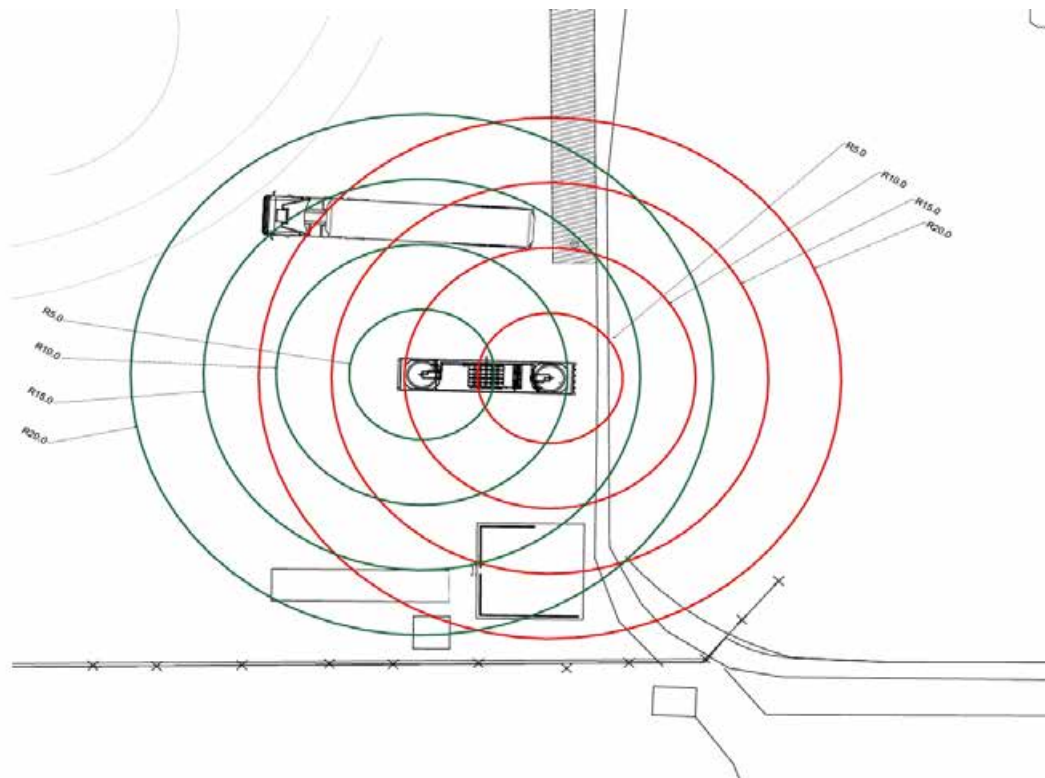


Figura 0.4: Distancias de seguridad para equipos a presión con una capacidad de 10 m³ o inferior. Fuente: Elaboración propia

Sección 6.4.

Las tablas 6.13, 6.14 y 6.15 pasarían a ser

Tabla 0.1 Probabilidades calculadas para los riesgos técnicos (fallos en operativa), teniendo en cuenta los árboles de fallos. Fuente: elaboración propia.

Código	Evento	Probabilidad
T - 01	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 02	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 03	Nube de Gas no confinada (sin fuente de ignición)	6,14E-05 /año
T - 04	Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)	2,83E-07 /año
T - 05	Nube de Gas confinada (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 06	Nube de Gas confinada (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 07	Fuga de GNL o GN sin fuente de ignición	6,10E-05 /año
T - 08	Fuga de GNL o GN con fuente de ignición	6,76E-06 /año
T - 09	Perdida de contención total (sin fuente de ignición)	4,00E-07 /año
T - 10	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	6,00E-07 /año
T - 11	Expansión explosiva de vapor	6,28E-07 /año
T - 12	Rollover - Basculamiento de capas	0,00E+00 /año
T - 13	TRF – Transición Rápida de Fase	0,00E+00 /año
T - 14	Fallo en instrumentación	1,00E-05 /año

Tabla 6.14: Probabilidades calculadas para los riesgos técnicos (fallos en carga), teniendo en cuenta los árboles de fallos. Fuente: elaboración propia

Código	Evento	Probabilidad
T - 01	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 02	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 03	Nube de Gas no confinada (sin fuente de ignición)	3,60E-05 /año
T - 04	Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 05	Nube de Gas confinada (sin fuente de ignición)	0
T - 06	Nube de Gas confinada (con fuente de ignición)	0
T - 07	Fuga de GNL o GN sin fuente de ignición	3,60E-05 /año
T - 08	Fuga de GNL o GN con fuente de ignición	4,00E-06 /año
T - 09	Perdida de contención total (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 10	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 11	Expansión explosiva de vapor	0,00E+00 /año
T - 12	Rollover - Basculamiento de capas	0
T - 13	TRF – Transición Rápida de Fase	0
T - 14	Fallo en instrumentación	1,00E-05 /año

Tabla 0.2: Probabilidades calculadas para los riesgos técnicos (exterior del recinto), teniendo en cuenta los árboles de fallos. Fuente: elaboración propia

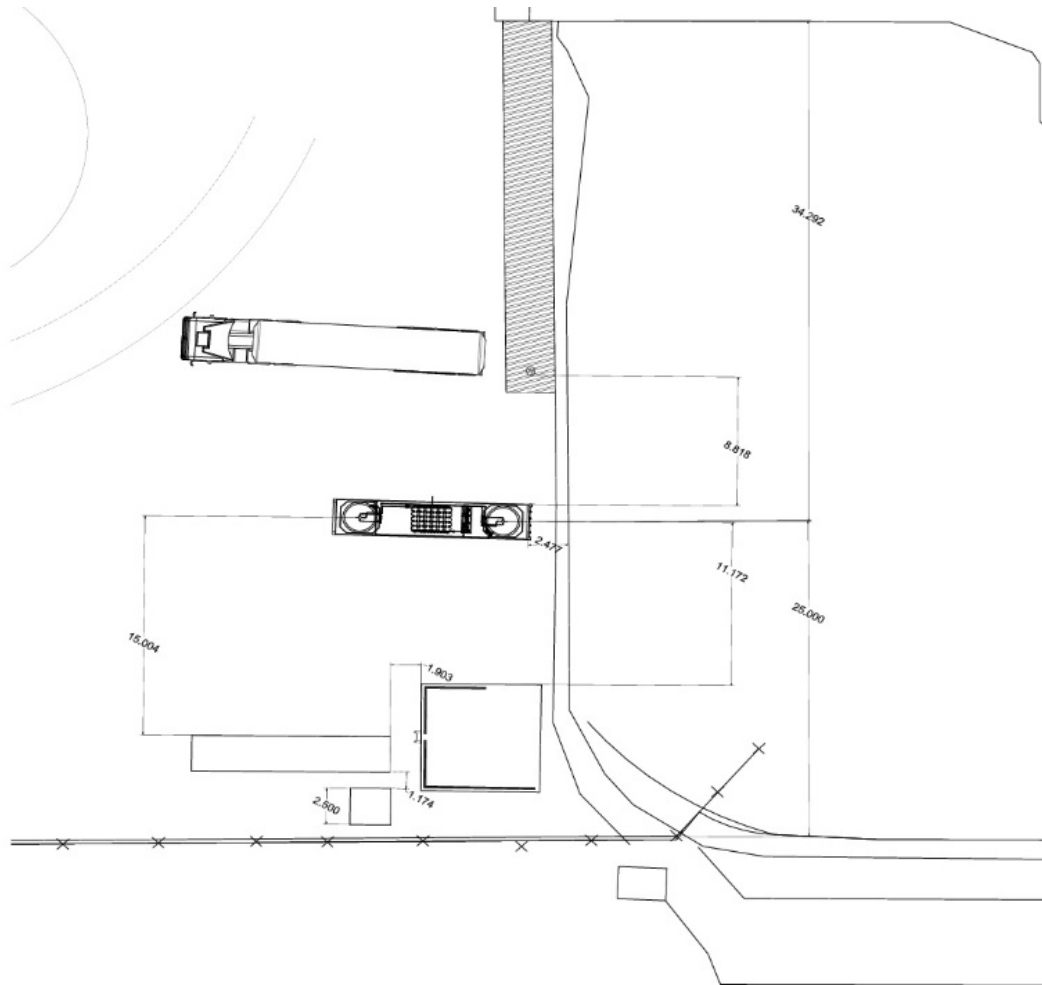
Código	Evento	Probabilidad
T - 01	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 02	Derrame de GNL (con fuente de Ignición)	0,00E+00 /año
T - 03	Nube de Gas no confinada (sin fuente de ignición)	6,00E-08 /año
T - 04	Nube de Gas no confinada (con fuente de ignición)	5,15E-08 /año
T - 05	Nube de Gas confinada (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 06	Nube de Gas confinada (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 07	Fuga de GNL o GN sin fuente de ignición	0,00E+00 /año
T - 08	Fuga de GNL o GN con fuente de ignición	0,00E+00 /año
T - 09	Perdida de contención total (sin fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 10	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	0,00E+00 /año
T - 11	Expansión explosiva de vapor	6,28E-07 /año
T - 12	Rollover - Basculamiento de capas	0,00E+00 /año
T - 13	TRF – Transición Rápida de Fase	0,00E+00 /año
T - 14	Fallo en instrumentación	1,00E-05 /año

Sección 6.5.

Dadas las dimensiones del contenedor, una piscina de GNL de 10 m³ se derramaría al exterior del mismo. Esto implica un mayor riesgo de quemaduras por frío y la necesidad de realizar nuevos cálculos para determinar los índices de radiación y su alcanza en el evento de pérdida de contención total con fuente de ignición.

1.2. ANEXO 1

La figura 0.2 sería:



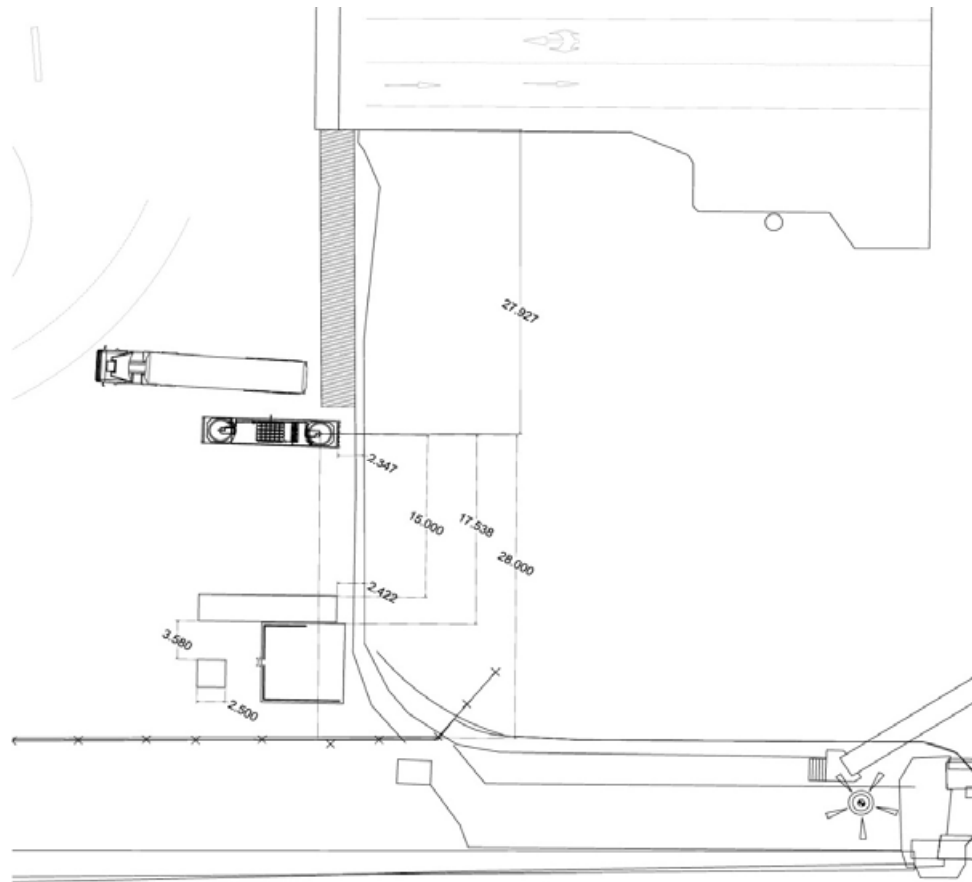


Figura 0.2: Distribución en planta de los elementos.

1.3. ANEXO 2

Sería necesario realizar los escenarios S-7 y S-8 teniendo en cuenta la formación de una piscina de GNL de 10 m³.

1.4. ANEXO 3



Sin cambios

1.5. ANEXO 4

Dadas las dimensiones del contenedor un derrame de 10 m³ se derramaría al exterior del mismo. Esto implica un mayor riesgo de quemaduras por frío y la necesidad de realizar nuevos cálculos para determinar los índices de radiación y su alcanza en el evento de pérdida de contención total con fuente de ignición.

Annex 3

Risk Analysis of the pilot in the Port of Tenerife

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN EN PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE



	 Co-financed by the European Union Connecting Europe Facility
	<p>“The sole responsibility of this publication lies with the author. The European Union is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.”</p>





Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)

EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS

Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección



	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



REDACCIÓN DEL ESTUDIO:

José Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial col. 203
(Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife)

COLABORADORES:



Abián Hernández Mesa
Ingeniero Industrial

Orlando Tomás Tejera Dorta
Ingeniero Técnico Industrial



	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Situación actual del gas natural en Canarias.....	3
1.2. Iniciativa “Core LNGas Hive”.....	3
1.3. Gas natural	3
1.4. Gas natural licuado	4
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
2.1. Descripción del anteproyecto.....	5
2.1.1. Descripción del grupo electrógeno	5
2.1.2. Descripción del contenedor de la unidad generadora.....	8
2.1.3. Descripción del sistema de almacenamiento de GNL	9
2.2. Especificaciones del GNL como combustible para su aplicación marítima	15
3. ESTUDIO DE LAS UBICACIONES.....	18
3.1. Entorno de ubicaciones.....	18
3.1.1. Terminal de Cruceros.....	19
3.1.2. Terminal de Carga Rodada (TCR)	22
3.1.3. Dique Muelle Sur.....	24
3.1.4. Dique de Los Llanos.....	25
4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS	27
5. MARCO NORMATIVO	29
5.1. Legislación nacional.....	29
5.2. Legislación autonómica.....	31
5.3. Legislación municipal.....	32
5.4. Directivas europeas.....	32
5.5. Normas específicas.....	33
5.6. Normativa específica de plantas satélite de GNL.....	33
5.6.1. ITC-ICG-04. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)	33
5.6.2. Norma UNE 60210:2015. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)	34
5.7. Códigos Marítimos Internacionales	35
6. ANÁLISIS DE RIESGOS	36
6.1. Métodos y Criterios para la evaluación del riesgo	36
6.1.1. Normativa y documentación utilizada para establecer los criterios en la evaluación de riesgos.....	36
6.1.2. Entornos evaluados	36

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.1.3. Método de evaluación de los riesgos	37
6.2. Riesgos asociados al GL y GNL.....	41
6.2.1. Riesgos tecnológicos.....	44
6.2.2. Riesgos antrópicos	53
6.2.3. Riesgos naturales	55
6.3. Análisis de probabilidad de eventos	59
6.3.1. Riesgos tecnológicos.....	59
6.3.2. Riesgos antrópicos	66
6.3.3. Riesgos naturales	67
6.4. Análisis de las consecuencias.....	68
6.4.1. Ecuaciones <i>probit</i> para estimar las consecuencias de la radiación térmica.....	69
6.4.2. Resultados del análisis <i>probit</i>	70
6.4.3. Otros resultados.....	81
6.4.4. Justificación de distancias de seguridad y protección, según norma ISO/TS 18683: 2015.....	82
6.5. Evaluación de riesgos	83
6.5.1. Riesgos transporte GNL.....	84
6.5.2. Riesgos en carga y descarga de GNL.....	95
6.5.3. Riesgos sistema de generación eléctrica con GNL	109
7. PROGRAMA DE SIMULACIÓN PHAST	166
8. ESTUDIO DE EFECTO DOMINÓ CON INSTALACIONES PROPIAS Y VECINAS	167
8.1. Terminal de cruceros.....	167
8.2. Terminal de Carga Rodada (TCR)	168
8.3. Dique Muelle Sur.....	171
8.4. Dique de Los Llanos	172
9. ANÁLISIS DE SALVAGUARDIAS Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO.....	173
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	177

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación actual del gas natural en Canarias

Actualmente, no existe infraestructura para el uso del gas natural en las islas, de manera generalizada, lo que incluiría una planta regasificadora para transformar el gas natural licuado en gas natural, y una red de distribución formada por gaseoductos. Es por ello que el medio disponible para tener gas natural en el archipiélago es el abastecimiento mediante buques metaneros y descarga de dicho combustible en forma de GNL en los puntos de consumo y/o almacenaje.

1.2. Iniciativa "Core LNGas Hive"

La participación en la iniciativa financiada al cincuenta por ciento con fondos europeos, con **la denominación concreta de "Embarcación ro-ro con unidad móvil generadora a gas durante hoteling"**, permitirá disponer de una infraestructura móvil capaz de generar electricidad a partir de gas natural para suministro a barcos en El Puerto de Santa Cruz de Tenerife.



Junto a otro proyecto denominado "Pelican Gas" para suministro de gas natural licuado como combustible a buques, permiten hacer cumplir la *Directiva 2014/94 UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos*, que establece la obligación de disponer de suministro de GNL en todos los puertos de la Red Transeuropea de Transportes en el año 2020.

Su utilización permitirá disminuir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera respecto a otros combustibles más contaminantes, consiguiendo mejorar la calidad del aire y a su vez reducir el nivel acústico causado por los sistemas de generación de electricidad de los buques.

1.3. Gas natural

El gas natural es un combustible fósil formado por un conjunto de hidrocarburos en estado gaseoso. Se encuentra en la naturaleza como gas natural asociado cuando se extrae de yacimientos petrolíferos o de carbón, y como gas natural no asociado cuando se extrae de yacimientos independientes.

El principal componente del gas natural es el metano, que usualmente constituye un porcentaje muy alto del mismo (80% o más). Sus otros componentes son etano, propano, butano y otras fracciones más pesadas como pentano, hexano y heptano.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Generalmente contiene un 1% de impurezas como son nitrógeno, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, helio, monóxido de carbono, oxígeno, vapor de agua y otras sustancias que deben ser eliminadas antes de que el gas pueda ser utilizado.

El gas natural no requiere de plantas de refinado para procesarlo y obtener productos comerciales. Las impurezas que pueda contener el gas natural son fácilmente separadas por procesos físicos relativamente sencillos.



1.4. Gas natural licuado

El gas natural licuado (GNL) es gas natural que ha sido procesado para ser transportado en estado líquido, lo cual ocurre a una temperatura aproximada de -161°C a presión atmosférica. La licuefacción reduce el volumen del gas aproximadamente 600 veces, haciendo así más económico su transporte en grandes distancias, utilizando recipientes criogenizados. Es la mejor alternativa para monetizar reservas en sitios apartados donde no es económico llevar el gas directamente a través de los sistemas de gasoductos tradicionales, opción que resulta económicamente menos rentable y en algunos casos podría ser técnica o políticamente inviable. De esta manera, la tecnología de GNL hace que el gas natural esté disponible para su uso global.

El proceso de licuefacción del gas natural requiere de la extracción de otros materiales y componentes que pudieran estar presentes para evitar que se solidifiquen cuando el gas es enfriado a la temperatura del GNL (-161°C). Los rangos de fracción molar típicos del gas natural licuado se muestran a continuación.

Component	Composition Range (mol%)
Nitrogen	0.00-1.00
Methane	84.55-96.38
Ethane	2.00-11.41
Propane	0.35-3.21
Isobutane	0.00-0.70
n-Butane	0.00-1.30
Isopentane	0.00-0.02
n-pentane	0.00-0.04

Tabla 1. Fracción molar del GNL. Fuente: Kidnay and Parrish – 2006

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En líneas generales, la iniciativa consiste en el diseño y montaje de una unidad móvil generadora de gas natural a partir de gas natural licuado que incorpora un tanque para el almacenaje del GNL y un equipo de regasificación, y un grupo electrógeno de Baja Tensión, de 850 kW de potencia, alimentado por dicho combustible.

La naturaleza de los múltiples elementos que conforman el proyecto justifica la realización del presente documento para tener en cuenta todos los posibles riesgos que pueden desencadenar en un accidente con consecuencias para las personas, activos, infraestructuras, medio ambiente e incluso la reputación de la entidad.

2.1. Descripción del anteproyecto

Se trata de un sistema móvil, no conectado a red, para suministrar energía eléctrica a buques de diferentes tipos, dando gran flexibilidad, permitiendo el despliegue en los diferentes muelles. Además este sistema permitirá una reducción de los gases de efecto invernadero (NOx, SOx y partículas particionadas) en comparación con los generadores auxiliares de los buques y del ruido.

El sistema consiste en dos contenedores de 40 pies, en uno de ellos estaría la unidad generadora y en otro el almacenamiento de gas natural y la unidad de regasificación, que alimenta al generador.

2.1.1. Descripción del grupo electrógeno

La unidad generadora consta de un grupo electrógeno o generador OneLNGfuelled diseñado como un motor auxiliar marino pero operado en tierra, alimentado por gas natural, y sus elementos auxiliares. Esto implica que todos los componentes de la unidad serán aptos para su aplicación auxiliar marítima: el generador (máquina, alternador, rampa y unidad de control) y el contenedor (periféricos y unidad de control). El motor ha sido fabricado por DRESSER RAND, modelo SFGLD 560 SG, sistema de enfriamiento de agua de mar, unidad de vaporizador/alimentador de gas, interfaz de conexión del buque y la unidad de control, todo montado en un contenedor con las siguientes dimensiones preliminares: 12,19 m de largo y 2,44 m de ancho, y un peso estimado de 22 toneladas.

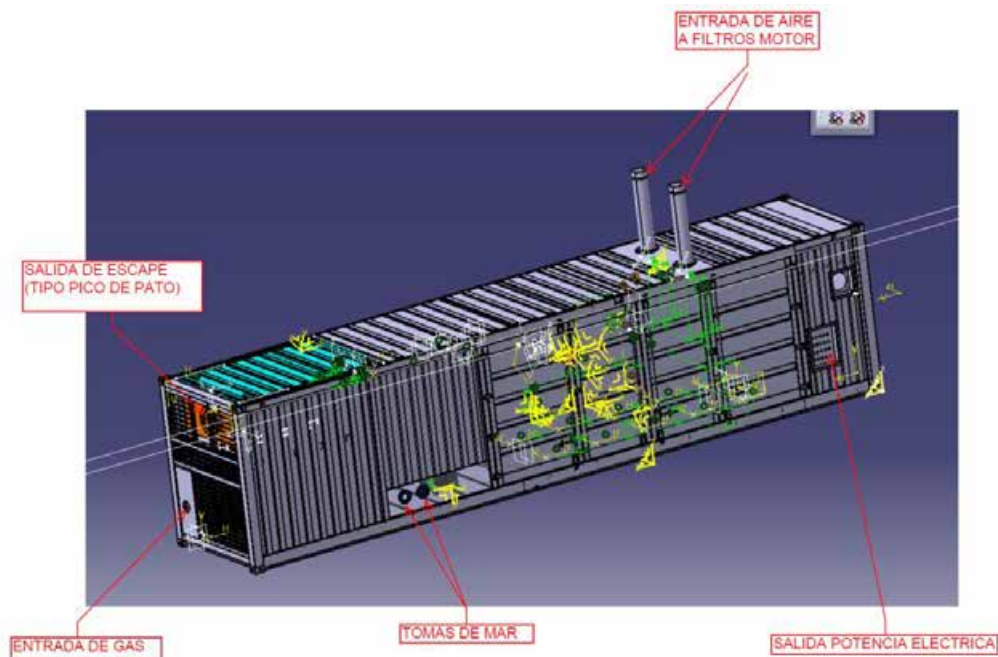


Ilustración 1. Modelo preliminar del contenedor de 40 pies que contiene el grupo electrógeno, vista 1. Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

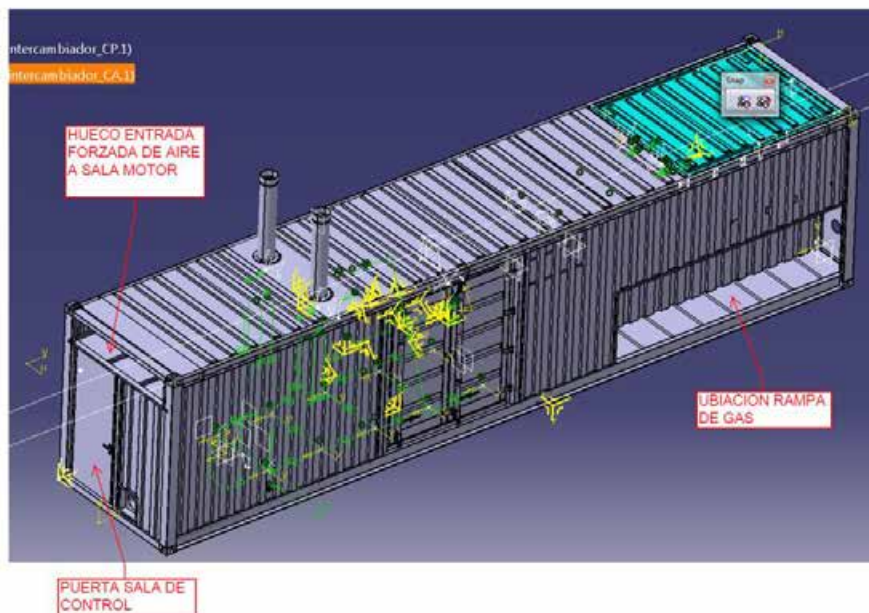


Ilustración 2. Modelo preliminar del contenedor de 40 pies que contiene el grupo electrógeno, vista 2. Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

Los parámetros provisionales del motor, pendientes de la especificación de la composición del gas natural y la posible modificación del gas natural debido a los requisitos de certificación marina son:



Genset Type	SFGLD 560	
Mechanical engine rate power	kW	850
Electrical engine rated power (cosphi=1)	kWe	826*
Voltage	V	400
Speed	rpm	1500
Frequency	Hz	50
Fuel consumption	kW	2173*
Lube Oil consumption	g/kWh	0,2
Mechanical performance	%	39,1*
Electrical efficiency (cosphi = 1)	%	38*
Main circuit water heat	kW	622*
Secondary circuit water heat	kW	160*
Heat in intercooler	kW	61*
Heat in Oil cooler	kW	99*
Heat to radiation	kW	31*
Heat in exhaust gases (25°C)	kW	510*
Heat in exhaust gases (120°C)	kW	382*
Exhaust gas temperature	°C	403*
Intake air flow	Kg/h	4060*
Exhaust air flow (wet)	Kg/h	4220*
Capacity	L	56
Number of Cylinders		V16
Bore / Stroke	mm	160/175
Main circuit water min flow rate	m3/h	80
Main circuit water max temperature	°C	90
Secondary circuit water min flow rate	m3/h	20
Secondary circuit water max temperature	°C	40
*Provisional data, pending engine test.		

Tabla 2. Datos técnicos del motor SFGLD 560 SG fabricado por DRESSER RAND.

Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

El generador se refrigerará por agua dulce, que a su vez será refrigerada por agua de mar. Este sistema estará integrado en el sistema de refrigeración.

El proceso de certificación de la unidad generadora será llevado siguiendo los requisitos y prácticas de Bureau Veritas.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	<i>EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS</i>	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



Además, la instrumentación instalada en el motor deberá cumplir los requisitos detallados en la siguiente tabla.

DEGREE OF AUTOMATION										
ITEMS ON ENGINES	STANDARD					AUT-UMS				
	ALARM	SHUTDOWN	MEASURE	GAS TRAIN VALVE CLOSE REQUEST	ELEMENTS	ALARM	SHUTDOWN	MEASURE	GAS TRAIN VALVE CLOSE REQUEST	ELEMENTS
Symbol convention: A – High. B – Low. AA – Very High. BB – Very Low Local – local visual indication O – Obligatory. () – Special. R – Remote.(AUT-CCS only) S – Slow-down. X – The function is required										
Lubricating oil pressure (4)	B	X	local			B	X	local		
Fresh cooling water pressure (2)	B		local			B		local		
Fresh cooling water temperature			local			A		local		
Engine speed			local					local		
	A	X				A	X			
Gas engine supply pressure	A+B			X		A+B			X	
Gas engine supply temperature	A+B			X		A+B			X	
Fault in the electronic governor system	X			X		X			X	
Misfire	X			X		X			X	
Cylinder knocking detection	X			X		X			X	
Lubricating oil sump temperature						A*				
Expansion tank level						B*				
Safety devices on moving parts					O					O
Hot parts protection (1)					O					O
Remarks: (1) Where surface temperature exceed 220°C. (2) For engines of 220 kW and above. (3)Optional: Could be water flow detector, (4) For engine $P \geq 37\text{Kw}$ is to be fitted with alarms to give audible and visual warning (*) For ships whose gross tonnage is more than 500 or propulsive power more than 1 MW.										

Tabla 3. Requisitos que deberá cumplir la instrumentación instalada en el motor.
Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

2.1.2. Descripción del contenedor de la unidad generadora

El contenedor es manufacturado por DRESSER RAND utilizando estándares reconocidos.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Las ventajas de una unidad generadora instalada en un contenedor es la rapidez de instalación en campo, sin necesidad de ingeniería civil, utilizable en áreas remotas, movilidad, autonomía, modularidad, probado y verificado en instalaciones de manufactura.

2.1.3. Descripción del sistema de almacenamiento de GNL

El sistema de almacenamiento se encuentra dentro de un contenedor ISO de 40 pies (12,19 m x 2,44 m), consta de dos tanques de GNL de 5 m³, en ambos extremos del contenedor y en la parte central el equipo de regasificación, que incluye una torre de gasificación, una caja eléctrica ATEX y una estación de regulación y odorización. Dicha organización permite una mejor distribución de las cargas y localiza el centro de gravedad en el centro del contenedor.



El contenedor ISO está diseñado para evitar el confinamiento de gas si ocurriese una fuga. Las principales características son:

Capacidad total GNL	10 m ³
Caudal de diseño	200 kg/h
Caudal medio	150 kg/h
Presión de diseño	8 bar
Presión de trabajo	3 bar
Presión de servicio	0,9 bar
Autonomía	30 h

Tabla 4. Características principales del almacenamiento de GNL. Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

Además, incluye varios sistemas, entre los que se destacan:

- un sistema automático de aumento de presión en el interior del tanque (PBU);
- un sistema de prevención de sobrellenado del tanque;
- un sistema de llenado desde arriba (ducha) y fondo;
- una pinza a tierra;
- un sistema de regulación y odorización;
- una válvula de seguridad que corta la planta en caso de que no se llegue a la temperatura mínima;
- tres transmisores de temperatura del gas para evitar el corte de la planta por fallo en la instrumentación;
- una línea de regulación de presión con regulador Fiorentini Norval DN50, y
- transmisores de presión y nivel.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Equipamiento de control:

La planta será entregada con un panel de control basado en un autómata programable Telematique, que procesa las diferentes señales provenientes de la planta: temperaturas, niveles, presiones, etc. operando la planta de forma completamente automática.

El panel de control asegura el correcto funcionamiento de la planta teniendo en cuenta todos los avisos y alarmas que pudieran ocurrir. Viene provisto de una pantalla táctil para visualización e interacción con el usuario. Además, incluye un módulo Vikingegarden que manda SMS a una lista predefinida de números de teléfono.

La planta está preparada para ser conectada remotamente a un sistema SCADA, como el mostrado a continuación:

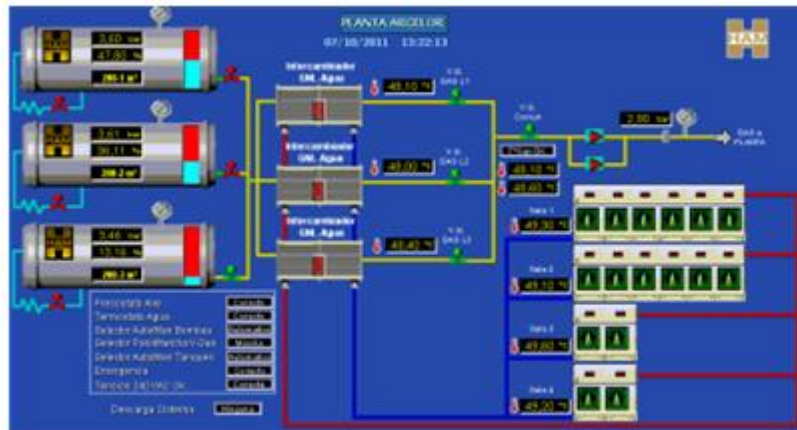




Ilustración 3. Pantalla de ejemplo del sistema SCADA. Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

Seguridad y confiabilidad de la planta:

- La planta está programada para su corte automático en caso de que la temperatura mínima del gas no pueda ser alcanzado para evitar daños a partes no criogénicas de la instalación.
- La válvula que corta la planta está duplicada para obtener redundancia (mecánica, eléctrica y neumáticamente independientes).
- El transmisor de temperatura de frío del depósito está triplicado para evitar fallos de instrumentación.
- La planta está provista de válvulas de seguridad para evitar un exceso de presión en el tanque, conectadas a una línea de ventilación.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- La línea de ventilación termina en un punto alto y está provista de un supresor de llama.
- Todas las tuberías limitadas por válvulas están provistas de una válvula de alivio de temperatura.

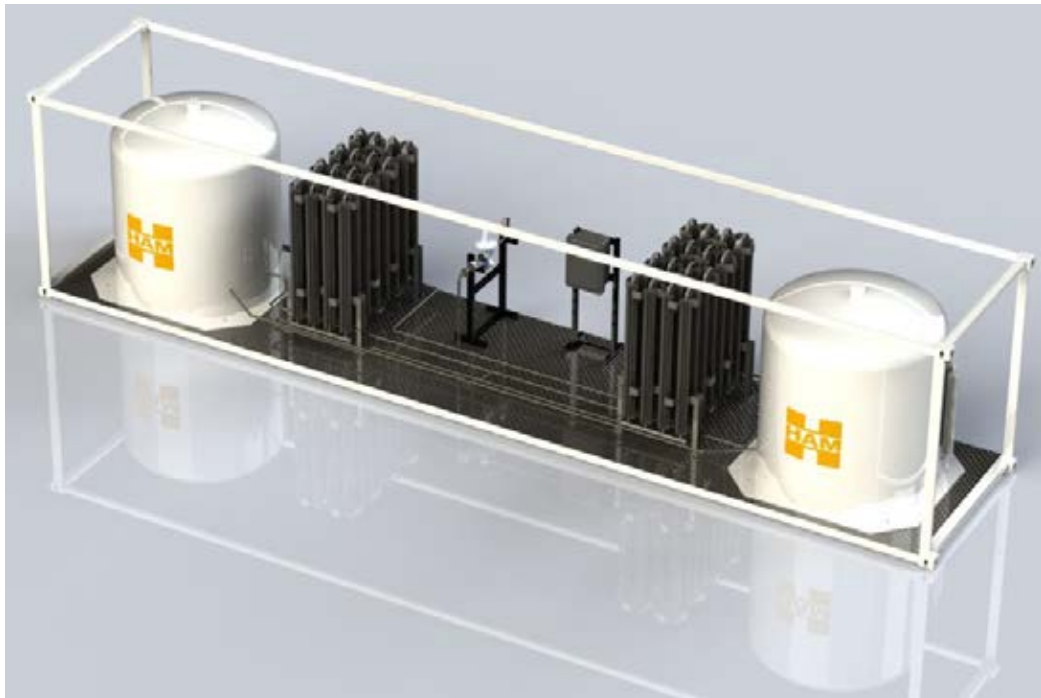


Ilustración 4. Modelo preliminar del almacenamiento de GNL y equipo de regasificación en contenedor de 40 pies, vista 1. Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife



Ilustración 5. Modelo preliminar del almacenamiento de GNL y equipo de regasificación en contenedor de 40 pies, vista 2. Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

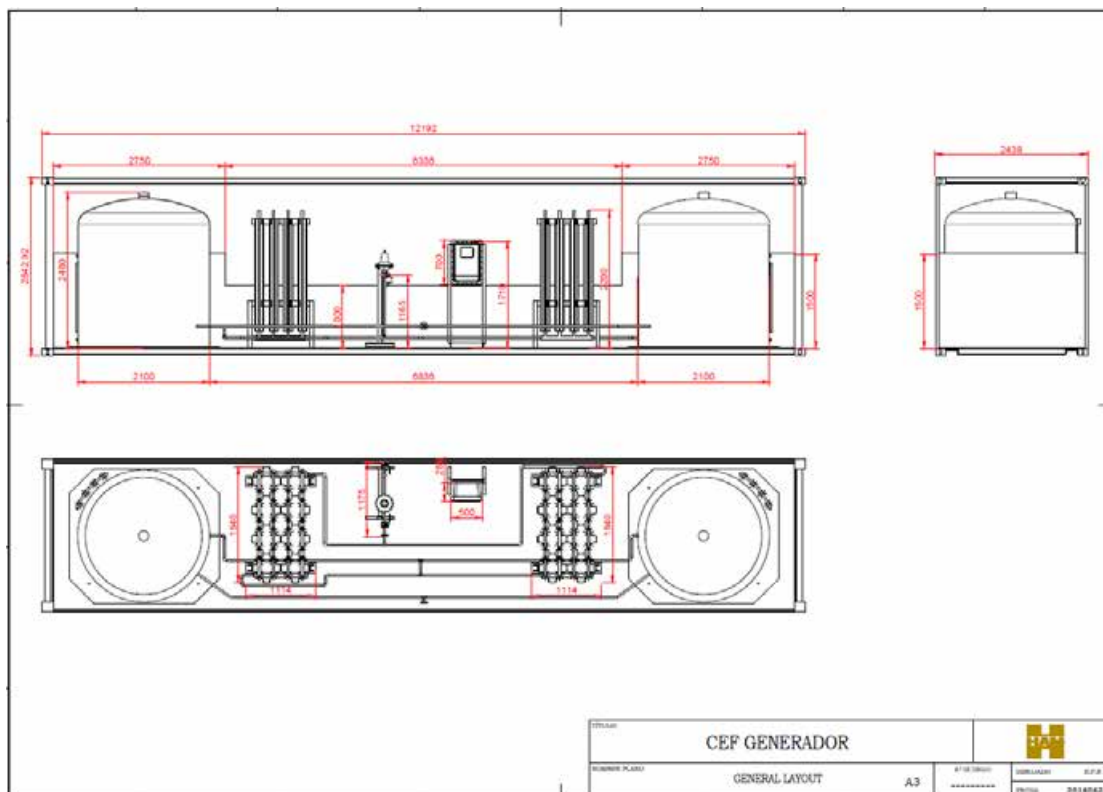




Ilustración 6. Dimensiones preliminares de los depósitos de almacenamiento de GNL y equipo de regasificación. Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

La temperatura a la que se encuentra el gas es -160°C . La presión es de 8 bares. Los tanques disponen de un sistema que impide que se sobrepase el nivel máximo del tanque. La capacidad de la planta de regasificación es de $180 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Consta de un panel de control que garantiza el correcto funcionamiento de la planta, provisto de pantalla táctil. Está programada para apagarse automáticamente en caso de no alcanzar la temperatura mínima, para evitar daños. Dispone además de válvulas de seguridad que disminuirán la presión a través de una línea de ventilación. La línea de ventilación está provista de un pararrayos.

El sistema estará certificado por Bureau Veritas, de acuerdo con las normas de aplicación.

En la instalación de los dos contenedores sobre muelle se debe tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- La distancia mínima entre contenedores o con respecto a cualquier objeto debe ser de 3,5 metros. Estas distancias de seguridad serán aumentadas cuando la normativa aplicable lo exija.
- La resistencia al suelo permitida será máximo de $2 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

El contenedor debe de estar ubicado sobre una superficie plana y estable, de acuerdo con el siguiente diagrama:



Ilustración 7. Esquema de ubicación del contenedor. Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

La interfaz entre el barco y el módulo está formado por cinco conectores de conexión rápida (Tres conectores de fases, conexión a tierra y neutro), 24 Vcc, y 400 Vac trifásico para auxiliares. Sobre la cubierta del barco también estarán los cables de conexión. La disposición aproximada será:

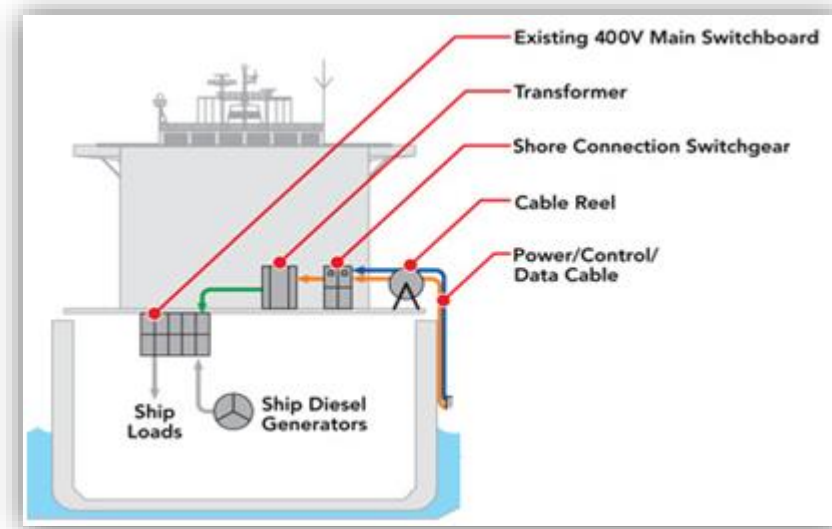




Ilustración 8. Disposición aproximada del conexionado entre el equipo y el barco.
Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

2.2. Especificaciones del GNL como combustible para su aplicación marítima



De acuerdo con las especificaciones de combustible dadas por el fabricante del grupo electrógeno, para la caracterización del gas a utilizar será necesario realizar un análisis químico del mismo. Al mismo tiempo, se realizará un análisis siempre que se sospeche que existen componentes en el gas que puedan resultar perjudiciales para el funcionamiento de la máquina, y cada cierto tiempo para monitorizar la instalación.

Existen parámetros básicos del gas natural como combustible que necesitan ser revisados, y que pueden variar de acuerdo al origen del gas. Su medida se realizará mediante una cromatografía del gas. Dichos parámetros son los siguientes:

- descripción del lugar donde se realiza el análisis;
- fecha y hora de toma de la muestra;
- fecha y hora del análisis;
- procedimiento empleado para realizar el análisis;
- temperatura y presión del gas;
- concentración de CH₄ (% en volumen);
- concentración de C₂H₆ (% en volumen);
- concentración de C₃H₈ (% en volumen);
- concentración de C₄H₁₀ (% en volumen);
- concentración de C₅H₁₂ (% en volumen);
- concentración de +C₆ (% en volumen);
- concentración de CO₂ (% en volumen);
- concentración de N₂ (% en volumen);
- concentración en O₂ (% en volumen);
- concentración en CO (% en volumen);
- concentración de H₂ (% en volumen);
- concentración de H₂S (ppm o mg/m_n³), y
- humedad relativa del gas (%).

Cuando existan dudas en la composición completa del gas utilizado, será necesario revisar adicionalmente los siguientes compuestos:

- concentración de halogenuros (ppm o mg/m_n³);
- concentración de siloxanos (mg/m_n³) o al menos TMOH, TMS, L2, L3, L4, D3, D4, D5;
- concentración de NH₃ (ppm o mg/m_n³);
- concentración de BTEX (ppm o mg/m_n³);
- concentración de petróleo o alquitrán (mg/m_n³);
- concentración de partículas sólidas (mg/m_n³);

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



El poder calorífico inferior del gas natural deberá estar en el siguiente rango: 30-43 MJ/mn³ o 7165/10270 kcal/mn³.

Las variaciones en el poder calorífico inferior podrán ser $\pm 10\%$ el límite descrito anteriormente, y la composición del gas deberá estar continuamente monitorizado mediante un analizador. Las variaciones en el poder calorífico inferior en un exceso de 1%/min (valor absoluto) no deberán ser permitidas en continuo.

El valor mínimo para el número del metano (AVL) para gas natural está fijado en 70.



La siguiente tabla resume las especificaciones del gas natural licuado (GNL) utilizado como combustible en los motores marinos GUASCOR, de DRESSER RAND.

Symbol	Parameter	Limit value	Engine/application	Comments
LHV	Lower heat value	30-43 MJ/mn ³	All Natural gas engines	Natural gas
Δ LHV	LHV variation	< $\pm 10\%$	Electronic carburetion	Continuous gas analyzer required
		> $\pm 10\%$	Continuous gas analyzer	
∇ LHV	LHV gradient	< 1%PCI/min	All Natural gas engines	
MN	Methane number	> 70	All Natural gas engines	
P & T	Supplied gas pressure and temperature	1 bar	Electronic carburetion	
		10°C – 40°C	Electronic carburetion	
ϕ	Gas humidity	< 80%	All Natural gas engines	No condensation
WetDewT	Wet gas dew point	> 15 ° less than T _{gas}	All Natural gas engines	Recommended
O ₂	Oxygen in gas	> 2% vol.	Electronic carburetion	Continuous methane meter for automatic setting of carburetion
		> $\pm 1\%$ carb. point		
H ₂	Hydrogen in gas	< 12% vol.	All Natural gas engines	
		> 1% LHV from H ₂		
C4+	Higher hydrocarbons	< 2% vol.	All Natural gas engines	
DryDewT	Dry gas dew point	> 15° less than Tamb	All Natural gas engines	@max. Supplied gas P. recommended
H ₂ S	Hydrogen sulphide equivalent	< 300 ppm	W/o catalytic converter	Total sulphur: H ₂ S equivalent
		< 100 ppm	W/o catalytic converter	
CL -	Chlorine equivalent	< 14 ppm	W/o catalytic converter	F, Cl, Br, I organic and inorganic
		< 6.5 ppm	W/o catalytic converter	
Si	Silicon and siloxanes	< 7 mg/mn ³	W/o catalytic converter	Analyze: TMOH, TMS, L2, L3, L4, D3, D4, D5 Besides,
		Nil	W/o catalytic converter	

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Symbol	Parameter	Limit value	Engine/application	Comments
				< 75 ppm of Si in engine oil
NH ₃	Ammonia	< 600 ppm	All Natural gas engines	
Tar	Oils and tar	Condensation not allowed	All Natural gas engines	Condensable oil vapors
Dust	Solid particles	< 5 μm	All Natural gas engines	Larger size not allowed
		< 10mg/m ³ (1-5μm)	All Natural gas engines	

Tabla 5. Especificaciones del gas natural licuado (GNL) para ser utilizado como combustible en motores marinos GUASCOR, de DRESSER RAND. Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

3. ESTUDIO DE LAS UBICACIONES

3.1. Entorno de ubicaciones



Se ha hecho el estudio de las cuatro ubicaciones definidas, analizando su viabilidad para el uso de GNL y gas natural. Se muestra gráficamente a continuación las cuatro zonas establecidas.



Ilustración 9. Ubicaciones de estudio. Fuente: Elaboración propia

Estas son:

1. Terminal de Cruceros
2. Terminal de Carga Rodada (TCR)
3. Dique Muelle Sur
4. Dique de Los Llanos

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

3.1.1. Terminal de Cruceros

La terminal de cruceros se encuentra entre el edificio Puerto Ciudad y la Terminal TCR, cuyo propósito principal es el atraque de cruceros. El edificio cuenta con locales de pública concurrencia, como pueden ser cafeterías y locales de venta. A continuación, se presentan algunas imágenes de las instalaciones.



Ilustración 10. Vista de la Terminal de cruceros. Fuente: Elaboración propia



 CORE LNGas hive	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



Ilustración 11. Vista 1 del edificio Puerto Ciudad, adyacente a la Terminal de cruceros. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 12. Vista 2 del edificio Puerto Ciudad, adyacente a la Terminal de cruceros. Fuente: Elaboración propia





Ilustración 13. Zona estudiada en la Terminal de cruceros, del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia

Tanto la terminal de cruceros como el edificio adyacente, Puerto Ciudad, desarrollan actividades de pública concurrencia:

- Actividad de oficina
- Venta de pasajes
- Cafetería
- Tiendas

Es de especial interés para el análisis de riesgos conocer que ambos edificios tienen una estructura interior parcialmente de madera, elementos de cristal en el exterior y vehículos en las proximidades.

En la zona de la Terminal de Cruceros existe la presencia de un grupo electrógeno y un centro de transformación. Estos objetos se deberán tener en cuenta en el análisis de riesgo, como posibles fuentes de ignición para un posible escape de combustible.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

3.1.2. Terminal de Carga Rodada (TCR)

La terminal de carga rodada cumple la función de las descarga de mercancías procedentes de los buques en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Dicha terminal abastece tanto el mercado interior insular, como el mercado interinsular con el trasbordo de mercancías entre barcos.



Ilustración 14. Vista de la Terminal de Carga Rodada (TCR). Fuente: Elaboración propia

Como terminal de carga, recoge mercancía proveniente de buques o barcos Ro-Ro (*Roll On – Roll Off*). Además de zona de almacenamiento de carga rodada, existen otras actividades independientes en las cercanías como se observa a continuación.



	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	





Ilustración 15. Zona estudiada en la Terminal TCR, del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia

- En zona principal de la terminal de carga rodada, se realiza la carga y descarga de contenedores de carga rodada mediante camiones. Esta zona incluye una subzona donde se almacenan equipos de frío y depósitos de combustible. Es en esta zona donde se quiere utilizar el sistema de almacenaje de GNL y suministro de electricidad a barcos.

- En la zonas adyacentes a la terminal de carga rodada, que incluyen los diferentes establecimientos marcados en la ilustración anterior. En estas instalaciones se realizan actividades de diversa índole variables durante las jornadas de trabajo. Algunas de las actividades desarrolladas son las siguientes:
 - Actividad administrativa
 - Trabajo de metal y soldadura
 - Restauración de barcos
 - Depósito de vehículos de limpieza
 - Actividades de amarre
 - Transporte – Logística
 - Almacén de Fred Olsen
 - Cruz Roja del mar
 - Servicios de la Autoridad Portuaria del Puerto

- Zonas cercanas. La Terminal se encuentra situada entre la Terminal de Cruceros del Puerto y el Real Club Náutico de Tenerife.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	<i>EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS</i>	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

3.1.3. Dique Muelle Sur

Dicha ubicación se encuentra en el extremo de la dársena de Anaga, frente a la Escuela Superior de la Marina Civil. Es una ubicación aislada de instalaciones secundarias y de acceso solo a personal autorizado.

Existe una separación considerable a edificaciones públicas, fuentes potenciales de ignición y materiales combustible. Las fuentes de ignición que pueden existir serán las generadas por la actividad desarrollada por el buque atracado.



Ilustración 16. Vista del dique Muelle Sur. Fuente: Elaboración propia

La actividad principal desarrollada en la zona es el atraque, carga y descarga de buques, el material almacenado es variable, al igual que la presencia de materiales combustibles/comburentes o posibles fuentes de ignición.

Existe un único elemento físico, correspondiente a una caseta de seguridad que almacena material de oficina y herramientas, utilizadas por personal de seguridad en el momento del uso del muelle. Dispone de una conexión monofásica conectada desde el buque disponible en la zona.

En la siguiente imagen se observa en detalle la ubicación de estudio. Se encuentra suficientemente alejada para no causar daños en caso de un accidente en instalaciones vecinas.



	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



Ilustración 17. Zona estudiada en Dique Muelle Sur, del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Dique de Los Llanos

La ubicación en el dique a estudiar se encuentra en el extremo exterior de la dársena de Los Llanos, frente a una serie de almacenes. La actividad principal efectuada en la zona es el atraque y mantenimiento de plataformas petrolíferas.

No es una instalación transitada por el público y el almacenamiento de materiales combustibles y fuentes de ignición en las inmediaciones es prácticamente nulo. Las fuentes de ignición que pueden existir serán las generadas por la actividad desarrollada por los buques o plataformas atracados.



	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	





Ilustración 18. Vista del dique de Los Llanos. Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se observa en detalle la ubicación de estudio. Se encuentra suficientemente alejada para no causar daños en caso de un accidente en instalaciones vecinas.



Ilustración 19. Zona estudiada en Dique de Los Llanos, del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	<i>EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS</i>	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Se han estudiado los datos proporcionados de estaciones meteorológicas ubicadas en las zonas de influencia del presente análisis de riesgo, como son las velocidades de viento media y máxima mensuales para realizar un análisis de riesgos con mayor exactitud.

A continuación, se presentan tablas con un resumen de los cálculos realizados.

	PROMEDIO DE VELOCIDAD MEDIA (m/s)					
	DIQUE ESTE CENTRO			DIQUE ESTE NORTE		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Enero	2,915	3,198	2,508	3,236	4,330	2,821
Febrero	2,939	2,861	2,750	3,537	3,519	3,434
Marzo	3,067	2,969	2,626	4,058	3,240	3,135
Abril	2,830	2,832	2,644	3,514	3,119	2,485
Mayo	3,379	3,357	3,037	3,573	3,068	2,966
Junio	3,040	3,149	3,124	3,095	2,641	2,685
Julio	3,503	3,883	3,899	3,536	3,494	2,916
Agosto	3,896	3,180	3,328	3,603	3,888	3,103
Septiembre	2,446	2,706	2,637	2,573	2,998	3,411
Octubre	2,363	2,469	2,380	2,423	2,360	2,919
Noviembre	3,058	2,520	2,430	2,964	3,298	2,618
Diciembre	2,673	2,940	2,753	3,442	2,873	3,192
ANUAL	3,009	3,005	2,843	3,296	3,236	2,974



Tabla 6. Tabla de velocidades medias de viento registradas. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	<i>EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS</i>	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)*					
	DIQUE ESTE CENTRO			DIQUE ESTE NORTE		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Enero	20,210	17,170	12,030	21,140	15,870	13,690
Febrero	22,900	17,630	22,510	23,480	20,780	18,920
Marzo	17,940	18,810	16,150	20,010	17,190	19,310
Abril	17,440	13,930	18,250	19,740	15,510	17,410
Mayo	18,290	17,940	15,250	18,870	27,860	18,820
Junio	14,630	16,320	16,940	16,110	21,880	15,070
Julio	16,090	18,250	21,360	22,230	18,080	18,460
Agosto	17,060	15,600	18,720	22,010	16,060	16,900
Septiembre	11,990	12,610	13,380	12,300	12,800	15,690
Octubre	12,410	20,230	13,870	13,410	18,490	15,150
Noviembre	31,340	11,710	16,640	26,380	14,850	17,340
Diciembre	12,600	11,700	17,620	13,340	14,090	16,390
ANUAL	17,742	15,992	16,893	19,085	17,788	16,929

Tabla 7. Tabla de velocidades máximas de viento registradas. Fuente: Elaboración propia



*Las velocidades máximas indicadas son los valores máximos que se dieron en el periodo en que se tomaron los datos y suelen ser valores puntuales.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



5. MARCO NORMATIVO

5.1. Legislación nacional

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
 - Este reglamento que se enmarca en los ámbitos establecidos por la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos, y por la Ley 21/1992, de 16 de julio, de industria, tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones de distribución y utilización de combustibles gaseosos y aparatos de gas, con la finalidad de preservar la seguridad de las personas y los bienes.
 - Aplica a la instalación objeto de esta evaluación de riesgos, en el artículo 2.1 apartado d) Plantas satélite de GNL: Instalaciones de almacenamiento de gas natural licuado (GNL) con capacidad de almacenamiento geométrica conjunta de hasta 1.000 metros cúbicos y presión máxima de operación superior a 1 bar que tengan como finalidad el suministro directo a redes de distribución o instalaciones receptoras.
 - Es de especial aplicación la ITC-ICG-04. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL). Fija los requisitos técnicos esenciales y las medidas de seguridad a adoptar en el diseño, construcción, pruebas, instalación y utilización de Plantas Satélite de GNL. Hace referencia a la norma UNE 60210: 2015. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL).
- Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo (Normativa ATEX), que transpone la Directiva 1999/92/CE, de 16 de diciembre.
 - Establece las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores que pudieran verse expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 97/2014, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
 - Extiende la aplicación de las normas del Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR 2015, última versión hasta la fecha) al transporte interno.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		



- El ADR se encarga de clasificar, regular, concretar, establecer pautas y condiciones, etc., sobre productos, medios de transporte, señalización, condiciones de manipulación, etc., relacionados con el transporte por carretera de productos peligrosos (entre los que se incluye el GNL).
- Real Decreto 1566/1999, sobre los consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable, que transpone la Directiva 96/35/CE, de 3 de junio.
 - Se deberá designar, de acuerdo con lo establecido en este Real Decreto, en función del modo de transporte y de las mercancías transportadas, al menos un consejero de seguridad encargado de contribuir a la prevención de los riesgos para las personas, los bienes o el medio ambiente inherentes a dichas actividades.
 - El consejero de seguridad podrá ser designado según este Real Decreto, previamente habiendo superado un examen, con funciones y obligaciones definidas en el documento.
- Ley 34/2007, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
 - Establece las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se modifica el protocolo de detalle PD-12 «Procedimientos a aplicar a las cisternas de gas natural licuado con destino a plantas satélite», de conformidad con la Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
 - Establece y define las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
 - Tiene por objeto de conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- Real Decreto 840/2015, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, que transpone parcialmente la Directiva 2012/18/UE, de 4 de julio de 2012.
 - Tiene por objeto la prevención de accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la limitación de sus consecuencias sobre la salud humana, los bienes y el medio ambiente.
 - Es de aplicación a los establecimientos según se definen en el artículo 3.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que transpone la Directiva 2004/35/CE, de 21 de abril.
 - Esta ley regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales, de conformidad con el artículo 45 de la Constitución y con los principios de prevención y de que «quien contamina paga».
- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas, que transpone la Directiva 2014/34/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (refundición).
- Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil.
- Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.

5.2. Legislación autonómica

- Decreto 67/2015, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Autoprotección exigible a determinadas actividades, centros o establecimientos que puedan dar origen a situaciones de emergencia en la Comunidad Autónoma de Canarias.
 - El objeto de este Reglamento es establecer y regular las medidas de autoprotección aplicables a actividades, centros, establecimientos, espacios, instalaciones y dependencias, públicas y privadas, susceptibles de generar situaciones de riesgo para las personas, sus bienes y el patrimonio colectivo, así como regular la elaboración, implantación material y mantenimiento

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

operativo de los planes de autoprotección, su control administrativo y la integración de las actuaciones en emergencia en los correspondientes planes de emergencia de Protección Civil.


- Decreto 141/2009, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
 - Regula todos los procedimientos administrativos de puesta en servicio, certificación, ejecución y mantenimiento de instalaciones eléctricas en Canarias.
 - Es de especial interés el artículo 19, instalaciones móviles.
- Decreto 98/2015, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias (PLATECA).
 - Plan elaborado de acuerdo a la normativa europea, nacional y autonómica vigente en materia de Protección Civil y Atención de Emergencias.
- Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la Isla de Tenerife (PEIN de Tenerife).

5.3. Legislación municipal

- Ordenanza de protección del medioambiente contra la emisión de ruidos y vibraciones del Excmo. Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife.
 - Tiene por objeto regular la actuación municipal en cuanto a la protección del medio ambiente contra la perturbación producida por los ruidos y vibraciones en general.
 - En su consecuencia, quedan sometidas a su normativa, de obligatoria observancia en todo el territorio o ámbito del término municipal, todos los aparatos, construcciones, instalaciones, obras, vehículos, transportes y en general todas las actividades y comportamientos que produzcan ruidos o vibraciones que ocasionen molestias o peligros a los vecinos.
- Plan de emergencias municipal de Santa Cruz de Tenerife (PEMU).

5.4. Directivas europeas

- Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos.
 - Sirve de justificación al proyecto realizado.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

- Establece la obligación de prestación de suministro de GNL en todos los puertos de la Red Transeuropea de Transportes en el año 2020.

5.5. Normas específicas

Aunque las normas específicas no resulten de obligado cumplimiento, si es recomendable su consulta para el diseño, fabricación y uso del sistema objeto de estudio.

- UNE-EN ISO 16903:2016. Características del GNL que influyen en el diseño y en la selección de materiales.
- UNE 60210:2015. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL).
- **ISO 20519. "Ships and marine technology -- Specification for bunkering of liquefied natural gas fuelled vessels"**.

5.6. Normativa específica de plantas satélite de GNL

5.6.1. ITC-ICG-04. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)

Tiene por objeto fijar los requisitos técnicos esenciales y las medidas de seguridad que deben observarse referentes al diseño, construcción, pruebas, instalación y utilización de las plantas satélite de GNL tal como se definen en el artículo 2 del Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos.



Se aplica a las plantas satélites de GNL cuyas instalaciones de almacenamiento tengan capacidad geométrica conjunta no superior a 1.000 m³ de GNL.

El diseño, construcción y montaje de las plantas satélite de GNL se realizará con arreglo a lo establecido en la norma UNE 60210. El montaje será efectuado por una empresa especializada en la realización de trabajos criogénicos y en equipos a presión.

A su vez el diseño, fabricación y evaluación de conformidad de los equipos a presión que formen parte de las plantas satélites deberá cumplir lo dispuesto en el RD 769/1999, de 7 de mayo, aplicándose el Reglamento de aparatos a presión para todo lo no contemplado en dicho Decreto.

El titular de la instalación o en su defecto los usuarios, serán los responsables del mantenimiento, conservación, explotación y buen uso de la instalación de tal forma que se halle permanentemente en disposición de servicio, con el nivel de seguridad adecuado. Se deberá disponer de un contrato de mantenimiento suscrito con un especialista criogénico que disponga de un servicio de atención de urgencias permanente, o que la empresa acredite que dispone de los medios para realizarlo.

El titular de una planta satélite de GNL es responsable de hacer revisar la instalación cada cinco años, revisión establecida en la norma UNE 60210. Cada quince años se debe realizar una prueba de presión neumática (para evitar introducir humedad en el depósito), con arreglo a los criterios que se establecen en la misma norma. En el caso en que una instalación no reciba

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

ninguna carga de GNL durante un período de un año, el titular de la instalación deberá proceder al inertizado de la misma.

5.6.2. Norma UNE 60210: 2015. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)

Tiene por objeto fijar los requisitos técnicos esenciales y las medidas de seguridad que deben observarse referentes al diseño, construcción, pruebas, instalación, utilización, mantenimiento y revisiones periódicas de las plantas satélite de gas natural licuado (GNL) con depósitos criogénicos y sus equipos con volúmenes de capacidad geométrica, simple o conjunta, superior a 2 m³ e inferior o igual a 1.500 m³ y con presión máxima de servicio superior a 1 bar.

5.6.2.1. Distancias de seguridad según norma UNE 60210: 2015

Las distancias indicadas en este punto son las mínimas que deben existir entre los límites del depósito o depósitos y los diversos lugares que se citan.

Las plantas satélites se clasifican según la capacidad geométrica conjunta de almacenamiento. A la instalación objeto de este análisis de riesgos le corresponde una **clasificación "B"** (A partir de 5 hasta 10 m³ de capacidad conjunta).

En la tabla siguiente, extraída de la norma UNE 60210: 2015, se indican las distancias en metros que los depósitos deben mantener respecto a diferentes elementos.



Capacidad total instalada	A	B	C	D	E	F	G	H
Elementos								
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5	7	9	12	15	20	20	25
Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados	5	7	9	12	15	15	15	15
Proyecciones de líneas eléctricas	10	12	15	15	15	15	15	15
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7	8	9	12	15	25	30	35
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9	12	14	20	24	34	44	55

Tabla 8. Distancias de seguridad mínimas (en metros) que deben cumplirse entre el depósito y diferentes elementos. Fuente: Norma UNE 60210: 2015. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)

Es de especial interés el tener en cuenta que la unidad contenedora deberá estar separada de la unidad generadora de electricidad un mínimo de 7 metros, según la tabla anterior, al tratarse de un motor.

La distancia de la zona de conexión fija de mangueras de los muelles de descarga a los elementos establecidos debe ser la equivalente a la capacidad A.

Cuando no sea posible cumplir con dichas distancias, deben justificarse todas las variaciones que se introduzcan y las medidas de otro orden que se tomen en sustitución, como por ejemplo,



	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

la aplicación de pantallas u obstáculos que obliguen al gas a efectuar un recorrido igual o superior a las distancias exigidas en la tabla anterior.

5.7. Códigos Marítimos Internacionales

Aunque los Códigos Marítimos Internacionales no resulten de aplicación para el concreto caso objeto de estudio, si es recomendable su consulta para el diseño, fabricación y uso del sistema.

- Código IMDG. Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas de la Organización Marítima Internacional (OMI)
- Código IGF. Código internacional de seguridad para los buques que utilicen gases u otros combustibles de bajo punto de inflamación de la Organización Marítima Internacional (OMI).
- Otros Códigos Marítimos Internacionales de la OMI que pudieran resultar de aplicación al diseño, fabricación y uso del sistema.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

En este apartado se realizará el análisis de los riesgos relacionados con la operación del sistema con GN y el GNL. Se determinará cuáles son los factores de riesgo que tendrían causas más desfavorables y por lo tanto deben ser estudiados.

6.1. Métodos y Criterios para la evaluación del riesgo

El presente documento tiene como objetivo realizar la *Evaluación de Seguridad y Protección* que sirva de base para desarrollar planes de respuesta a emergencias que permitan una rápida actuación en caso de incidentes.

6.1.1. Normativa y documentación utilizada para establecer los criterios en la evaluación de riesgos



En la evaluación de riesgos relacionados con la implantación del GNL en Canarias se ha utilizado la siguiente normativa para establecer los criterios de evaluación:

- UNE 1473 → Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño de instalaciones terrestres
- Plan territorial de emergencia de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias
- Plan territorial insular de emergencias de Protección Civil en la isla de Tenerife
- Plan insular de Protección Civil de Gran Canaria
- Planes de emergencia Municipales

6.1.2. Entornos evaluados

Para la realización de esta evaluación de riesgos se evalúan cuatro situaciones correspondientes a las ubicaciones objeto de estudio:

- Dársena Anaga. Estación de Cruceros.
- Dársena Anaga. Terminal de Carga Rodada (TCR).
- Dársena Anaga. Dique Muelle Sur.
- Dársena Los Llanos. Dique de Los Llanos.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.1.3. Método de evaluación de los riesgos

En la evaluación de los riesgos se han definidos diferentes rangos de frecuencia y consecuencias, obtenidos, tras el estudio y combinación de la normativa comentada en el apartado anterior, siempre desde una visión conservadora y estricta.

- Rangos de frecuencia

Los rangos de frecuencia clasifican la probabilidad con la que se evaluarán los distintos riesgos objeto de estudio. Se han definido un total de cinco rangos de frecuencia:

Rango	Descripción	Frecuencia
Rango 1	Frecuencia de ocurrencia superior a una vez cada 10 años	10^{-1}
Rango 2	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 10 años y una vez cada 100 años	10^{-1} a 10^{-2}
Rango 3	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 100 años y una vez cada 1.000 años	10^{-2} a 10^{-3}
Rango 4	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 1.000 años y una vez cada 10.000 años	10^{-3} a 10^{-4}
Rango 5	Frecuencia de ocurrencia inferior a una vez cada 10.000 años	10^{-4}



Tabla 9. Rangos de frecuencias utilizados en la evaluación. Fuente: Elaboración propia

- Clases de consecuencias

Los rangos de consecuencias se clasifican en función de los efectos en cada tipo de accidente, con diferentes criterios pueden conllevar muertos, heridos o pérdida de combustible. Se han definido cinco clases de consecuencia:

	Criterio	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Accidentes mortales	Muertos	Más de 10	1 a 10	0	0	0
Accidentes con pérdida de tiempo	Heridos	Más de 100	11 a 100	2 a 10	1	0
Escape de combustibles	Toneladas	-	Más de 5	1 a 5	0,1 a 1	Menos de 0,1

Tabla 10. Consecuencias utilizadas para la evaluación. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- Evaluación del riesgo

En este punto se presenta el método que se ha utilizado para evaluar la magnitud de los riesgos existentes y en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.

Se ha partido de la identificación de las situaciones de emergencia posibles que pudieren darse en los distintos entornos antes mencionados. A continuación se ha estimado la probabilidad de que ocurran los hechos sugeridos y teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias se ha obtenido un riesgo para cada uno de los eventos.



Para la evaluación de riesgo del presente informe no se emplearán los valores absolutos de riesgo, probabilidad y consecuencia, sino unos niveles en una escala de cinco¹ posibilidades. Así se hablará de *nivel de riesgo*, *nivel de probabilidad* y *nivel de consecuencias*. A continuación se muestra una tabla para cada nivel:

Nivel de consecuencias				
Clase	Accidentes mortales [Muertos]	Accidentes con pérdida de tiempo [Heridos]	Escape de hidrocarburos [Toneladas]	Valor
1	Más de 10	Más de 100	-	10
2	1 a 10	11 a 100	Más de 5	5
3	0	2 a 10	1 a 4,99	3
4	0	2	0,1 a 0,99	2
5	0	0	Menos de 0,1	1

Tabla 11. Niveles de consecuencias utilizados en la evaluación. Fuente: Elaboración propia – 2015

Niveles de probabilidad		
Clase	Frecuencia	Valor
1	Superior a una vez cada 10 años	10
2	Comprendido entre una vez cada 10 años y una vez cada 100 años	5
3	Comprendido entre una vez cada 100 años y una vez cada 1.000 años	3
4	Comprendido entre una vez cada 1.000 años y una vez cada 10.000 años	2
5	Inferior a una vez cada 10.000 años	1

Tabla 12. Niveles de probabilidad utilizados en la evaluación. Fuente: Elaboración propia – 2015

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



El nivel de riesgo se obtendrá multiplicando el nivel de probabilidad (NP) por el nivel de consecuencias (NC) para finalmente obtener el nivel de riesgo; A continuación se muestra la expresión:

$$NP \times NC = \text{Nivel Riesgo}$$

Una vez obtenido el riesgo de cada situación de peligro se ha clasificado en los siguientes rangos:

Clasificación de los riesgos evaluados	
Riesgo muy alto	NR ≥ 50
Riesgo alto	25 ≤ NR < 50
Riesgo medio	15 ≤ NR < 25
Riesgo moderado	9 ≤ NR < 15
Riesgo bajo	NR < 9

Tabla 13. Clasificación de los riesgos evaluados. Fuente: Elaboración propia – 2015

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- Aceptabilidad del riesgo

Se han definido tres niveles de aceptabilidad del riesgo, en combinación de las consecuencias y probabilidad del evento. Respetando la clasificación de los riesgos detalla en el apartado anterior se definen los siguientes niveles de aceptabilidad:

- Nivel 3: Situación no deseada y que no puede ser permitida. Se requieren medidas correctoras (Inaceptable)
- Nivel 2: Situación que debe ser mejorada. Nivel para el que debe probarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo permaneciendo dentro de las prácticas razonables.
- Nivel 1: Situación normal (Aceptable)



Distribución para la evaluación:

EVALUACIÓN						
Rangos de frecuencia		Clase de consecuencias				
		5	4	3	2	1
Rango 1	> 0,1	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Rango 2	0,1 a 0,01	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
Rango 3	0,01 a 0,001	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Rango 4	0,001 a 0,0001	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
Rango 5	< 0,0001	Green	Green	Green	Green	Yellow

Aceptabilidad del peligro	
Green	Riesgo bajo (Situación normal)
Yellow	Riesgo medio (Situación ALARP)
Red	Riesgo alto (No aceptable)

Tabla 14. Matriz para la determinación de riesgo.

Para la evaluación de los diferentes entornos estudiados se utilizará la aceptabilidad definida en el presente apartado.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



6.2. Riesgos asociados al GL y GNL

La implantación del sistema objeto de estudio en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife trae consigo una serie de riesgos propios, que se pueden definir de distintas maneras. Atendiendo al origen o causa, los riesgos se pueden clasificar en:

- Riesgos tecnológicos
- Riesgos antrópicos
- Riesgos naturales



Figura 1. Clasificación de los riesgos asociados al GN y GNL según su origen o causa. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Para la identificación de los riesgos, se ha utilizado un código numérico de dos cifras. Los identificadores se agrupan en función del tipo de riesgo que representan:

- Riesgos de origen tecnológico: se definen como Tipo 1 y les corresponde el rango entre [ID: 01] e [ID: 14].
- Riesgos de origen antrópico: se definen como Tipo 2 y son representados con los valores de [ID: 15] hasta [ID: 16].
- Riesgos de origen natural: se definen como Tipo 3 y sus identificadores son desde el [ID: 17] hasta el [ID: 21].

A continuación, se muestra un ejemplo de identificación de un riesgo:

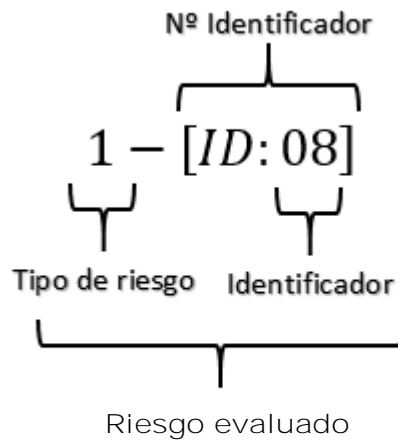






Figura 2. Ejemplo de identificación de los Riesgos Evaluados. Fuente: Elaboración propia.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

A continuación, se muestra una tabla resumen con la identificación que se ha utilizado para la evaluación de los riesgos:

Origen	Evento	Riesgo	Tipo	ID	Nomenclatura
Tecnológico	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	1	01	1 - [ID: 01]
Tecnológico	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al gas	1	02	1 - [ID: 02]
Tecnológico	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nube – desencadenante de riesgos tecnológicos	1	03	1 - [ID: 03]
Tecnológico	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	1	04	1 - [ID: 04]
Tecnológico	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo de fuego	1	05	1 - [ID: 05]
Tecnológico	Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola de fuego	1	06	1 - [ID: 06]
Tecnológico	Expansión explosiva de vapor	Explosión - BLEVE	1	07	1 - [ID: 07]
Tecnológico	Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	Explosión - CVE	1	08	1 - [ID: 08]
Tecnológico	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	Explosión - UCVE	1	09	1 - [ID: 09]
Tecnológico	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	1	10	1 - [ID: 10]
Tecnológico	TRF – Transición rápida de fase	Sobrepresión – Onda de choque	1	11	1 - [ID: 11]
Tecnológico	Fallo en instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	1	12	1 - [ID: 12]
Antrópico	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	13	2 - [ID: 13]
Antrópico	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	14	2 - [ID: 14]
Antrópico	Impactos mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	15	2 - [ID: 15]
Natural	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	16	3 - [ID: 16]
Natural	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	17	3 - [ID: 17]
Natural	Maremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	18	3 - [ID: 18]
Natural	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	19	3 - [ID: 19]
Natural	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	20	3 - [ID: 20]

Tabla 15. Tabla resumen de identificación de eventos. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.2.1. Riesgos tecnológicos

En este apartado se describen los riesgos derivados del desarrollo tecnológico y la aplicación y uso significativo de las tecnologías durante la operación del GN y GNL en el sistema a implantar.

Las propiedades del gas natural en estado gaseoso (GN) y líquido (GNL) implican unos riesgos comunes a todos los entornos evaluados en el presente informe. Las situaciones, relativas a la manipulación de GN y GNL, listadas a continuación pueden generar peligro en las operaciones de carga y descarga, almacenamiento de GNL y generación de electricidad definidas en el proyecto objeto de estudio.

- Operaciones con GNL
- Operaciones con GN
- Fenómenos de tipo térmico
- Fenómenos de tipo mecánico
- Otro tipo de fenómenos físicos

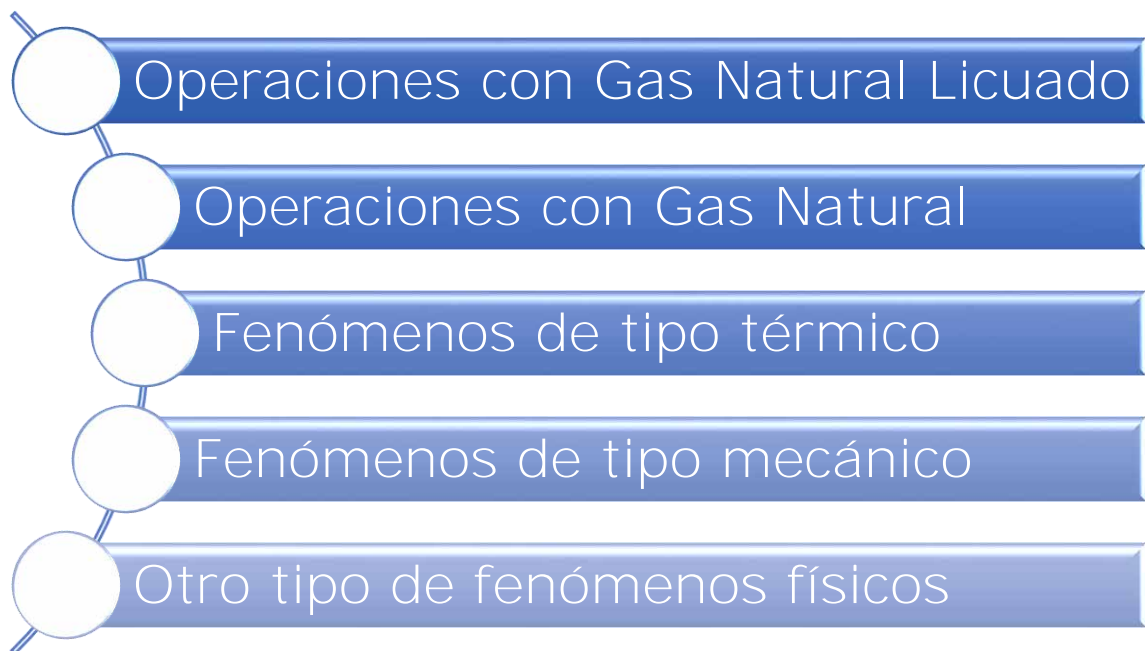




Ilustración 20. Situaciones que generan peligro, relativas a la manipulación de GNL y GN. Fuente: Elaboración propia

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.2.1.1. Operaciones con Gas Natural Licuado

- Derrame de GNL (sin fuente de ignición) (1 – [ID: 01])

La exposición al GNL, que se encuentra a temperatura criogénica (-160 grados Celsius), puede tener consecuencias severas para las personas que entren en contacto con el líquido.

Las consecuencias de un accidente causado por un vertido de GNL son:

- El contacto directo con el GNL, que se encuentra en estado criogénico, puede ocasionar quemaduras, lesiones graves o incluso la muerte.
- El vertido de GNL sobre estructuras que no soporten temperaturas criogénicas puede provocar fractura frágil.

El vertido produce gas de evaporación de dos formas:

- o Al perder presión una parte del GNL se transforma en GN por un fenómeno denominado flash.
- o El contacto con una superficie produce la ebullición masiva del GNL.



En ambos casos el gas producido está a la misma temperatura que el GNL y por lo tanto puede causar los mismos daños a personas y estructuras, incluyendo daños a pulmones por bajas temperaturas, asfixia por desplazamiento del oxígeno en espacios confinados y congelación por exposición prolongada.

6.2.1.2. Operaciones con Gas Natural

- Nube de gas (sin fuente de ignición) (1 – [ID: 02])

Una fuga en la instalación posterior al sistema de regasificación puede formar una nube de gas, que en un espacio confinado puede producir asfixia por desplazamiento del oxígeno.

Cuando el oxígeno del aire desciende a menos del 18% aparece el riesgo de asfixia, por lo que se puede comenzar a sentir mareos, cansancio y debilidad muscular. Si se desciende por debajo del 10%, las consecuencias son mayores, produciéndose pérdida de conocimiento y muerte por asfixia.

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.2.1.3. Fenómenos de tipo térmico

- Nube de gas (con fuente de ignición) (1 – [ID: 03])

Una pérdida de contención, tanto por vertido accidental de GNL como por fuga de gas posterior al sistema de regasificación, puede causar una nube de gas natural y de aire, que se puede inflamar cuando la concentración de gas natural está dentro del rango de 5% y 15% del volumen. La deflagración de la nube causa un incendio de llamarada (“flash fire”).

Cuando la ignición no es instantánea, existe la posibilidad de que aumente el tamaño de la nube de gas y, por tanto, las consecuencias de un accidente serán mayores. Al aumentar el tamaño de la nube se incrementa la posibilidad de encontrar una fuente de ignición más alejada de la fuga. Si la fuga de gas es relativamente pequeña y no hay confinamiento de la misma, las consecuencias se ven reducidas, pudiendo llegar a ser despreciables.

Existe el riesgo de que tras producirse la ignición, la llama pueda retroceder hasta el origen de la fuga evolucionando en un incendio de charco, dardo de fuego o incluso en ruptura catastrófica del depósito.

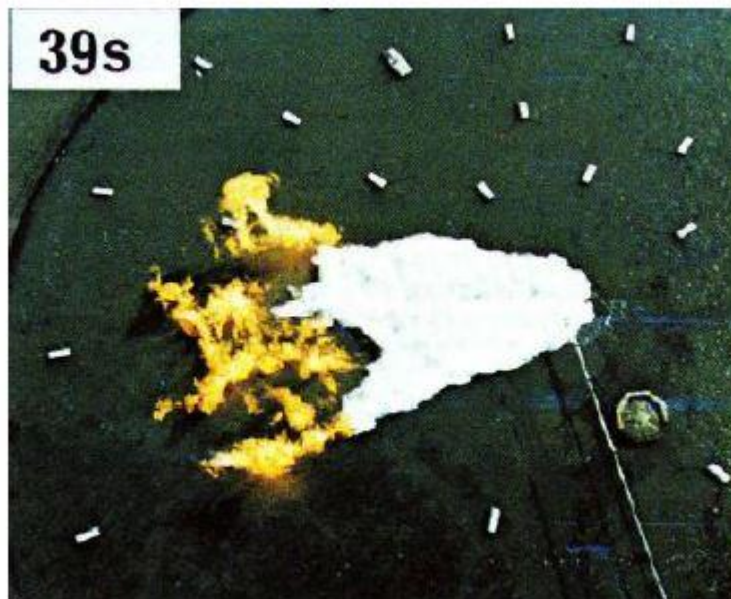




Ilustración 21. Desarrollo del incendio de la nube de GN durante la prueba 38 de la serie de Maplin Sands. Fuente: Blackmore et al - 1982



	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- *Derrame de GNL (con fuente de ignición) (1 – [ID: 04])*

El incendio de charco se genera tras un derrame accidental de GNL, y normalmente es consecuencia de la deflagración de los gases de evaporación (1 - [ID: 03]). Para que se forme un charco de GNL, la cantidad de combustible liberado debe ser lo suficientemente grande para que la transferencia de calor con el aire no sea suficiente para vaporizar todo el gas licuado inmediatamente, y parte de él acaba formando un charco sobre la superficie. La potencia emitida por la superficie (SEP, *Surface Emissive Power*) de una llama procedente de un charco suficientemente grande de GNL suele estar por encima de los 200 kW/m² (El "límite soportable" para un bombero con traje estructural es del orden de 12,5 kW/m² con un tiempo de exposición prolongado).



Ilustración 22. Incendio de charco realizado durante la serie de pruebas en China Lake. Fuente: Tesis doctoral "Estudio de la dispersión e incendio de nubes inflamables de gas (GNL y GLP)" de la Doctora Diana Villafañe Santander – 2013

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		



- Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición) (1 – [ID:05])

Cuando ocurre una fuga de GNL/GN y el gas alcanza una fuente de ignición, la evolución de la deflagración de la nube (1 – [ID: 03]) puede alcanzar el origen de la fuga (o directamente encontrar una fuente de ignición en la zona de pérdida de contención) que puede estabilizarse originando una llama estacionaria y de forma **alargada, denominada dardo de fuego o “jet fire”**.

Especialmente en espacios abiertos, las nubes de gas pueden viajar varios cientos de metros, alcanzando fuentes de ignición que se creían fuera del alcance.



Ilustración 23. Incendio de chorro bifásico (propano). Fuente: Tesis doctoral “*Estudio de la dispersión e incendio de nubes inflamables de gas (GNL y GLP)*” de la Doctora: Diana Villafañe Santander – 2013



	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- *Pérdida de contención total (con fuente de ignición) (1 – [ID: 06])*

El incendio por bola de fuego es un tipo de accidente que entraña mucho peligro. Este tipo de evento tiene lugar cuando un contenedor sufre una rotura, produciendo una fuga instantánea y masiva de combustible a la atmosfera. La fuga al encontrar una fuente de ignición genera un incendio de forma esférica y con un diámetro en función de la cantidad de material inflamable implicado. Es normalmente consecuencia de una explosión de tipo BLEVE (1 – [ID: 07]).



Ilustración 24. Bola de fuego debida a la ignición de la nube de GN en la prueba 5 de la serie Falcon. Fuente: Tesis doctoral “*Estudio de la dispersión e incendio de nubes inflamables de gas (GNL y GLP)*” de la Doctora: Diana Villafañe Santander, 2013 – 1987

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.2.1.4. Fenómenos de tipo mecánico

- Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE, Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) (1 – [ID: 07])

Un líquido almacenado en un depósito presurizado, en su punto de ebullición o en sus proximidades y por encima de una determinada presión se evaporará con suma rapidez si se libera repentinamente debido a un fallo del sistema de presión. Este proceso de expansión violenta es conocido por provocar la proyección de partes enteras de depósitos rotos a varios cientos de metros.

El caso más frecuente que causa este tipo de accidente es un incendio que envuelve el depósito, haciendo ceder la estructura mecánica.

- Nube de gas confinada (con fuente de ignición) (1 – [ID: 08])



La explosión CVE (*Confined Vapour Explosion*) se produce en condiciones de confinamiento del material volátil. Ocurre cuando en un recinto confinado se produce un escape de gas natural o de gas de evaporación de GNL, que se encuentra dentro de los límites de inflamabilidad y entra en contacto con un punto de ignición que origina la combustión de la nube confinada.

En las instalaciones congestionadas se produce una situación de semiconfinamiento, definida entre los fenómenos de CVE y UVCE.

- Nube de gas no confinada (con fuente de ignición) (1 – [ID: 09])

Este tipo de explosión (UVCE, *Unconfined Vapour Cloud Explosion*) está asociada al escape masivo de gases. Se define como la combustión de la mezcla combustible-aire formada por la fuga y dispersión de una sustancia combustible en la atmósfera, dando lugar a temperaturas muy elevadas, y generando una onda de presión.

En función de la velocidad de propagación de la llama, el fenómeno puede resultar en una deflagración, si la velocidad es baja, o en una detonación, si la velocidad es alta. En el caso del gas natural es poco probable que cause una situación de explosión en entornos abiertos ya que el metano, componente principal del gas, tiene una velocidad baja de propagación de la llama.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- *Rollover – Basculamiento de capas (1 – [ID: 101])*

La norma UNE-EN ISO 16903:2015 define el término como se expone a continuación.



El basculamiento de capas se refiere al proceso que puede ocasionar la emisión de grandes cantidades de gas desde un depósito de GNL durante un corto periodo de tiempo. Esto podría producir una sobrepresión en el depósito para la que éste no está diseñado o protegido.

Es posible que en los depósitos de almacenamiento de GNL se puedan formar dos capas o células estratificadas estables, generalmente provocadas por una mezcla incompleta de GNL recientemente cargado en el depósito y de líquido de una densidad diferente en el fondo del depósito. Dentro de una misma capa la densidad del líquido es uniforme pero la capa del fondo se compone de líquido más denso que el de la capa superior. En consecuencia, debido a la fuga de calor en el interior del depósito, a la transferencia de calor y de masa entre las capas y a la evaporación en la superficie del líquido, se equilibra la densidad de las capas y finalmente se mezclan. Esta mezcla espontánea se denomina basculamiento de capas y si, como es el caso más frecuente, el líquido en la capa del fondo se sobrecalienta en relación a la presión en el espacio de vapor del depósito, el basculamiento de capas está acompañado de un incremento en la formación del vapor. Este incremento es algunas veces rápido e importante. En ciertos casos, el incremento de la presión en el depósito ha sido suficiente para causar el desenclavamiento de las válvulas de seguridad de sobrepresión.



Ilustración 25. Rollover en container de prácticas de extinción de incendios.

Fuente: Pablo Boj – 2005

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



- TRF – Transición rápida de fase (1 – [ID: 11])

La norma UNE-EN ISO 16903:2015 define el término como se expone a continuación.

Cuando dos líquidos a diferente temperatura entran en contacto, puede producirse fuerzas de onda de choque en determinadas circunstancias. Este fenómeno, denominado transición rápida de fase (TRF), se puede producir cuando entran en contacto el GNL y el agua. Aunque no se produzca combustión, este fenómeno tiene todas las características de una explosión. Las transiciones rápidas de fase resultantes de un vertido de GNL en agua han sido a la vez raras y con consecuencias relativamente limitadas.

- Fallo en instrumentación (1 – [ID: 12])

Un fallo en instrumentación debido tanto a defectos de fábrica como fallos humanos es una de las causas comunes que pueden desencadenar en riesgos para la salud de las personas, la instalación o el medioambiente.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

6.2.2. Riesgos antrópicos

Este tipo de riesgo está asociados al comportamiento de las personas, es decir, son situaciones de riesgo en la que el agente de la misma es el ser humano propiamente. En este apartado se documentan los riesgos de tipo antrópicos para el entorno evaluado.

6.2.2.1. Unidad Generadora con Almacenamiento de GNL

En este apartado se desarrollarán los posibles riesgos antrópicos que pueda sufrir la unidad generadora con almacenamiento de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se prevén riesgos de tipo:

- Terrorismo
- Actos vandálicos
- Impactos mecánicos

6.2.2.1.1. Terrorismo (2 – [ID: 13])



El riesgo de ataques terroristas tiene la incertidumbre de que no se puede determinar cuándo se pueden producir. Diferentes informes indican que los tanques de GNL y las plantas de regasificación son objetivos terroristas. En España existe el Plan de Prevención y Protección Antiterrorista para dar respuesta global e integral al riesgo de posibles ataques terroristas.

Los tanques de almacenamiento de GNL requieren de una fuerza considerable de destrucción para romper los sistemas de contención. Debido a esto, los incendios presentan el mayor riesgo por actos terroristas.

En el caso de colisionar un vehículo contra el depósito de almacenaje de GNL, el impacto ocasionado podría causar un incendio con el combustible del vehículo estrellado. El incendio producido podría afectar a los tanques de GNL originando una reacción en cadena con el combustible almacenado produciendo mayores daños en la instalación y zonas adyacentes.



6.2.2.1.2. Actos Vandálicos (2 – [ID: 14])

Los actos vandálicos previstos son el posible sabotaje y hurtos en la instalación. Las consecuencias de los actos vandálicos pueden suponer una contraprestación en el funcionamiento de la instalación, pudiendo ocasionar riesgos tanto para los trabajadores como para los vándalos. Los hurtos podrían ocasionar paros en el funcionamiento del sistema por la reposición de los elementos.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.2.2.1.3. Impactos mecánicos (2 – [ID: 15])

Los impactos mecánicos previstos son los posibles accidentes dado el tránsito de vehículos y mercancías generadas por el uso propio del puerto. Las consecuencias de estas acciones pueden suponer deterioros en los elementos de la instalación, pudiendo ocasionar paros en el funcionamiento del sistema, incluso en casos extremos pudiendo ocasionar un incendio con el combustible del vehículo estrellado. El incendio producido podría afectar a los tanques de GNL originando una reacción en cadena con el combustible almacenado produciendo mayores daños en la instalación y zonas adyacentes.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



6.2.3. Riesgos naturales

Los riesgos que se contemplan por fenómenos naturales están condicionados por las características geográficas y particulares de la región. En los entornos objeto de evaluación del presente informe existen o pueden producirse los siguientes riesgos de las siguientes condiciones:

- Lluvias
- Vientos Fuertes
- Maremotos
- Terremotos
- Vulcanismo



Figura 3. Riesgos por fenómenos naturales. Fuente: Elaboración propia – 2017

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

6.2.3.1. Lluvias (3 – [ID: 16])

Las lluvias en Canarias son un factor de riesgo para las infraestructuras. En las fases de diseño es muy importante la consulta de los Planes Hidrológicos Insulares de las islas, prestando especial importancia al estudio de los caudales en las diferentes cuencas de los barrancos y cauces naturales de las islas que afecten al entorno de estudio. El Consejo Insular de Aguas de la isla de Tenerife cuenta con estudios preliminares del riesgo de inundación hidrográfica. También es necesario tener en cuenta la metodología de cálculo y restricciones que vienen recogidas en dichos informes, en especial a lo referente al cálculo de caudales de avenida, dominio público hidráulico, zonas de afección y zonas inundables.

6.2.3.2. Vientos Fuertes (3 – [ID: 17])

La ubicación del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, al encontrarse en contacto directo con el medio marino, puede registrar vientos notables. Es muy importante en la fase de diseño tener presentes los vientos máximos registrados en cada zona.



Asimismo se deben tener presente los posibles efectos que una modificación del clima mundial, como consecuencia del efecto invernadero, pudiese tener en la isla de Tenerife. Con la posibilidad de un incremento de las tormentas tropicales, o incluso de huracanes, lo cual debería preverse en el diseño de los anclajes y sistemas de seguridad de todos los equipamientos. También tener en cuenta las rachas de viento a efectos de asegurar los elementos móviles o susceptibles de volar de los alrededores de la instalación a fin de minimizar el riesgo de que los mismos puedan impactar con otros elementos y provocar daños mayores.

6.2.3.3. Maremotos: (3 – [ID: 18])

Las consecuencias más extremas de los maremotos son los tsunamis, que son producidas por agentes puramente geológicos, pudiendo formar olas de altura comprendida entre 15 y 30 metros con gran poder destructivo.

En Canarias solo se tiene registrado por el Instituto Geográfico Nacional un maremoto que tuvo lugar a principios del siglo XVIII, atribuido a una erupción submarina.

Aun cuando es un fenómeno extraordinariamente raro, la experiencia del terremoto ocurrido en Japón en 2011 y las consecuencias que el maremoto posterior tuvieron en la central de Fukushima, nos invitan como ingenieros y analistas de riesgos a plantear la necesidad de introducir defensas costeras o sistemas de rotura de ola que pudieran minimizar los efectos de un maremoto sobre las instalaciones del puerto.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.2.3.4. Terremotos (3 – [ID: 19])

El origen volcánico de las Islas Canarias produce la actividad sísmica en las islas. La actividad sísmica está estrechamente relacionada con la actividad vulcanológica, registrándose, en los últimos años, por el Instituto Volcanológico de Canarias sismos de baja magnitud.

Los riesgos asociados a la integridad de los elementos de la implantación del GN y GNL, están cubiertos por la normativa sismorresistente española, que se debe cumplir. Los tanques de GNL son el mayor riesgo potencial y son diseñados para resistir la actividad sísmica.

6.2.3.5. Vulcanismo (3 – [ID: 20])

Canarias es la única región del territorio español volcánicamente activa. Existe un riesgo constante de erupciones, como la erupción submarina registrada en la costa próxima a El Hierro.

En la etapa de planificación y diseño se deben considerar los mapas de peligrosidad volcánica, que definen la probabilidad de que pueda producirse un fenómeno adverso producido por una erupción. Los mapas de peligrosidad de Tenerife se encuentran publicados en el Instituto Geográfico Nacional y se muestran a continuación.

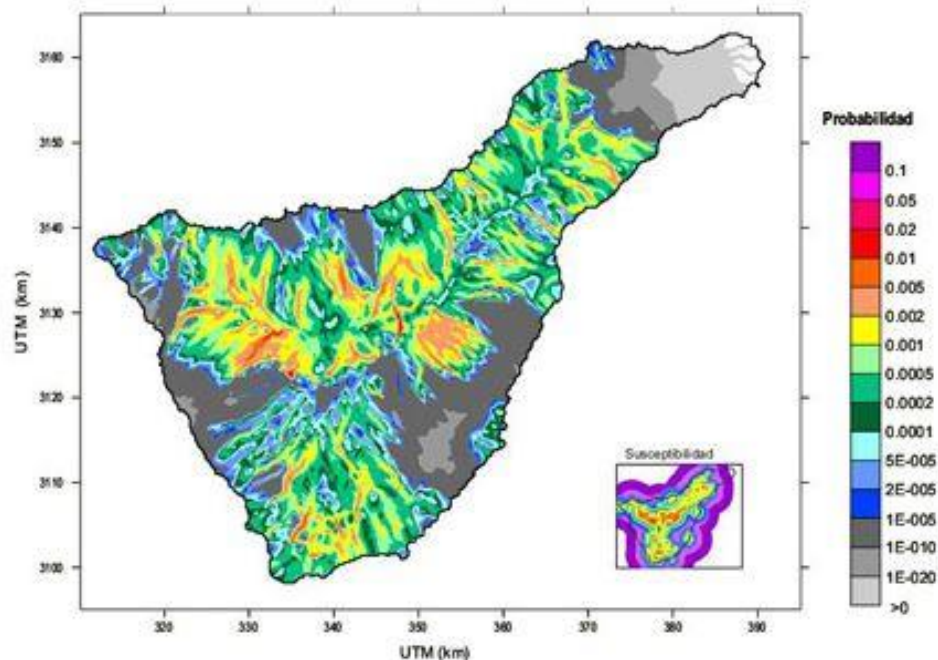


Figura 4. Mapa de peligrosidad de coladas de lavas basálticas de Tenerife. Fuente: Instituto Geográfico Nacional "<http://www.ign.es/ign/layoutIn/peligrosidad.do>"

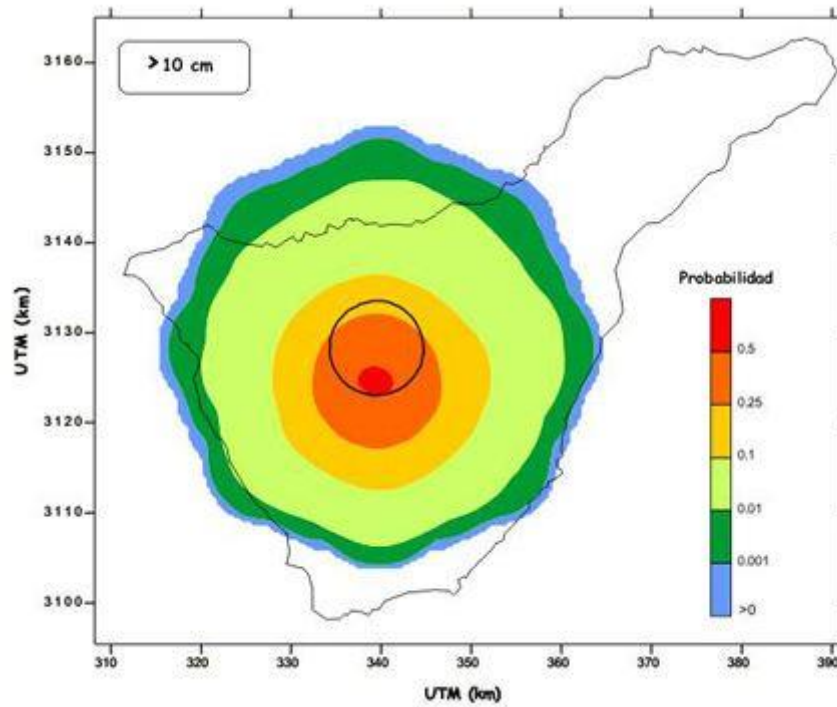




Figura 5. Mapa de peligrosidad de recubrimiento de más de 10 cm de ceniza para Tenerife. Fuente: Instituto Geográfico Nacional
“<http://www.ign.es/ign/layoutIn/peligrosidad.do>”

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.3. Análisis de probabilidad de eventos

La probabilidad de los eventos estudiados en los apartados anteriores está determinada desde guías internacionales recomendadas, registros de datos históricos y documentos oficiales de emergencias en Canarias. Respetando la clasificación definida de los eventos posibles, se analiza en los siguientes:



- Riesgos tecnológicos
- Riesgos antrópicos
- Riesgos naturales

6.3.1. Riesgos tecnológicos

La probabilidad de los riesgos tecnológicos estudiados se evalúan según la guía internacional **“Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2. Con este documento se evalúan los riesgos tecnológicos asociados a fugas y escape de combustible.** Se representa en forma de árbol de eventos en los párrafos posteriores.

La probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible se evalúa, al igual que riesgos **asociados, según la guía internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.** Se estudian los procesos de funcionamiento general del sistema y el proceso de carga y descarga del depósito de GNL.

Para las diferentes localizaciones objeto de estudio en el presente documento, se estudian cuatro escenarios que presentan riesgos, y pueden derivar en eventos dañinos para las personas y estructuras cercanas.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	<i>EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS</i>	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.3.1.1. Probabilidad de riesgos tecnológicos asociados a fugas y escape de combustible

- Escape Instantáneo de Gas

Los escapes instantáneos de gas se pueden dar a partir de la unidad de evaporización del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. Se puede observar en el gráfico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.

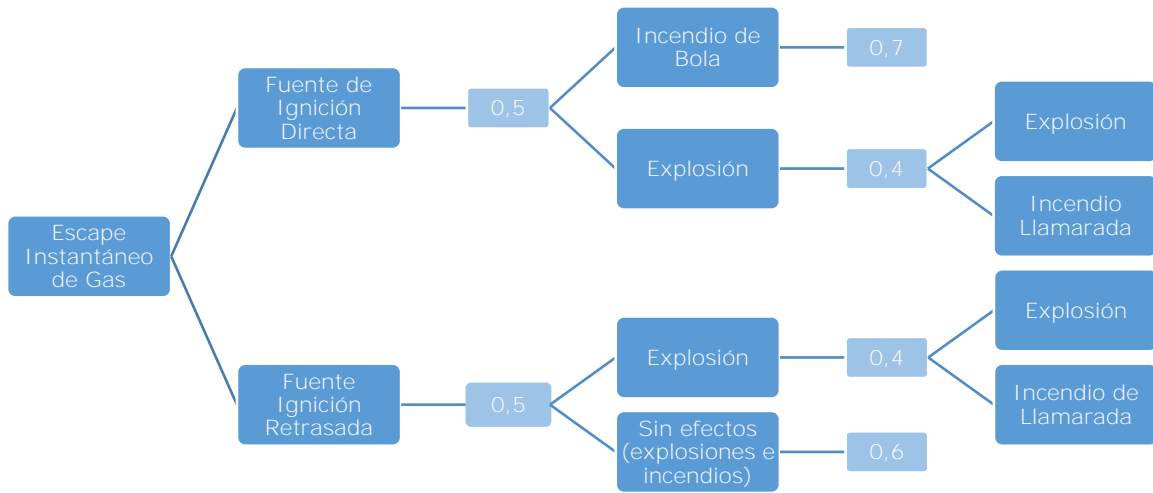


Figura 6. Árbol de eventos en escape de instantáneo de Gas en sistema de generación eléctrica. Fuente: Elaboración Propia

- Escape Continuo de Gas

Los escapes continuos de gas se pueden dar a partir de la unidad de evaporización del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. Se puede observar en el gráfico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.

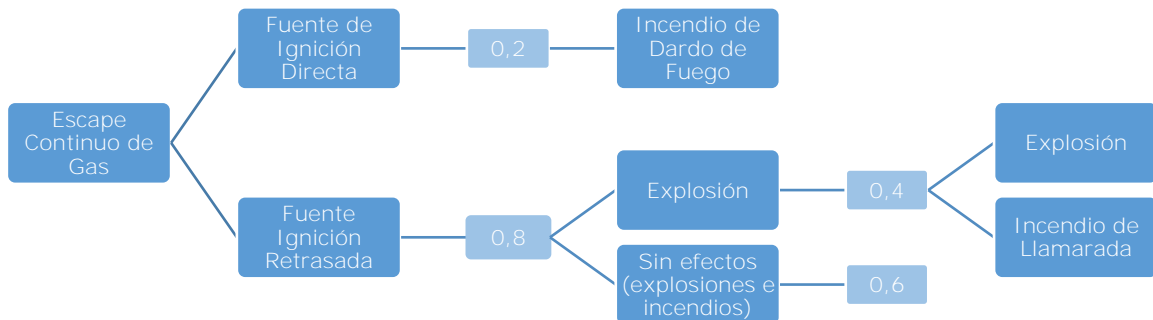


Figura 7. Árbol de eventos en escape de continuo de Gas en sistema de generación eléctrica. Fuente: Elaboración Propia

- Escape Instantáneo de GNL

Los escapes instantáneos se pueden dar en el almacenamiento y elementos previos a la evaporación del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. También pueden ocasionarse escapes en el proceso de carga y descarga entre el camión cisterna y el depósito de GNL. Se puede observar en el gráfico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.

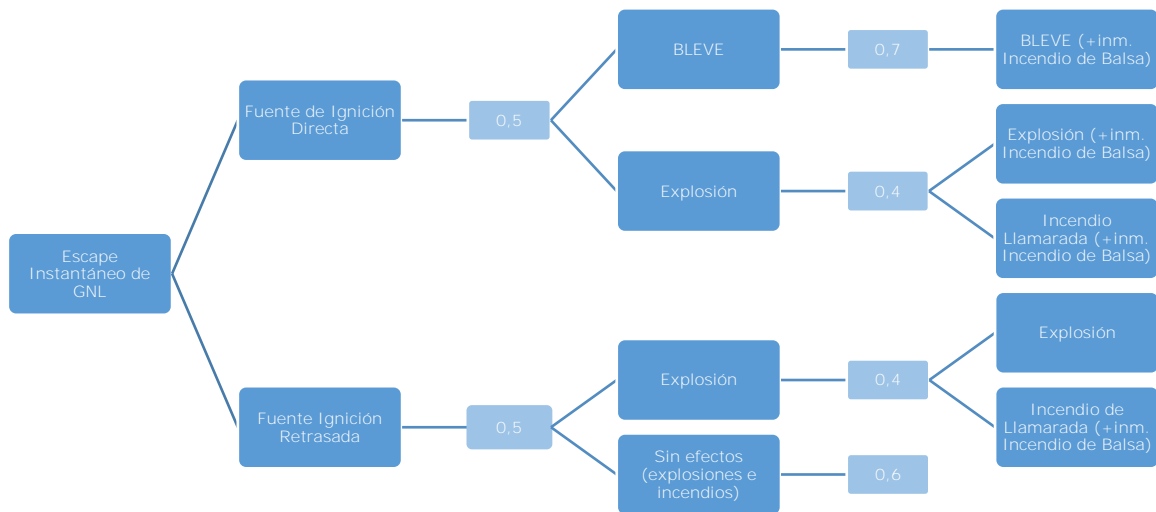


Figura 8. Árbol de eventos en escape de instantáneo de GNL en sistema de generación eléctrica. Fuente: Elaboración Propia

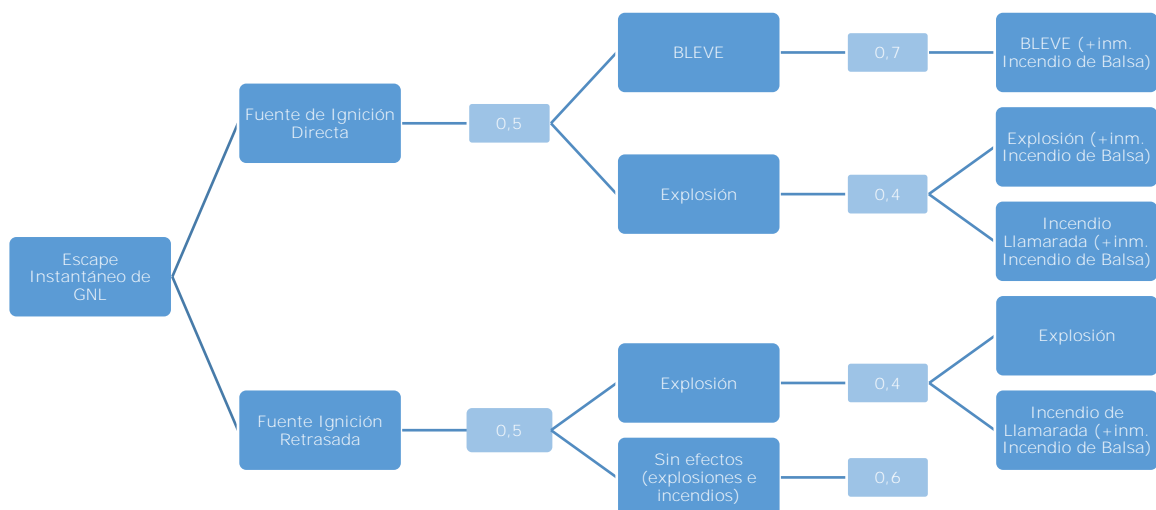




Figura 9. Árbol de eventos en escape de instantáneo de GNL en operaciones de carga y descarga. Fuente: Elaboración Propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- Escape Continuo de GNL

Los escapes continuos se pueden dar en el almacenamiento y elementos previos a la evaporación del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. También pueden ocasionarse escapes en el proceso de carga y descarga entre el camión cisterna y el depósito de GNL. Se puede observar en el grafico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.

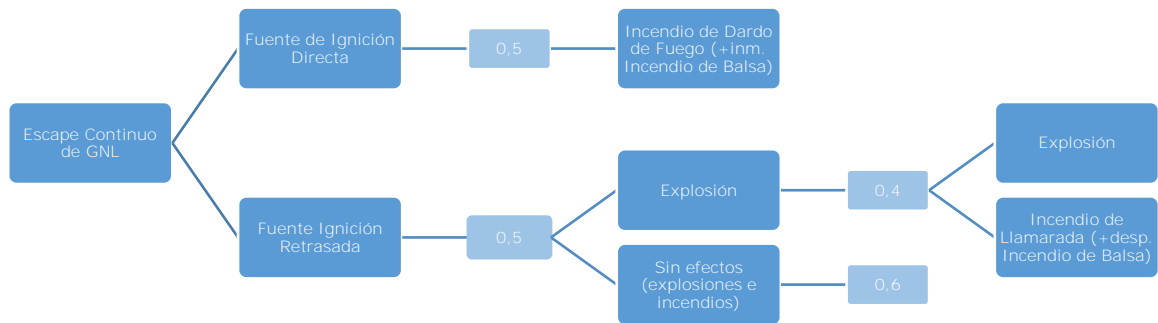


Figura 10. Árbol de eventos en escape de instantáneo de GNL en sistema de generación eléctrica Fuente: Elaboración Propia

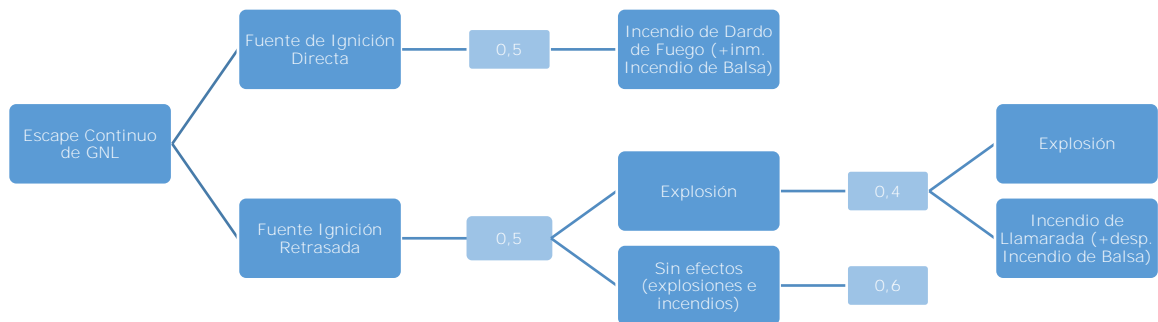




Figura 11. Árbol de eventos en escape de instantáneo de GNL en operaciones de carga y descarga. Fuente: Elaboración Propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	<i>EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS</i>	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.3.1.2. Probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible

La probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible se evalúa en los procesos de funcionamiento general del sistema y el proceso de carga y descarga del depósito de GNL.

En el proceso de funcionamiento del sistema están implicados los siguientes elementos:

- Depósitos presurizados en superficie

Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)
Depósito presurizado en superficie	Escape instantáneo y total	5×10^{-7}
Depósito presurizado en superficie	Escape total en 10 min	5×10^{-7}
Depósito presurizado en superficie	Escape continuo por un agujero de Φ 10 mm	1×10^{-5}

Tabla 16. Probabilidad fallos en depósitos presurizados en superficie. Fuente: Elaboración Propia

- Tuberías y conexiones en superficie



Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)(por metro)
Tubería y conexiones en superficie (entre 75 y 150 mm)	Rotura de tubería	1×10^{-6}
Tubería y conexiones en superficie (entre 75 y 150 mm)	Fuga con un diámetro del 10 % del diámetro de la tubería, con un máximo con 50 mm.	5×10^{-6}

Tabla 17. Probabilidad fallos en tuberías y conexiones en superficie. Fuente: Elaboración Propia

- Válvulas de seguridad

Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)
Válvula de seguridad	Escape superior a presión máxima de válvula (con rotura de válvula)	2×10^{-5}

Tabla 18. Probabilidad fallos en válvulas de seguridad. Fuente: Elaboración Propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- Otro elementos (bombas, compresores, evaporadores, quemadores, etc)

Se ha escogido las frecuencias más conservadoras de los elementos implicados en el sistema de aplicación.

Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)
Otros elementos	Fallo Grave	1×10^{-4}
Otros elementos	Fuga con un diámetro del 10 % de las dimensiones	4.4×10^{-3}

Tabla 19. Probabilidad fallos en elementos del sistema. Fuente: Elaboración Propia

En el proceso de carga y descarga del depósito de GNL están implicados lo siguientes elementos:

- Transporte en camión cisterna



Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)
Camión cisterna	Escape total e instantáneo	5×10^{-7}
Camión cisterna	Escape en conexiones tuberías y conexiones	5×10^{-7}

Tabla 20. Probabilidad fallos en transporte en camión cisterna. Fuente: Elaboración Propia

- Carga y descarga GNL (incluido elementos de conexión)

Elemento	Escenario	Frecuencia en brazo (por hora)	Frecuencia en manguera (por hora)
Carga y Descarga	Ruptura brazo/manguera de carga y descarga	3×10^{-8}	4×10^{-6}
Carga y Descarga	Perdida en el brazo/manguera en carga y descarga con un diámetro del 10 % del diámetro de la tubería, con un máximo con 50 mm.	3×10^{-7}	4×10^{-5}



Tabla 21. Probabilidad fallos en operaciones de carga y descarga. Fuente: Elaboración Propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Escenarios adicionales como efecto domino del proceso de carga y descarga.

Elemento	Escenario	Frecuencia (por hora)
Carga y Descarga //Camión Cisterna	BLEVE derivado del proceso de carga y descarga	5.8×10^{-10}

Tabla 22 Probabilidad fallos en escenarios con efecto domino de carga y descarga.
Fuente: Elaboración Propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.3.2. Riesgos antrópicos



La probabilidad de los riesgos asociados al comportamiento de las personas es un factor vinculado a la sociedad establecida en la isla de Tenerife. Para determinar los índices de probabilidad de los sucesos antrópicos se ha consultado el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, donde se realiza un estudio de los eventos estudiando los registros históricos de incidentes.

En este apartado se desarrollarán los posibles riesgos antrópicos que pueda sufrir la unidad generadora con almacenamiento de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se prevén riesgos de tipo:

- Terrorismo
- Actos vandálicos
- Impactos mecánicos

Riesgo	Comentario	Frecuencia (por año)
Terrorismo	Sin constancia. No se tienen constancia de acciones terroristas en Tenerife.	1×10^{-5}
Actos vandálicos	Sin constancia. No se tienen constancia de actos vandálicos en Tenerife. (con consecuencias considerables)	1×10^{-5}
Impactos mecánicos	Existe constancia de accidentes de transporte con mercancías peligrosas en las vías de la isla de Tenerife, aunque poco frecuente en zonas de uso restringido.	1×10^{-3}

Tabla 23. Probabilidad riesgos antrópicos. Fuente: Elaboración Propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.3.3. Riesgos naturales



La probabilidad de los riesgos asociados a efectos naturales adversos se determina por medio de registros históricos de eventos en las islas. Para determinar los índices de probabilidad de los sucesos antrópicos se ha consultado el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, donde se realiza un estudio de los eventos estudiando los registros históricos de incidentes.

En este apartado se desarrollarán los posibles riesgos naturales que pueda sufrir la unidad generadora con almacenamiento de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se prevén riesgos de tipo:

- Lluvias
- Vientos Fuertes
- Maremotos
- Terremotos
- Vulcanismo

Riesgo	Comentario	Frecuencia (por año)
Lluvias	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, este tipo de eventos ocurren una vez cada varios años en la isla. La última lluvia torrencial con grandes consecuencias fue en 2002, en Sta. Cruz de Tenerife.	1×10^{-2}
Vientos Fuertes	Según el histórico registrado de vientos fuertes con las consecuencias consideradas, se registran cada varias décadas. El último registro de vientos fuertes con graves consecuencias fue en 2005, con la tormenta tropical Delta.	1×10^{-2}
Maremotos	Solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina	1×10^{-5}
Terremotos	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, este tipo de eventos ocurren rara vez en el Archipiélago Canario	1×10^{-4}
Vulcanismo	Aunque Canarias es una región volcánica activa, la zona en las que se ubica el Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentran fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad	1×10^{-5}

Tabla 24. Probabilidad riesgos naturales. Fuente: Elaboración Propia

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.4. Análisis de las consecuencias.

Para realizar una estimación de consecuencias se requiere de una función que relacione la magnitud del impacto, por ejemplo la radiación térmica procedente de un incendio, con el grado de daño causado por el mismo, lo que se conoce como establecer una relación entre la dosis y la respuesta. El método comúnmente más utilizado es el análisis *probit*, que relaciona la variable *probit* (de *probability unit*) con la probabilidad.

La relación entre porcentaje y variable *probit* se suele reflejar en una expresión como la siguiente:

$$Y = a + b \ln V$$

Donde *a* y *b* son constantes que se determinan experimentalmente a partir de la información procedente de accidentes. La variable *V* es una medida de lo que causa el daño.

La ecuación anterior permite, a partir de los efectos de un accidente (radiación térmica, onda de sobrepresión, etc.), obtener de forma prácticamente directa el porcentaje de muertos y heridos de una determinada tipología (quemaduras de primer y segundo grado, mortalidad, etc.).

En la gráfica y tabla siguiente se muestra la relación entre porcentaje y variable *probit*.

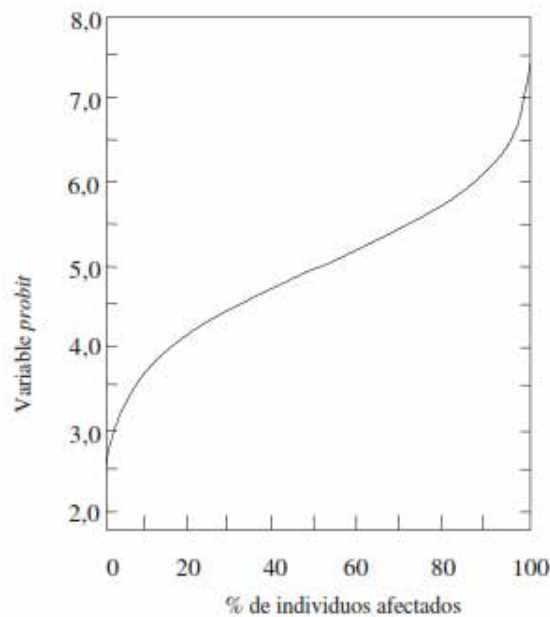




Ilustración 26. Relación entre porcentaje y variable *probit*. Fuente: "Análisis del riesgo en instalaciones industriales" J. Casal et al.

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,97	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
-	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Tabla 25. Relación entre porcentaje y variable *probit*. Fuente: "Análisis del riesgo en instalaciones industriales" J. Casal et al.

6.4.1. Ecuaciones *probit* para estimar las consecuencias de la radiación térmica

Existen variedad de ecuaciones *probit* para estimar las consecuencias de la radiación térmica. En el presente análisis de riesgo se han utilizado las siguientes.

- Quemaduras de primer grado:

$$y = -39,83 + 3,0186 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

Donde t es el tiempo de exposición (en segundos) y q la intensidad de la radiación (en Wm^{-2}).

- Quemaduras de segundo grado:



$$y = -43,14 + 3,0186 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

- Mortalidad (sin protección):

$$y = -36,38 + 2,56 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

- Mortalidad (con protección):

$$y = -37,23 + 2,56 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

Las consecuencias de un incendio están directamente relacionadas al tiempo que la persona **es expuesta a la radiación térmica. Un caso especial es el de las "llamaradas" (flash fire)**, que aparecen cuando una nube de vapor se inflama. Deben considerarse dos posibilidades:

- Personas u objetos fuera de la nube: están sometidos a radiación, pero como la duración del fenómeno es muy corta, el daño es limitado y muy inferior al caso siguiente.
- Personas u objetos dentro de la nube: sometidos a un contacto directo con la llama. Las personas sufrirán quemaduras graves sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava por la ignición más que probable de los vestidos; la probabilidad de muerte es muy elevada. En el caso de personas situadas en el interior de infraestructuras, probablemente estarán protegidas de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios.

6.4.2. Resultados del análisis *probit*

La siguiente tabla resume las consecuencias de los diferentes eventos que pueden causar la exposición a la radiación térmica en caso de accidentes que impliquen pérdida de contención del combustible, parcial o total.

Para el cálculo de distancias de afectación se han realizado simulaciones utilizando el programa Phast. Se puede obtener más información al respecto en el Anexo I del actual informe.

Las simulaciones incluidas en la tabla siguiente se han realizado con una climatología definida con estabilidad de Pasquill F (estable – noche con nubes moderadas y viento suave/moderado) y velocidad del viento 1,5 m/s.

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
Chorro de fuego (horizontal) - fuga 25 mm	37.500	d < 46	1,41	Quemaduras de primer grado (10%)
	37.500		2,24	Quemaduras de primer grado (50%)
	37.500		5,14	Quemaduras de primer grado (99%)
	37.500		4,23	Quemaduras de segundo grado (10%)
	37.500		6,72	Quemaduras de segundo grado (50%)
	37.500		15,38	Quemaduras de segundo grado (99%)
	37.500		4,83	Mortalidad sin protección (10%)
	37.500		8,34	Mortalidad sin protección (50%)
	37.500		22,15	Mortalidad sin protección (99%)
	37.500		6,73	Mortalidad con protección (10%)
	37.500		11,63	Mortalidad con protección (50%)
	37.500		30,87	Mortalidad con protección (99%)
	12.500	d < 55	6,11	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		9,71	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)
	12.500		18,28	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		29,07	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		20,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		36,09	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500		29,11	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		50,31	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	d < 67,5	27,90	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		44,37	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		83,54	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		132,83	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		95,44	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		164,90	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		133,02	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		229,83	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	85,5 < d	-	Inofensivo
Chorro de fuego (vertical) - fuga 25 mm	12.500	d < 11	6,11	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		9,71	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)
	12.500		18,28	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		29,07	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500		20,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		36,09	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		29,11	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		50,31	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	d < 36,5	27,90	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		44,37	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		83,54	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		132,83	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		95,44	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		164,90	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		133,02	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		229,83	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	60 < d	-	Inofensivo
Chorro de fuego (45 grados) - fuga 25 mm	12.500	d < 21,5	6,11	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		9,71	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500		18,28	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		29,07	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		20,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		36,09	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		29,11	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		50,31	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	d < 43,9	27,90	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		44,37	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		83,54	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		132,83	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		95,44	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		164,90	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		133,02	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		229,83	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	69,3 < d	-	Inofensivo



Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
Charco de fuego - Late Pool Fire	37.500	5,5 < d < 17,7	1,41	Quemaduras de primer grado (10%)
	37.500		2,24	Quemaduras de primer grado (50%)
	37.500		5,14	Quemaduras de primer grado (99%)
	37.500		4,23	Quemaduras de segundo grado (10%)
	37.500		6,72	Quemaduras de segundo grado (50%)
	37.500		15,38	Quemaduras de segundo grado (99%)
	37.500		4,83	Mortalidad sin protección (10%)
	37.500		8,34	Mortalidad sin protección (50%)
	37.500		22,15	Mortalidad sin protección (99%)
	37.500		6,73	Mortalidad con protección (10%)
	37.500		11,63	Mortalidad con protección (50%)
	37.500		30,87	Mortalidad con protección (99%)
	12.500	0,82 < d < 5,5 y 17,7 < d < 27,4	6,11	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		9,71	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)
	12.500		18,28	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		29,07	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		20,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		36,09	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		29,11	Mortalidad con protección (10%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500		50,31	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	-9,9 < d < 0,82 y 27,4 < d < 38,9	27,90	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		44,37	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		83,54	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		132,83	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		95,44	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		164,90	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		133,02	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		229,83	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	-26,5 < d < -9,9 y 38,9 < d < 56	-	Inofensivo
Charco de fuego - Early Pool Fire	37.500	6,7 < d < 13,14	1,41	Quemaduras de primer grado (10%)
	37.500		2,24	Quemaduras de primer grado (50%)
	37.500		5,14	Quemaduras de primer grado (99%)
	37.500		4,23	Quemaduras de segundo grado (10%)
	37.500		6,72	Quemaduras de segundo grado (50%)
	37.500		15,38	Quemaduras de segundo grado (99%)
	37.500		4,83	Mortalidad sin protección (10%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	37.500		8,34	Mortalidad sin protección (50%)
	37.500		22,15	Mortalidad sin protección (99%)
	37.500		6,73	Mortalidad con protección (10%)
	37.500		11,63	Mortalidad con protección (50%)
	37.500		30,87	Mortalidad con protección (99%)
	12.500	5,6 < d < 6,7 y 13,14 < d < 18,72	6,11	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		9,71	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)
	12.500		18,28	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		29,07	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		20,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		36,09	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		29,11	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		50,31	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	0,42 < d < 5,6 y 18,72 < d < 24,64	27,90	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		44,37	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		83,54	Quemaduras de segundo grado (10%)



Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	4.000		132,83	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		95,44	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		164,90	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		133,02	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		229,83	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	-7,9 < d < 0,42 y 24,64 < d < 33,27	-	Inofensivo
Bola de fuego - Fireball	37.500	-48,52 < d < 48,52	1,41	Quemaduras de primer grado (10%)
Duración de la bola de fuego = 4,52 s	37.500		2,24	Quemaduras de primer grado (50%)
	37.500		5,14	Quemaduras de primer grado (99%)
	37.500		4,23	Quemaduras de segundo grado (10%)
	37.500		6,72	Quemaduras de segundo grado (50%)
	37.500		15,38	Quemaduras de segundo grado (99%)
	37.500		4,83	Mortalidad sin protección (10%)
	37.500		8,34	Mortalidad sin protección (50%)
	37.500		22,15	Mortalidad sin protección (99%)
	37.500		6,73	Mortalidad con protección (10%)
	37.500		11,63	Mortalidad con protección (50%)
	37.500		30,87	Mortalidad con protección (99%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500	-144,56 < d < -48,52 y 48,52 < d < 144,56	6,11	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		9,71	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)
	12.500		18,28	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		29,07	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		20,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		36,09	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		29,11	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		50,31	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	-275,73 < d < -144,56 y 144,56 < d < 275,73	27,90	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		44,37	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		83,54	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		132,83	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		95,44	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		164,90	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	4.000		133,02	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		229,83	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	-464,19 < d < -275,73 y 275,73 < d < 464,19	-	Inofensivo

Tabla 26. Consecuencias calculadas a partir de ecuaciones probit para casos de radiación térmica. Las distancias de afectación se han extraído de las simulaciones realizadas con Phast. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	<i>EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS</i>	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.4.3. Otros resultados

A continuación se presentan resultados de distancias máximas recorridas en caso de fuga por un orificio de diámetro de 25 mm, estabilidad de Pasquill F y viento 1,5 m/s. Los resultados se han calculado para el Límite Superior de Inflamabilidad (LSI) y el Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) del gas natural que se data en 15% y 5% de volumen en el aire, respectivamente.

	Distancia máx. horizontal (LSI)	Distancia máx. horizontal (LII)	Altura máxima (LSI)	Altura máxima (LII)
Nube de gas - fuga horizontal (1 m)	27,98 m	80,18 m	1,21 m	1,41 m
Nube de gas - fuga vertical (2,5 m)	2,10 m	8,88 m	12,82 m	15,53 m
Nube de gas - fuga 45 grados (1 m)	14,1 m	23,9 m	8,8 m	9,7 m



Tabla 27. Alturas y distancias máximas recorridas por la nube (LSI y LII) para el caso de un orificio de 25 mm, clima F y viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia

En el caso de sobrepresión causada por BLEVE del depósito, se han recogido a continuación las siguientes distancias (radios en metros) a presiones específicas. Para más información consultar el Anexo I.

	Radio 0,7 bar (m)	Radio 0,35 bar (m)	Radio 0,125 bar (m)	Radio 0,05 bar (m)
BLEVE - Early Explosion	6,84	9,94	19,86	42,72

Tabla 28. Radios de afección de la onda de sobrepresión causada por BLEVE del depósito. Fuente: Elaboración propia

Además se han realizado cálculos de vaporización del charco en caso de pérdida total de contención en el programa Phast, obteniendo una vaporización casi por completo en un tiempo de 424 segundos. Se puede observar gráficamente en el Anexo I adjunto.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.4.4. Justificación de distancias de seguridad y protección, según norma ISO/TS 18683:2015

Para la determinación de las zonas de seguridad y protección que establece la norma ISO 18683 alrededor de la instalación de almacenamiento de GNL en el momento de actividad, independientemente de las distancias de seguridad que establece la reglamentación vigente entre el almacenamiento y el motor que suministra electricidad, se han utilizado las zonas determinadas por sobrepresión en el caso de un accidente en el depósito. Estas zonas son:

- La zona de intervención (0,125 bar de sobrepresión) que delimita la zona de seguridad, con un radio aproximado de 20 m alrededor del sistema de almacenamiento de GNL y enganche de la manguera de gas al motor generador de electricidad.
- La zona de alerta (0,050 bar de sobrepresión) que delimita la zona de protección, con un radio aproximado de 42 m alrededor del sistema de almacenamiento de GNL y enganche de la manguera de gas al motor generador de electricidad.

La zona de seguridad es la distancia alrededor del sistema a la que sólo puede acceder personal esencial y exclusivamente para actividades que sean permitidas en el área y puedan ser expuestas al gas inflamable en caso de una fuga accidental de GNL o gas natural durante la carga/descarga de GNL y suministro de gas al sistema generador de electricidad.

La zona de protección, que se encuentra alrededor de la zona de seguridad, es aquella en la que el tráfico de barcos y otras actividades deberían ser monitorizados durante las actividades de carga/descarga de GNL y suministro de gas al sistema generador de electricidad.

En la siguiente imagen se muestra la simulación realizada con Phast para estimar las distancias definidas de seguridad y protección.

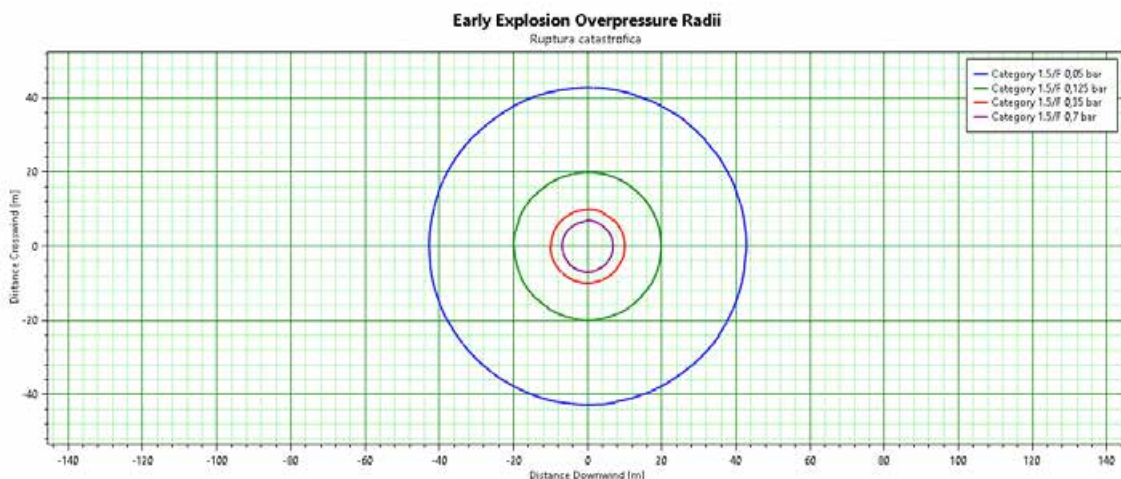



Ilustración 27. Radio de afección en caso de sobrepresión para BLEVE en caso de ruptura catastrófica del sistema. Las delimitaciones de 0,050 y 0,125 bar, umbrales de zona de alerta e intervención respectivamente, han servido para delimitar las zonas de seguridad y protección del proyecto. Fuente: Elaboración propia con Phast 7.11

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

6.5. Evaluación de riesgos



La evaluación de riesgos analizará todos los procesos implicados dentro de los límites del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

Se evaluará el transporte por carretera de los camiones cisterna de GNL, encargados de suministrar combustible al sistema de generación eléctrica.

También será estudiado el proceso de carga y descarga de combustible, en el trasvase entre el camión cisterna y el depósito de almacenamiento de GNL.

Por último, se evaluará el sistema de generación con todos los elementos implicados en su funcionamiento. En este estudio de evaluación de riesgos se evalúan los eventos en cuatro localizaciones del Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

1. Dársena Anaga. Estación de Cruceros
2. Dársena Anaga. Terminal de Carga Rodada (TCR)
3. Dársena Anaga. Dique Muelle Sur
4. Dársena Los Llanos. Dique Los Llanos

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.5.1. Riesgos transporte GNL

Los riesgos asociados al GNL y GN en el transporte de GNL en camión cisterna se evaluarán distribuidos en los siguientes bloques:

- Riesgos Tecnológicos

En este apartado de riesgos tecnológicos se evaluarán los riesgos de origen industrial asociados al transporte de GNL por carretera mediante camiones cisterna. A continuación, se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Antrópicos

En este apartado de riesgos antrópicos se evaluarán los riesgos producto de las acciones o actividades humanas intencionadas. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Naturales

En este apartado de riesgos naturales se evaluarán los riesgos que tienen su origen en fenómenos naturales. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

6.5.1.1. Riesgos Tecnológicos

6.5.1.1.1. Consecuencias

	Riesgo	Evento	Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
			Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	Quemaduras / Congelación / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Las fugas se producen principalmente por daños sufridos en la cisterna del camión a consecuencia de un accidente de tráfico.	2	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	3	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	2
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	Problemas respiratorios / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	La fuga del GNL al exterior por rotura de la cisterna, al interactuar con la atmósfera produciría una rápida evaporación con la consiguiente formación de nube tóxica.	2	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	3	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	2
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	Quemaduras / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los efectos de este tipo de accidentes son fundamentalmente: la radiación térmica generada por los incendios y los efectos de los posibles gases tóxicos generados en la combustión.	2	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	3	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	2
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	Quemaduras / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los efectos de este tipo de accidentes son fundamentalmente los causados en el entorno por el calor generado e irradiado desde el dardo.	2	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	3	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	2
1-[ID: 06]	Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	Quemaduras / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Este tipo de incendios puede desencadenar en explosiones y ocasionar daños graves, que pueden llegar a poner en peligro la integridad de la planta.	1	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	1

Riesgo	Evento	Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	Quemaduras / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores	En caso de que el GNL transportado en camión cisterna a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito.	1	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	1
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	Quemaduras / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores	Cuando se produce una fuga, y el gas inflamable encuentra una fuente de ignición (como pueden ser superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión.	1	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 300 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 300 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	1

Tabla 29. Evaluación de consecuencias de riesgos tecnológicos en transporte de GNL. Fuente: Elaboración propia

6.5.1.1.2. Probabilidades

	Riesgo	Evento	Probabilidades		
			Rango	Frecuencia	Justificación
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴].	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴].	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴].	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴].	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴].	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴].	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴].	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.

Tabla 30. Evaluación de probabilidades de riesgos tecnológicos *en transporte de GNL*. Fuente: Elaboración Propia

6.5.1.2. Riesgos Antrópicos

6.5.1.2.1. Consecuencias

			Consecuencias									
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
Riesgo	Evento		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores	Los actos terroristas pueden afectar al transporte de GNL, pudiendo derivar en riesgos de tipo mecánico, cuyas consecuencias dependerán del mismo.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden afectar a la integridad del camión cisterna, afectando al conductor. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden afectar a la integridad del camión cisterna, afectando al conductor. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	1
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los actos vandálicos pueden afectar al transporte de GNL, pudiendo derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias	1	Los actos vandálicos pueden ocasionar la muerte de los ejecutores y del conductor, pudiendo llegar a afectar a los vehículos o personas cercanas al evento.	3	El sabotaje de las instalaciones puede afectar a los ejecutores del acto en el momento. También pueden afectar a los trabajadores en caso de no estar localizado el sabotaje.	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	1

Tabla 31. Evaluación de consecuencias de riesgos antrópicos en transporte de GNL. Fuente: Elaboración propia

6.5.1.2.2. Probabilidades

			Probabilidades			
Riesgo	Evento	Rango	Frecuencia	Justificación		
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴].	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos terroristas de este tipo en Canarias.	
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴].	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos vandálicos con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.	

Tabla 32. Evaluación de probabilidades de riesgos antrópicos en transporte de GNL. Fuente: Elaboración propia

6.5.1.3. Riesgos Naturales

6.5.1.3.1. Consecuencias

ID	Riesgo	Evento	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Las lluvias pueden afectar al transporte de GNL. Pudiendo ocasionar accidentes que puedan derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en el camión cisterna derivados de accidentes. Se limitará el transporte en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	3	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en el camión cisterna derivados de accidentes que pueden ocasionar daños tecnológicos. Se limitará el transporte en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	2
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los vientos fuertes pueden afectar al transporte de GNL. Pudiendo ocasionar accidentes que puedan derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en el camión cisterna derivados de accidentes. Se limitará el transporte en caso de que exista una alarma de riesgo de vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	3	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en el camión cisterna derivados de accidentes que pueden ocasionar daños tecnológicos. Se limitará el transporte en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	2
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los terremotos pueden afectar al transporte de GNL. Pudiendo ocasionar accidentes que puedan derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias.	2	Los riesgos de tipo natural, pueden causar un accidente de tráfico. El conductor del camión puede sufrir daños mortales derivados del propio accidente o de las consecuencias de éste (fugas, incendios o explosiones en el camión).	2	En el caso de que se produjera una fuga, incendio o explosión a consecuencia del accidente, varias personas podrían verse afectadas.	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	1
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores	Las erupciones volcánicas pueden afectar al transporte de GNL. Pudiendo ocasionar accidentes que puedan derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias.	2	Los riesgos de tipo natural, pueden causar un accidente de tráfico. El conductor del camión puede sufrir daños mortales derivados del propio accidente o de las consecuencias de éste (fugas, incendios o explosiones en el camión). En este caso las alertas tempranas y las actuaciones de protección civil impedirán la circulación de este tipo de vehículos, limitando las consecuencias e incluso, anulándolas.	2	Los riesgos de tipo natural, pueden causar un accidente de tráfico. Se ha estimado hasta 100 heridos siendo conservadores en la estimación de consecuencias, por las posibles consecuencias en caso de accidente (fugas, incendios o explosiones)	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30.000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 13,5 toneladas de producto.	2



Tabla 33. Evaluación de consecuencias de riesgos naturales en transporte de GNL. Fuente: Elaboración propia

*Nota: Con carácter general, se deberá limitar la exposición del sistema a riesgos naturales para los casos de alerta por cualquier evento de los listados en la tabla anterior.

6.5.1.3.2. Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Evento	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad (Figura 5 y Figura 6). Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.

Tabla 34. Evaluación de probabilidades de riesgos naturales *en transporte de GNL* Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

6.5.1.4. Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos

A continuación se muestra una tabla resumen con la evaluación de las consecuencias y probabilidades para los eventos analizados. A su vez se clasifican los riesgos, en función de las consecuencias y probabilidades estimadas, según los rangos definidos en el presente documento. Por último se representará la aceptabilidad del riesgo.

Evaluación de consecuencias

Distribución terrestre mediante camión	Riesgos evaluados												
	Riesgos tecnológicos						Riesgos Antrópicos		Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Accidentes mortales	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Pérdidas de tiempo	3	3	3	3	2	2	2	1	3	3	3	2	2
Escape hidrocarburos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Clase	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Nivel de consecuencia	5	5	5	5	10	10	10	10	10	5	5	5	5

Tabla 35. Tabla resumen evaluación de consecuencias. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de probabilidades

Distribución terrestre mediante camión	Riesgos evaluados												
	Riesgos tecnológicos						Riesgos Antrópicos		Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Rango	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	5	5
Nivel de probabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	1

Tabla 36. Tabla resumen evaluación de probabilidades. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de Riesgo

Distribución terrestre mediante camión	Riesgos evaluados												
	Riesgos tecnológicos						Riesgos Antrópicos		Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Nivel de riesgo	5	5	5	5	10	10	10	10	10	25	25	5	5
	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Valor de aceptabilidad	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	1	1

Tabla 37. Tabla resumen nivel de riesgo y aceptabilidad. Fuente: Elaboración Propia

Nivel de los Riesgos Evaluados en el Transporte de GNL en Camión Cisterna

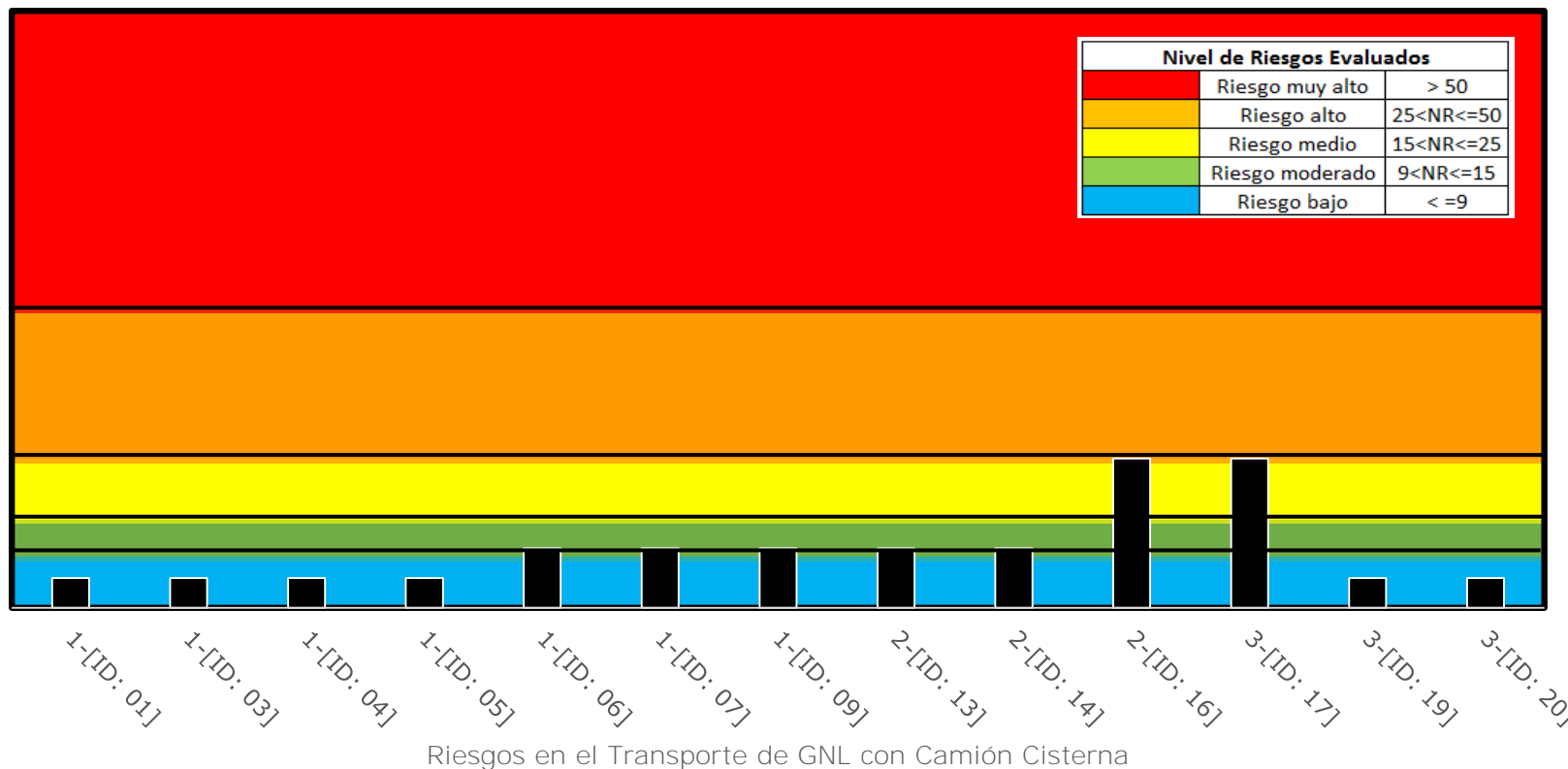


Tabla 38. Niveles de riesgo evaluados, transporte de GNL. Fuente: Elaboración Propia

Gráfico Radial Riesgos en el Transporte de GNL en Camión Cisterna
1-[ID: 01]

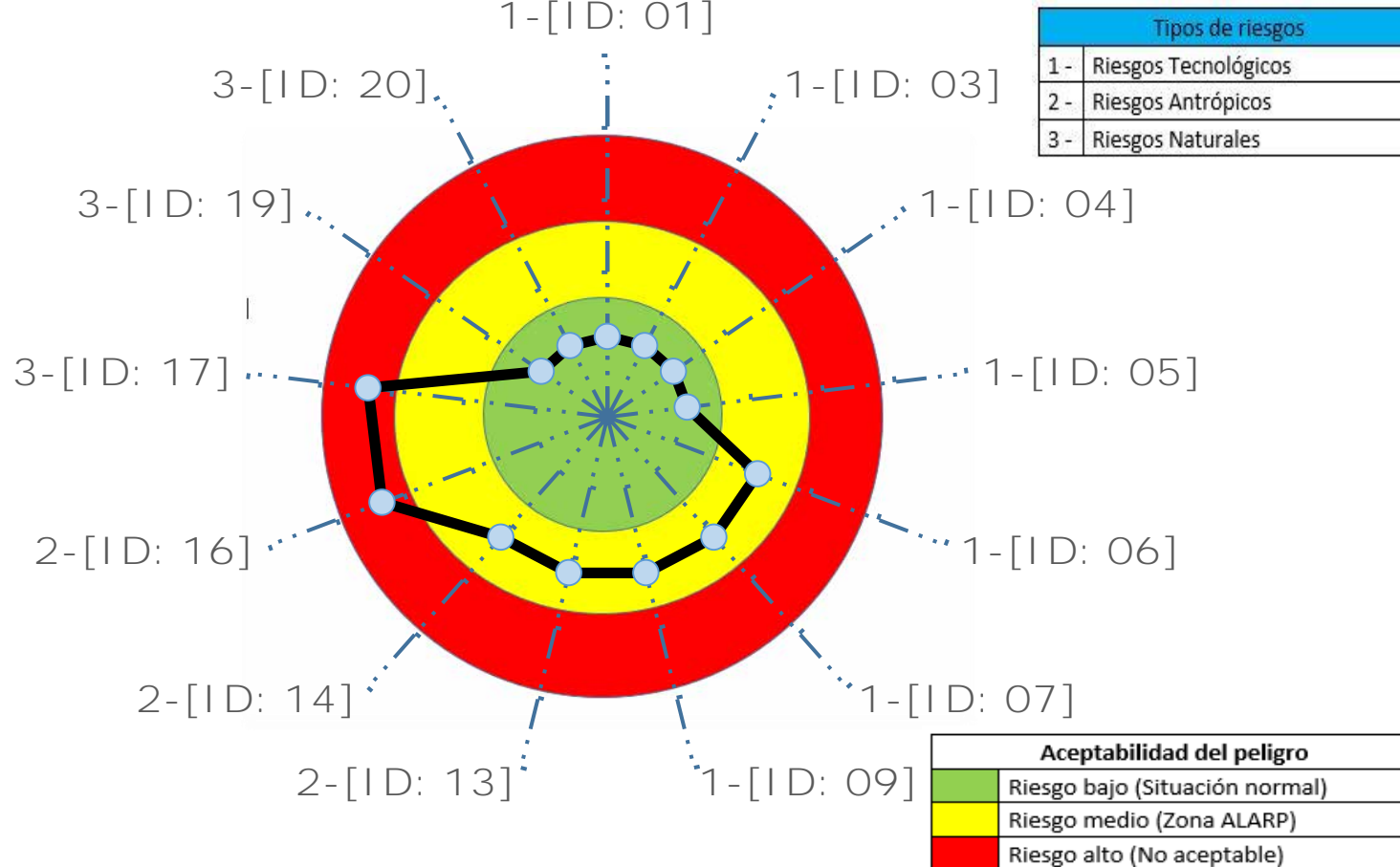


Tabla 39. Aceptabilidad del riesgo, transporte de GNL. Fuente: Elaboración Propia



Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-0732-S)

EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS

Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección

6.5.2. Riesgos en carga y descarga de GNL

Los riesgos asociados al GNL y GN en el sistema de carga y descarga de GNL se evaluarán distribuidos en los siguientes bloques:

- Riesgos Tecnológicos

En este apartado de riesgos tecnológicos se evaluarán los riesgos de origen industrial asociados a la carga y descarga de GNL. A continuación, se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Antrópicos

En este apartado de riesgos antrópicos se evaluarán los riesgos producto de las acciones o actividades humanas intencionadas. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Naturales

En este apartado de riesgos naturales se evaluarán los riesgos que tienen su origen en fenómenos naturales. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

6.5.2.1. Riesgos Tecnológicos

6.5.2.1.1. Consecuencias

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	Problemas respiratorios/ Quemaduras/ Congelación/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En el caso de exposición al GNL, que se encuentra a temperatura criogénica, pueden tener consecuencias mortales. Las consecuencias mortales se originan de las exposiciones directas del gas licuado y las exposiciones a los vapores del gas licuado tras generarse un derrame.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de vertido o escape de GNL o de gas puede causar una nube de gas, que al mezclarse con el aire puede entrar entre el rango inflamable de la mezcla, puede generar una deflagración al encontrar una fuente de ignición.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	Quemaduras/Asfixia /Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En el caso de un derrame de GNL en una cantidad suficiente para que no se evapore en su totalidad, y al encontrar una fuente de ignición, puede generar un incendio de charco.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	Quemaduras/Asfixia /Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas, originada por pequeñas fisuras o escapes, en forma de chorro, el escape a presión con alta velocidad al encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio denominado dardo de fuego.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Evento	Riesgo	Daños				Consecuencias						
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	Quemaduras/Asfixia /Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse un escape masivo e instantánea de combustible y encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de forma esférica y con un diámetro en función de la cantidad de material inflamable.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas aunque sin consecuencias mortales.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	1
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de que el GNL almacenado a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	1
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en el exterior y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	1
1-[ID: 10]	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	Lesiones graves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de una mezcla de GNL de diferentes densidades, se puede producir un intercambio de calor entre las dos masas, produciendo la evaporación espontánea y originando sobrepresiones que produzcan roturas en las válvulas de seguridad.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento tiene una superficie de afección limitada por la tipología del mismo. Podría afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	Lesiones/ Quemaduras/ Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de que se produzca un vertido de GNL que entre en contacto con un líquido a diferente temperatura, se produce la evaporación espontánea y se genera una explosión de consecuencias relativamente limitadas.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Tabla 40. Evaluación de consecuencias de riesgos tecnológicos en la carga y descarga de GNL. Fuente: Elaboración propia

6.5.2.1.2. Probabilidades

	Riesgo	Evento	Probabilidades		
			Rango	Frecuencia	Justificación
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 10]	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.

Tabla 41. Evaluación de probabilidades de riesgos tecnológicos en la carga y descarga de GNL. Fuente: Elaboración Propia

6.5.2.2. Riesgos Antrópicos

6.5.2.2.1. Consecuencias

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de GNL o GN / Destrucción de instalaciones de la planta / Pérdida económica	Las actuaciones terroristas tienen la intencionalidad de producir el mayor daño posible, por tanto las consecuencias pueden ser graves.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	1
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Asfixia / Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	Los actos vandálicos pueden ser de diversa magnitud, al ser totalmente impredecibles por ser actuaciones aisladas se ha considerado unas consecuencias limitadas de los mismos.	2	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo mortal para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	2
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	La operatividad del puerto conlleva consigo el transporte de personas y mercancías, por lo que podrían ocurrir accidentes de colisiones, en los que se vieran implicado el sistema de generación de electricidad. Las consecuencias de dichos impactos se consideran limitadas, dado que el sistema deberá estar señalizado y limitado las operaciones en sus inmediaciones.	5	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del proceso de carga y descarga.	3	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema. Se pueden producir proyecciones generadas en los impactos que puedan afectar a los operarios del puerto.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	3

Tabla 42. Evaluación de consecuencias de riesgos antrópicos en carga y descarga de GNL. Fuente: Elaboración propia

6.5.2.2.2. Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos vandálicos con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos terroristas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido impactos mecánicos en zonas de uso restringido con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.

Tabla 43. Evaluación de probabilidades de riesgos antrópicos en carga y descarga de GNL. Fuente: Elaboración propia

6.5.2.3. Riesgos Naturales

6.5.2.3.1. Consecuencias

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
3-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Las lluvias pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por lluvias por los organismos públicos competentes.	4
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los vientos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los maremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños graves que deriven en fugas de considerable magnitud incluso daños que comprometan la seguridad del sistema. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de maremoto por los organismos públicos competentes.	2*1	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños graves en los elementos del sistema originando fugas o escapes del total del combustible que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por maremoto por los organismos públicos competentes.	2
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los terremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se prevé unas consecuencias limitadas dado que Canarias no tiene una actividad sísmica considerable.	3	Las consecuencias de este tipo de evento dependen de la intensidad del mismo. Dado el histórico registrado en Canarias las consecuencias se estimadas son limitadas, pudiendo dañar los elementos de la instalación pudiendo ocasionar fugas.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

*1: Se ha seleccionado el caso más desfavorable, en Estación de Cruceros y Terminal TCR, pudiendo afectar a un mayor número de personas. En el caso de las ubicaciones de Dique Los Llanos y Dique Muelle Sur sería clase 3, aunque no afectaría a la consecuencia global de clase 2.

Evento	Riesgo	Daños		Consecuencias							
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
3-[ID: 20] Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Las erupciones volcánicas pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vulcanismo por los organismos públicos competentes.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 18 toneladas. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vulcanismo por los organismos públicos competentes.	2



Tabla 44. Evaluación de consecuencias de riesgos naturales en carga y descarga de GNL. Fuente: Elaboración propia

Nota: Con carácter general, se deberá limitar la exposición del sistema a riesgos naturales para los casos de alerta por cualquier evento de los listados en la tabla anterior.

6.5.2.3.2. Probabilidades

			Probabilidades		
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
3-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según los registros históricos solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina.
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1.000 años [10^{-3}] y 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad. Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.

Tabla 45. Evaluación de probabilidades de riesgos naturales *en carga y descarga de GNL*. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.5.2.4. Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos

A continuación se muestra una tabla resumen con la evaluación de las consecuencias y probabilidades para los eventos analizados. A su vez se clasifican los riesgos, en función de las consecuencias y probabilidades estimadas, según los rangos definidos en el presente documento. Por último se representará la aceptabilidad del riesgo.

Evaluación de consecuencias

Carga y Descarga	Riesgos evaluados																
	Riesgos Tecnológicos									Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Accidentes mortales	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	5	5	5	2	2	2
Pérdidas de tiempo	3	3	3	3	1	1	1	3	3	1	3	3	4	4	2 ^{*1}	3	3
Escape hidrocarburos	4	4	4	4	2	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	4	2
Clase	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	3	4	4	2	2	2
Nivel de consecuencia	5	5	5	5	10	10	10	5	5	10	5	3	2	2	5	5	5

Tabla 46. Tabla resumen evaluación de consecuencias. Fuente: Elaboración Propia

*1: Se ha seleccionado el caso más desfavorable, en Estación de Cruceros y Terminal TCR, pudiendo afectar a un mayor número de personas. En el caso de las ubicaciones de Dique Los Llanos y Dique Muelle Sur sería clase 3, aunque no afectaría a la consecuencia global de clase 2.

Evaluación de probabilidades

Carga y Descarga	Riesgos evaluados																
	Riesgos tecnológicos									Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Rango	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	5	4	5
Nivel de probabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	1	2	1

Tabla 47. Tabla resumen evaluación de probabilidades. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de Riesgo

Carga y Descarga	Riesgos evaluados																
	Riesgos tecnológicos									Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Nivel de riesgo	5	5	5	5	10	10	10	5	5	10	5	15	10	10	5	10	5
	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Moder.	Bajo	Bajo	Moder.	Bajo	Moder.	Moder.	Moder.	Bajo	Moder.	Bajo
Valor Aceptabilidad	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	2	1

Tabla 48. Tabla resumen nivel de riesgo y aceptabilidad. Fuente: Elaboración Propia

Nivel de los Riesgos Evaluados en el proceso de Carga y Descarga de GNL

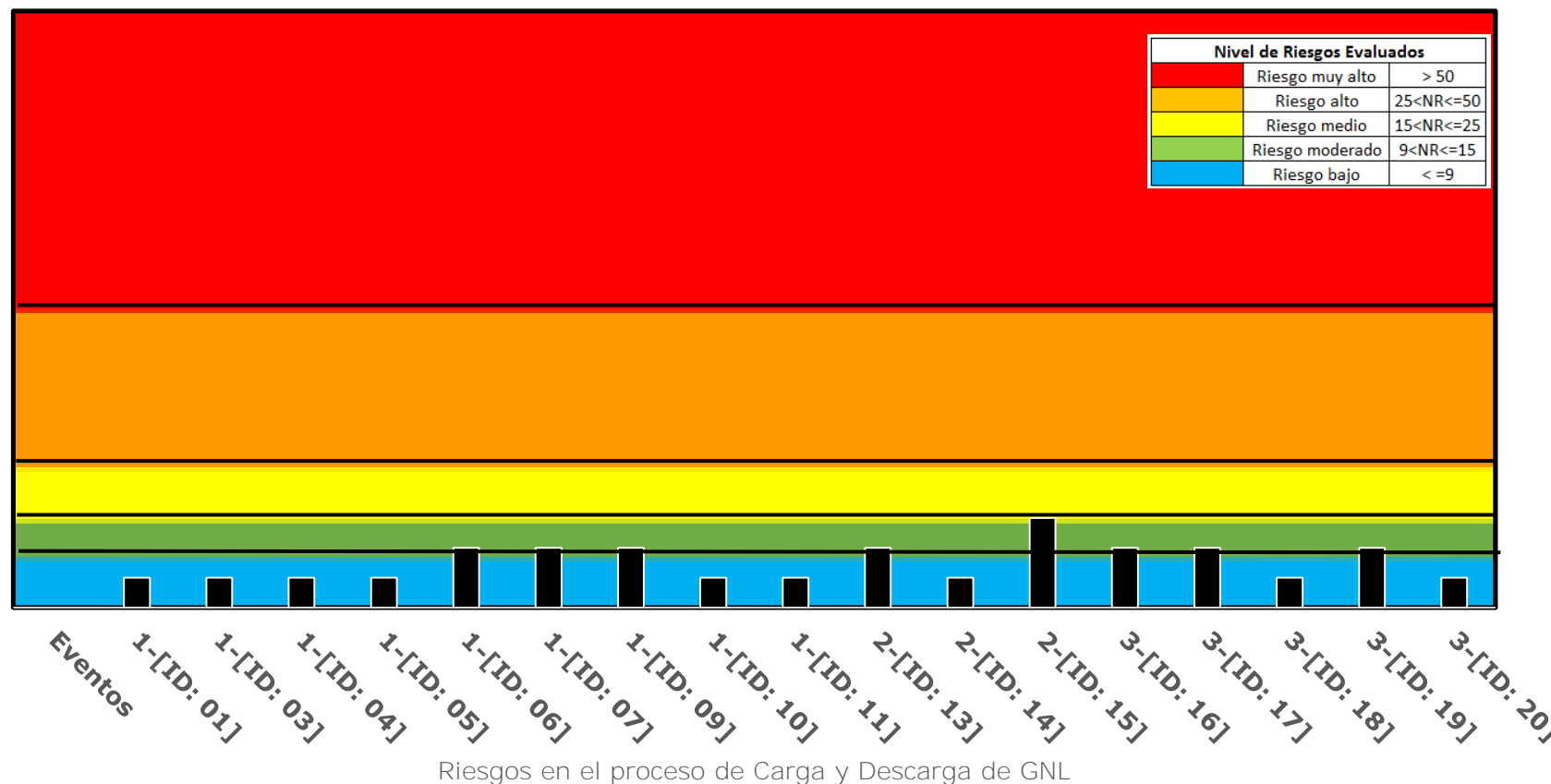


Tabla 49. Niveles de riesgo evaluados, carga y descarga de GNL. Fuente: Elaboración Propia

Gráfico Radial Riesgos en proceso de Carga y Descarga de GNL

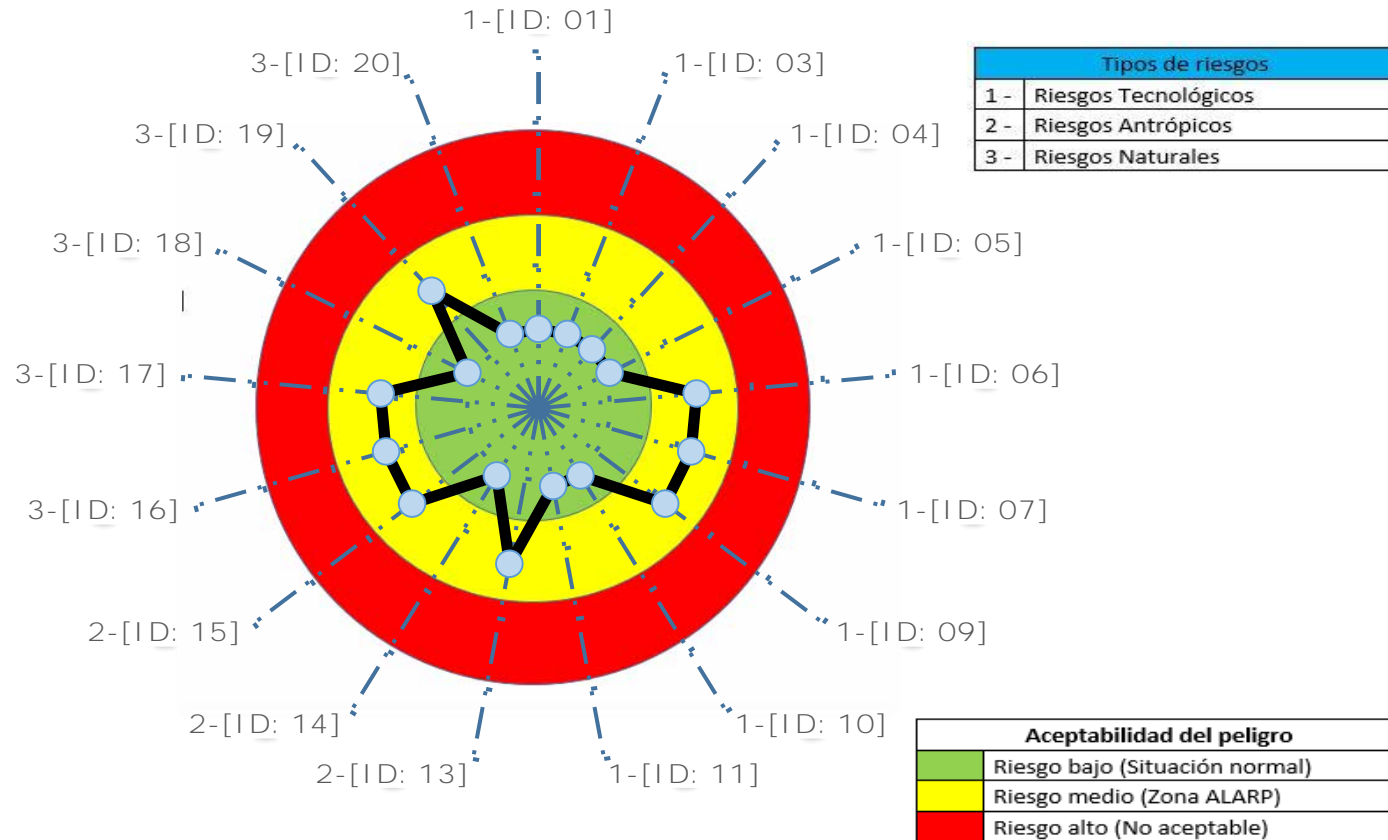


Tabla 50. Aceptabilidad del riesgo, carga y descarga de GNL. Fuente: Elaboración Propia



Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-0732-S)

EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS

Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección

6.5.3. Riesgos sistema de generación eléctrica con GNL

En este estudio de evaluación de riesgos se evalúan los eventos en cuatro localizaciones del Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

1. Dársena Anaga. Terminal de Cruceros
2. Dársena Anaga. Terminal de Carga Rodada (TCR)
3. Dársena Anaga. Dique Muelle Sur
4. Dársena Los Llanos. Dique Los Llanos

Los riesgos asociados al GNL y GN en el sistema de generación eléctrica con GNL se evaluarán distribuidos en los siguientes bloques:

- Riesgos Tecnológicos

En este apartado de riesgos tecnológicos se evaluarán los riesgos de origen industrial asociados a la carga y descarga de GNL. A continuación, se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Antrópicos

En este apartado de riesgos antrópicos se evaluarán los riesgos producto de las acciones o actividades humanas intencionadas. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Naturales

En este apartado de riesgos naturales se evaluarán los riesgos que tienen su origen en fenómenos naturales. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

6.5.3.1. Terminal de Cruceros

6.5.3.1.1. Riesgos Tecnológicos

6.5.3.1.1.1 Consecuencias

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	Problemas respiratorios/ Quemaduras/ Congelación/ Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición al GNL, que se encuentra a temperatura criogénica, pueden tener consecuencias mortales. Las consecuencias mortales se originan de las exposiciones directas del gas licuado y las exposiciones a los vapores del gas licuado tras generarse un derrame.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 02]	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición a una nube de gas en un espacio, confinado o semiconfinado, puede ocasionar consecuencias mortales por desplazamiento del oxígeno.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En caso de vertido o escape de GNL o de gas puede causar una nube de gas, que al mezclarse con el aire puede entrar entre el rango inflamable de la mezcla, puede generar una deflagración al encontrar una fuente de ignición.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	Quemaduras/ Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de un derrame de GNL en una cantidad suficiente para que no se evapore en su totalidad, y al encontrar una fuente de ignición, puede generar un incendio de charco.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Evento	Riesgo	Daños				Consecuencias						
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas, originada por pequeñas fisuras o escapes, en forma de chorro, el escape a presión con alta velocidad al encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de denominado dardo de fuego.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 06]	Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse un escape masivo e instantánea de combustible y encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de forma esférica y con un diámetro en función de la cantidad de material inflamable.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	Quemaduras/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de que el GNL almacenado a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1

Evento	Riesgo	Daños				Consecuencias						
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 08] Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en condiciones de confinamiento y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1	
1-[ID: 09] Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en el exterior y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1	
1-[ID: 10] Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	Lesiones leves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de una mezcla de GNL de diferentes densidades, se puede producir un intercambio de calor entre las dos masas, produciendo la evaporación espontánea y originando sobrepresiones que produzcan roturas en las válvulas de seguridad.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento tiene una superficie de afección limitada por la tipología del mismo. Podría afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2	

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	Lesiones/Quemas duras/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En caso de que se produzca un vertido de GNL que entre en contacto con un líquido a diferente temperatura, se produce la evaporación espontánea y se genera una explosión de consecuencias relativamente limitadas.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse un fallo en la instrumentación de medida pueden ocasionar fugas, derrames o sobrepresiones que puedan derivar en otros eventos tecnológicos ya evaluados.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles eventos que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento generado puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Tabla 51. Evaluación de consecuencias de riesgos tecnológicos *la operación de sistema en terminal de cruceros*. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.1.1.2 Probabilidades

	Riesgo	Evento	Rango	Probabilidades	
				Frecuencia	Justificación
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 02]	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 08]	Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 10]	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.

Tabla 52. Evaluación de probabilidades de riesgos tecnológicos en la operación de sistema en terminal de cruceros. Fuente: Elaboración Propia

6.5.3.1.2. Riesgos Antrópicos

6.5.3.1.2.1 Consecuencias

Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias							
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de GNL o GN / Destrucción de instalaciones de la planta / Pérdida económica	Las actuaciones terroristas tienen la intencionalidad de producir el mayor daño posible, por tanto las consecuencias pueden ser graves.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Asfixia / Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	Los actos vandálicos pueden ser de diversa magnitud, al ser totalmente impredecibles por ser actuaciones aisladas se ha considerado unas consecuencias limitadas de los mismos.	2	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo mortal para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	La operatividad del puerto conlleva consigo el transporte de personas y mercancías, por lo que podrían ocurrir accidentes de colisiones, en los que se vieran implicado el sistema de generación de electricidad. Las consecuencias de dichos impactos se consideran limitadas, dado que el sistema deberá estar señalizado y limitado las operaciones en sus inmediaciones.	5	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema.	3	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema. Se pueden producir proyecciones generadas en los impactos que puedan afectar a los operarios del puerto.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	3

Tabla 53. Evaluación de consecuencias de riesgos antrópicos en la operación de sistema en terminal de cruceros. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.1.2.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos terroristas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos vandálicos con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1.000 años [10 ⁻³] y 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido impactos mecánicos en zonas de uso restringido con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.

Tabla 54. Evaluación de probabilidades de riesgos antrópicos en la operación de sistema en terminal de cruceros. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.1.3. Riesgos Naturales

6.5.3.1.3.1 Consecuencias

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Las lluvias pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los vientos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los maremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños graves que deriven en fugas de considerable magnitud incluso daños que comprometan la seguridad del sistema. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de maremoto por los organismos públicos competentes.	2	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños graves en los elementos del sistema originando fugas o escapes del total del combustible que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los terremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se prevé unas consecuencias limitadas dado que Canarias no tiene una actividad sísmica considerable.	3	Las consecuencias de este tipo de evento dependen de la intensidad del mismo. Dado el histórico registrado en Canarias las consecuencias se estimadas son limitadas, pudiendo dañar los elementos de la instalación pudiendo ocasionar fugas.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

			Consecuencias										
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase		
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica		Las erupciones volcánicas pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2



Tabla 55. Evaluación de consecuencias de riesgos naturales en la operación de sistema en terminal de cruceros. Fuente: Elaboración propia

*Nota: Con carácter general, se deberá limitar la exposición del sistema a riesgos naturales para los casos de alerta por cualquier evento de los listados en la tabla anterior.

6.5.3.1.3.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10^{-4}]	Según los registros históricos solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina.
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1.000 años [10^{-3}] y 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad. Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.

Tabla 56. Evaluación de probabilidades de riesgos naturales en la operación de sistema en terminal de cruceros. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.5.3.1.4. Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos

A continuación se muestra una tabla resumen con la evaluación de las consecuencias y probabilidades para los eventos analizados. A su vez se clasifican los riesgos, en función de las consecuencias y probabilidades estimadas, según los rangos definidos en el presente documento. Por último se representará la aceptabilidad del riesgo.

Evaluación de consecuencias

Sistema de Generación. Ter. de Cruceros	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Accidentes mortales	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	5	5	5	2	2	2
Pérdidas de tiempo	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	3	3	1	3	3	4	4	2	3	3
Escape hidrocarburos	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
Clase	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	3	4	4	2	2	2
Nivel de consecuencia	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	3	2	2	5	5	5

Tabla 57. Tabla resumen evaluación de consecuencias. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de probabilidades

Sistema de Generación. Ter. de Cruceros	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Rango	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	2	5	4	5
Nivel de probabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	5	5	1	2	1

Tabla 58. Tabla resumen evaluación de probabilidades. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de Riesgo

Sistema de Generación. Ter. de Cruceros	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Nivel de riesgo	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	6	10	10	5	10	5
Valor Aceptabilidad	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Moder.	Moder.	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Bajo	Moder.	Bajo
	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1

Tabla 59. Tabla resumen nivel de riesgo y aceptabilidad. Fuente: Elaboración Propia

Nivel de los Riesgos Evaluados en la Operación de Sistema en Terminal de Cruceros

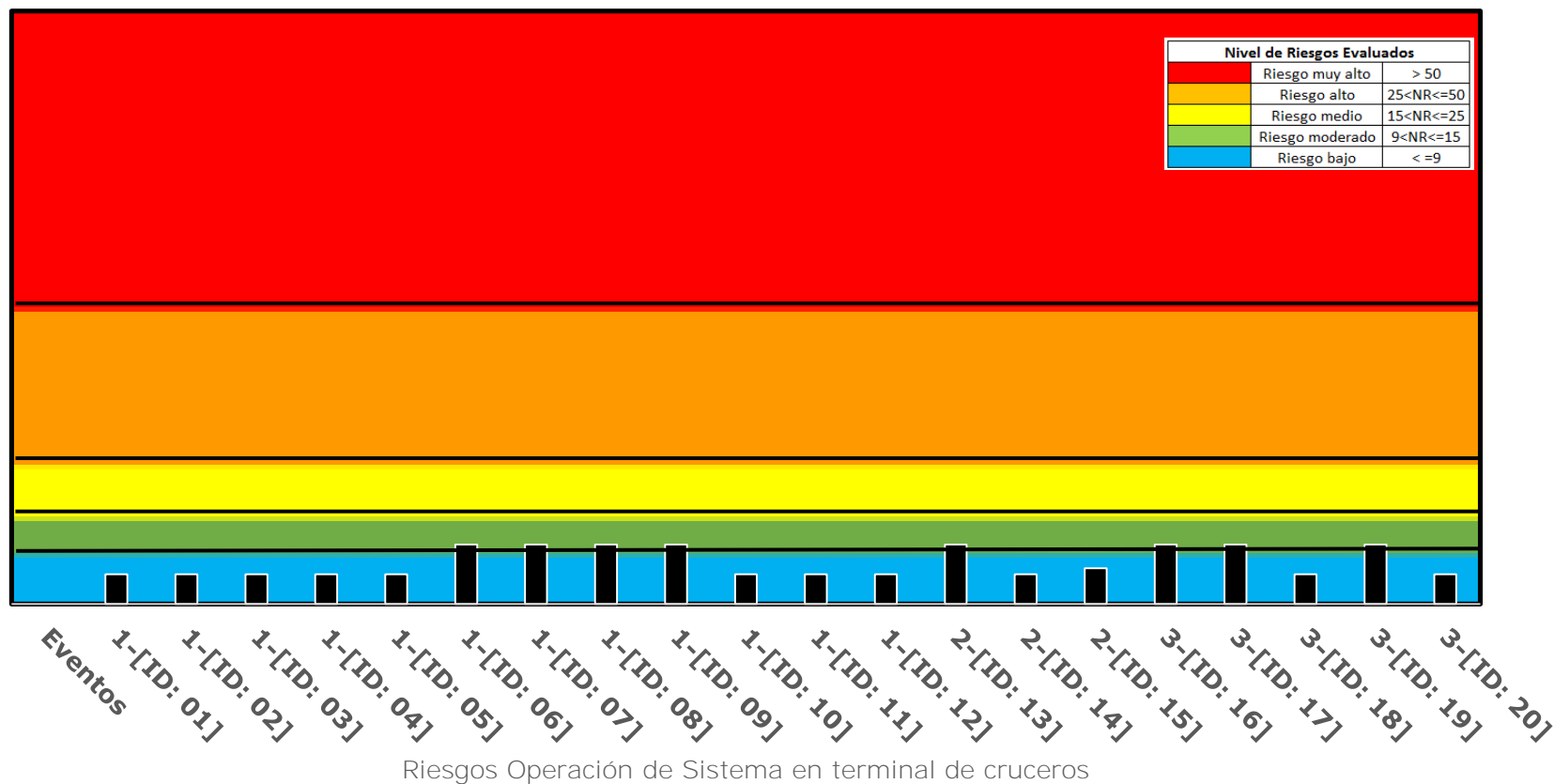


Tabla 60. Niveles de riesgo evaluados, operación sistema en terminal de cruceros. Fuente: Elaboración Propia

Gráfico Radial Riesgos en la Operación de Sistema en Terminal de Cruceros

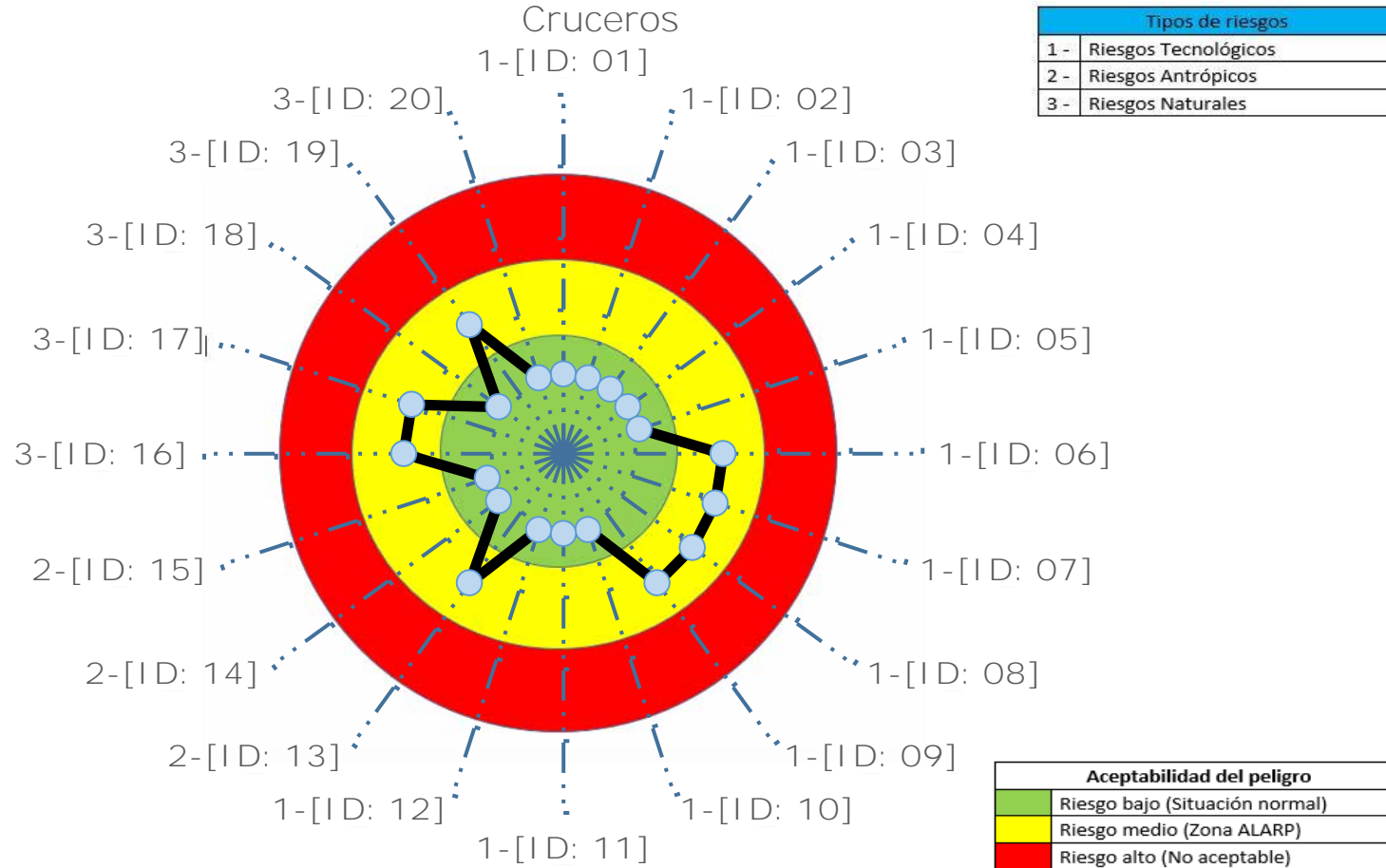


Tabla 61. Aceptabilidad del riesgo, operación sistema en terminal de cruceros. Fuente: Elaboración Propia

6.5.3.2. Terminal de Carga Rodada (TCR)

6.5.3.2.1. Riesgos Tecnológicos

6.5.3.2.1.1 Consecuencias

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	Problemas respiratorios/ Quemaduras/ Congelación/ Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición al GNL, que se encuentra a temperatura criogénica, pueden tener consecuencias mortales. Las consecuencias mortales se originan de las exposiciones directas del gas licuado y las exposiciones a los vapores del gas licuado tras generarse un derrame.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 02]	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición a una nube de gas en un espacio, confinado o semiconfinado, puede ocasionar consecuencias mortales por desplazamiento del oxígeno.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En caso de vertido o escape de GNL o de gas puede causar una nube de gas, que al mezclarse con el aire puede entrar entre el rango inflamable de la mezcla, puede generar una deflagración al encontrar una fuente de ignición.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	Quemaduras/ Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de un derrame de GNL en una cantidad suficiente para que no se evapore en su totalidad, y al encontrar una fuente de ignición, puede generar un incendio de charco.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias							
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas, originada por pequeñas fisuras o escapes, en forma de chorro, el escape a presión con alta velocidad al encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de denominado dardo de fuego.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 06]	Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse un escape masivo e instantánea de combustible y encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de forma esférica y con un diámetro en función de la cantidad de material inflamable.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	Quemaduras/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de que el GNL almacenado a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1

Evento	Riesgo	Daños				Consecuencias						
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 08] Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en condiciones de confinamiento y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1	
1-[ID: 09] Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en el exterior y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1	
1-[ID: 10] Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	Lesiones leves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de una mezcla de GNL de diferentes densidades, se puede producir un intercambio de calor entre las dos masas, produciendo la evaporación espontánea y originando sobrepresiones que produzcan roturas en las válvulas de seguridad.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento tiene una superficie de afección limitada por la tipología del mismo. Podría afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2	

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	Lesiones/Quemas duras/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En caso de que se produzca un vertido de GNL que entre en contacto con un líquido a diferente temperatura, se produce la evaporación espontánea y se genera una explosión de consecuencias relativamente limitadas.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse un fallo en la instrumentación de medida pueden ocasionar fugas, derrames o sobrepresiones que puedan derivar en otros eventos tecnológicos ya evaluados.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles eventos que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento generado puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Tabla 62. Evaluación de consecuencias de riesgos tecnológicos *la operación de sistema en terminal de carga rodada (TCR)*. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.2.1.2 Probabilidades

	Riesgo	Evento	Rango	Probabilidades	
				Frecuencia	Justificación
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 02]	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 08]	Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 10]	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.

Tabla 63. Evaluación de probabilidades de riesgos tecnológicos en la operación de sistema en terminal de carga rodada (TCR). Fuente: Elaboración Propia

6.5.3.2.2. Riesgos Antrópicos

6.5.3.2.2.1 Consecuencias

Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias							
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de GNL o GN / Destrucción de instalaciones de la planta / Pérdida económica	Las actuaciones terroristas tienen la intencionalidad de producir el mayor daño posible, por tanto las consecuencias pueden ser graves.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Asfixia / Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	Los actos vandálicos pueden ser de diversa magnitud, al ser totalmente impredecibles por ser actuaciones aisladas se ha considerado unas consecuencias limitadas de los mismos.	2	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo mortal para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	La operatividad del puerto conlleva consigo el transporte de personas y mercancías, por lo que podrían ocurrir accidentes de colisiones, en los que se vieran implicado el sistema de generación de electricidad. Las consecuencias de dichos impactos se consideran limitadas, dado que el sistema deberá estar señalizado y limitado las operaciones en sus inmediaciones.	5	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema.	3	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema. Se pueden producir proyecciones generadas en los impactos que puedan afectar a los operarios del puerto.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	3

Tabla 64. Evaluación de consecuencias de riesgos antrópicos en la operación de sistema en terminal de carga rodada (TCR). Fuente: Elaboración propia

6.5.3.2.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos terroristas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos vandálicos con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1.000 años [10 ⁻³] y 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido impactos mecánicos en zonas de uso restringido con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.

Tabla 65. Evaluación de probabilidades de riesgos antrópicos en la operación de sistema en terminal de carga rodada (TCR). Fuente: Elaboración propia

6.5.3.2.3. Riesgos Naturales

6.5.3.2.3.1 Consecuencias

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Las lluvias pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los vientos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los maremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños graves que deriven en fugas de considerable magnitud incluso daños que comprometan la seguridad del sistema. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de maremoto por los organismos públicos competentes.	2	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños graves en los elementos del sistema originando fugas o escapes del total del combustible que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los terremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se prevé unas consecuencias limitadas dado que Canarias no tiene una actividad sísmica considerable.	3	Las consecuencias de este tipo de evento dependen de la intensidad del mismo. Dado el histórico registrado en Canarias las consecuencias se estimadas son limitadas, pudiendo dañar los elementos de la instalación pudiendo ocasionar fugas.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

			Consecuencias										
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase		
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica		Las erupciones volcánicas pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2



Tabla 66. Evaluación de consecuencias de riesgos naturales en la operación de sistema en terminal de carga rodada (TCR). Fuente: Elaboración propia

*Nota: Con carácter general, se deberá limitar la exposición del sistema a riesgos naturales para los casos de alerta por cualquier evento de los listados en la tabla anterior.

6.5.3.2.3.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según los registros históricos solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina.
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1.000 años [10^{-3}] y 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad. Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.

Tabla 67. Evaluación de probabilidades de riesgos naturales en la operación de sistema en terminal de carga rodada (TCR). Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.5.3.2.4. Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos

A continuación se muestra una tabla resumen con la evaluación de las consecuencias y probabilidades para los eventos analizados. A su vez se clasifican los riesgos, en función de las consecuencias y probabilidades estimadas, según los rangos definidos en el presente documento. Por último se representará la aceptabilidad del riesgo.

Evaluación de consecuencias

Sistema de Generación. Ter. de Carga Rodada	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Accidentes mortales	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	5	5	5	2	2	2
Pérdidas de tiempo	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	3	3	1	3	3	4	4	2	3	3
Escape hidrocarburos	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
Clase	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	3	4	4	2	2	2
Nivel de consecuencia	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	3	2	2	5	5	5

Tabla 68. Tabla resumen evaluación de consecuencias. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de probabilidades

Sistema de Generación. Ter. de Carga Rodada	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Rango	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	2	5	4	5
Nivel de probabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	5	5	1	2	1

Tabla 69. Tabla resumen evaluación de probabilidades. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de Riesgo

Sistema de Generación. Ter. de Carga Rodada	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Nivel de riesgo	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	6	10	10	5	10	5
Valor Aceptabilidad	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Moder.	Moder.	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Bajo	Moder.	Bajo
	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1

Tabla 70. Tabla resumen nivel de riesgo y aceptabilidad. Fuente: Elaboración Propia

Nivel de los Riesgos Evaluados en la Operación de Sistema en Terminal de Carga Rodada (TCR)

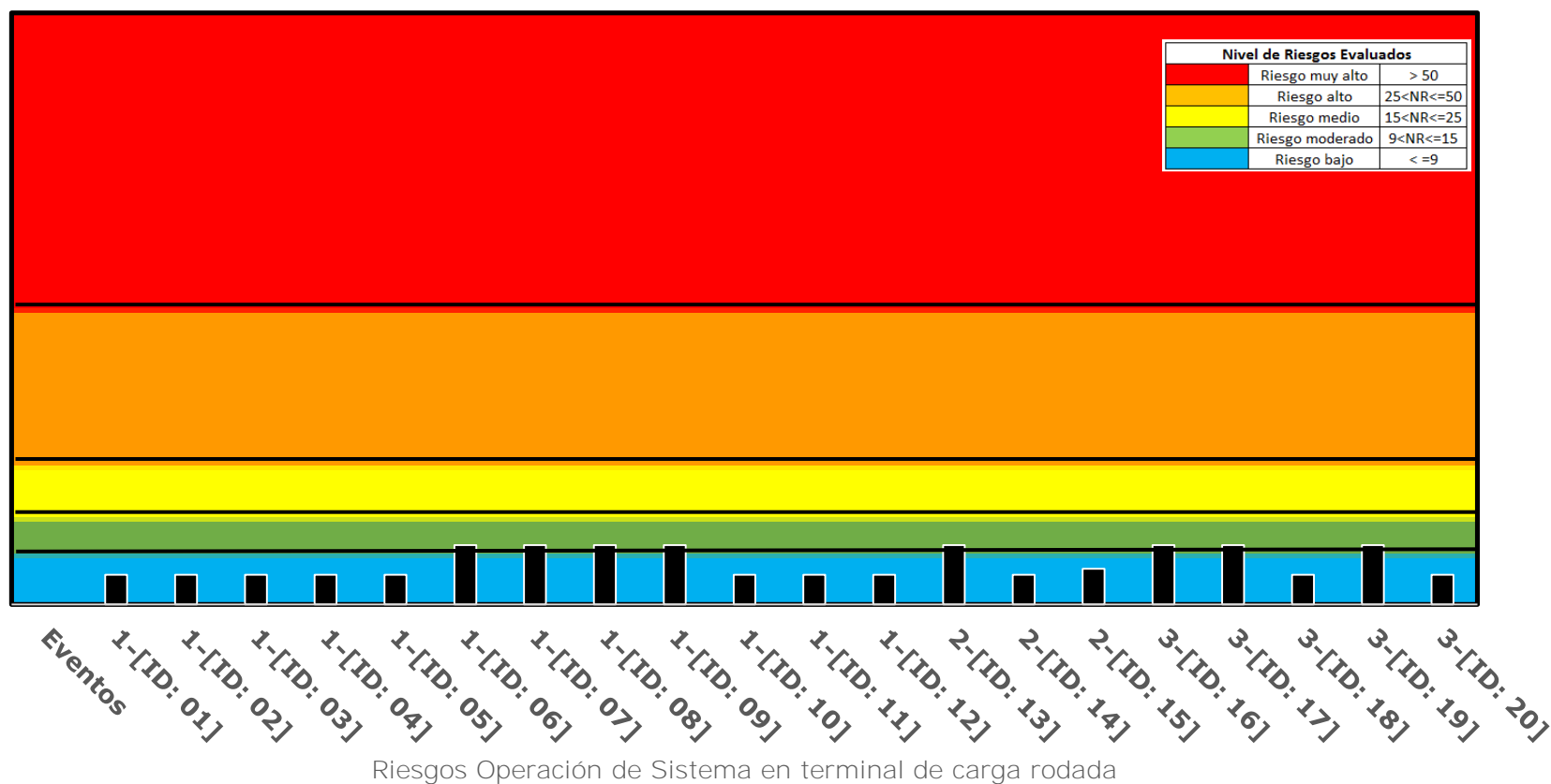


Tabla 71. Niveles de riesgo evaluados, operación sistema en terminal de carga rodada (TCR). Fuente: Elaboración Propia

Gráfico Radial Riesgos en la Operación de Sistema en Terminal de Carga Rodada (TCR)

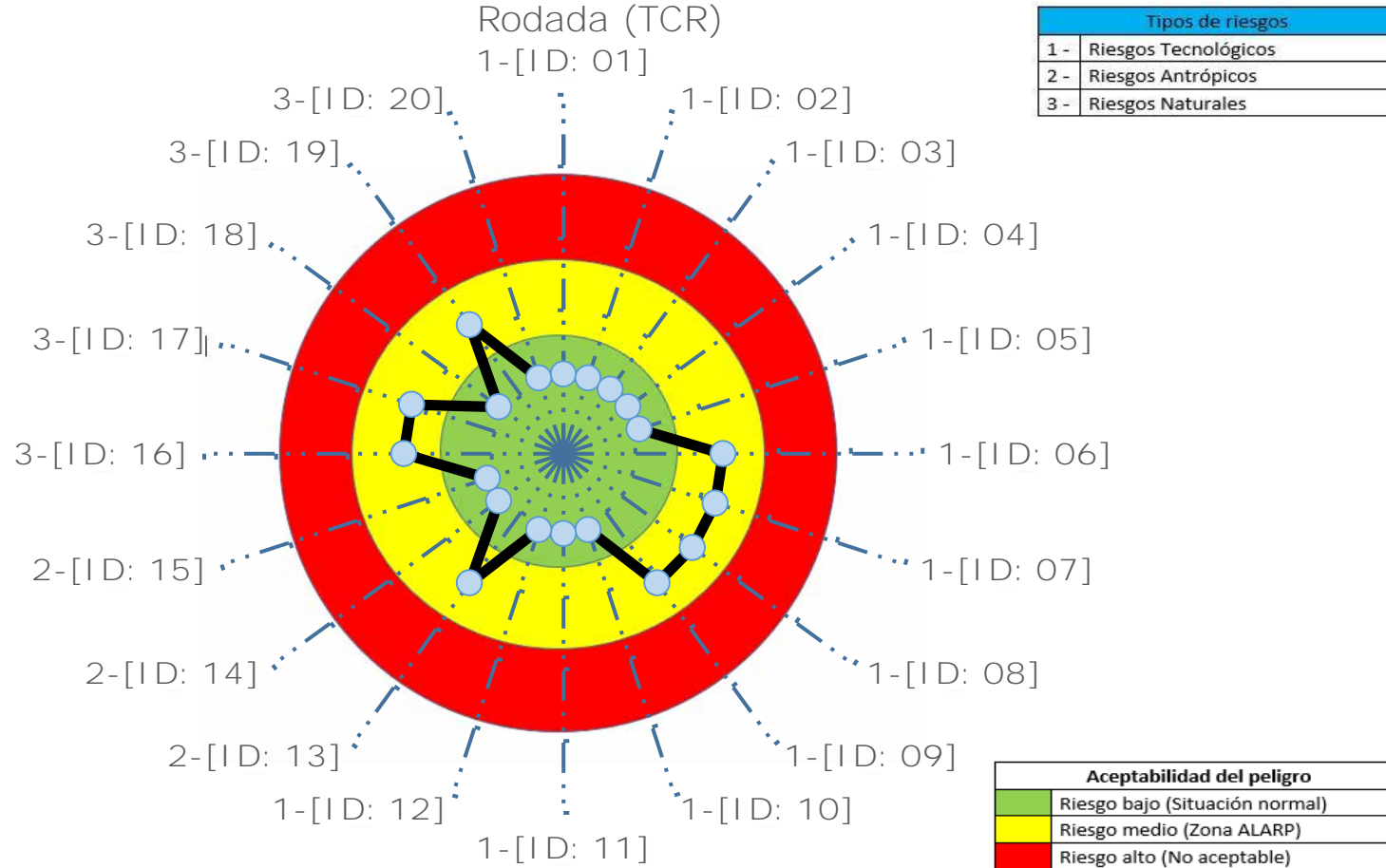


Tabla 72. Aceptabilidad del riesgo, operación sistema en terminal de carga rodada (TCR). Fuente: Elaboración Propia

6.5.3.3. Dique Muelle Sur

6.5.3.3.1. Riesgos Tecnológicos

6.5.3.3.1.1 Consecuencias

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	Problemas respiratorios/ Quemaduras/ Congelación/ Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición al GNL, que se encuentra a temperatura criogénica, pueden tener consecuencias mortales. Las consecuencias mortales se originan de las exposiciones directas del gas licuado y las exposiciones a los vapores del gas licuado tras generarse un derrame.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 02]	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición a una nube de gas en un espacio, confinado o semiconfinado, puede ocasionar consecuencias mortales por desplazamiento del oxígeno.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En caso de vertido o escape de GNL o de gas puede causar una nube de gas, que al mezclarse con el aire puede entrar entre el rango inflamable de la mezcla, puede generar una deflagración al encontrar una fuente de ignición.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	Quemaduras/ Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de un derrame de GNL en una cantidad suficiente para que no se evapore en su totalidad, y al encontrar una fuente de ignición, puede generar un incendio de charco.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Evento	Riesgo	Daños				Consecuencias						
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas, originada por pequeñas fisuras o escapes, en forma de chorro, el escape a presión con alta velocidad al encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de denominado dardo de fuego.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 06]	Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse un escape masivo e instantánea de combustible y encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de forma esférica y con un diámetro en función de la cantidad de material inflamable.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	2	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	Quemaduras/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de que el GNL almacenado a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	2	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1

Evento	Riesgo	Daños				Consecuencias						
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 08] Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en condiciones de confinamiento y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	2	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1	
1-[ID: 09] Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en el exterior y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	2	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1	
1-[ID: 10] Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	Lesiones leves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de una mezcla de GNL de diferentes densidades, se puede producir un intercambio de calor entre las dos masas, produciendo la evaporación espontánea y originando sobrepresiones que produzcan roturas en las válvulas de seguridad.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento tiene una superficie de afección limitada por la tipología del mismo. Podría afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2	

Evento	Riesgo	Daños				Consecuencias						
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	Lesiones/Quemas duras/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de que se produzca un vertido de GNL que entre en contacto con un líquido a diferente temperatura, se produce la evaporación espontánea y se genera una explosión de consecuencias relativamente limitadas.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse un fallo en la instrumentación de medida pueden ocasionar fugas, derrames o sobrepresiones que puedan derivar en otros eventos tecnológicos ya evaluados.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles eventos que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento generado puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Tabla 73. Evaluación de consecuencias de riesgos tecnológicos *la operación de sistema en dique muelle sur*. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.3.1.2 Probabilidades

	Riesgo	Evento	Rango	Probabilidades	
				Frecuencia	Justificación
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 02]	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 08]	Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 10]	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.

Tabla 74. Evaluación de probabilidades de riesgos tecnológicos en la operación de sistema en dique muelle sur. Fuente: Elaboración Propia

6.5.3.3.2. Riesgos Antrópicos

6.5.3.3.2.1 Consecuencias

Evento	Riesgo	Consecuencias											
		Daños				Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
		Personales	Materiales	Comentarios		Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de GNL o GN / Destrucción de instalaciones de la planta / Pérdida económica	Las actuaciones terroristas tienen la intencionalidad de producir el mayor daño posible, por tanto las consecuencias pueden ser graves.		1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Asfixia / Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	Los actos vandálicos pueden ser de diversa magnitud, al ser totalmente impredecibles por ser actuaciones aisladas se ha considerado unas consecuencias limitadas de los mismos.		2	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo mortal para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	La operatividad del puerto conlleva consigo el transporte de personas y mercancías, por lo que podrían ocurrir accidentes de colisiones, en los que se vieran implicado el sistema de generación de electricidad. Las consecuencias de dichos impactos se consideran limitadas, dado que el sistema deberá estar señalizado y limitado las operaciones en sus inmediaciones.		5	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema.	3	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema. Se pueden producir proyecciones generadas en los impactos que puedan afectar a los operarios del puerto.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	3

Tabla 75. Evaluación de consecuencias de riesgos antrópicos en la operación de sistema en dique muelle sur. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.3.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos terroristas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos vandálicos con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1.000 años [10 ⁻³] y 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido impactos mecánicos en zonas de uso restringido con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.

Tabla 76. Evaluación de probabilidades de riesgos antrópicos en la operación de sistema en dique muelle sur. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.3.3. Riesgos Naturales

6.5.3.3.3.1 Consecuencias

	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Las lluvias pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los vientos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los maremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños graves que deriven en fugas de considerable magnitud incluso daños que comprometan la seguridad del sistema. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de maremoto por los organismos públicos competentes.	2	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños graves en los elementos del sistema originando fugas o escapes del total del combustible que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los terremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se prevé unas consecuencias limitadas dado que Canarias no tiene una actividad sísmica considerable.	3	Las consecuencias de este tipo de evento dependen de la intensidad del mismo. Dado el histórico registrado en Canarias las consecuencias se estimadas son limitadas, pudiendo dañar los elementos de la instalación pudiendo ocasionar fugas.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

			Consecuencias										
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase		
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica		Las erupciones volcánicas pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2



Tabla 77. Evaluación de consecuencias de riesgos naturales en la operación de sistema en dique muelle sur. Fuente: Elaboración propia

*Nota: Con carácter general, se deberá limitar la exposición del sistema a riesgos naturales para los casos de alerta por cualquier evento de los listados en la tabla anterior.

6.5.3.3.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según los registros históricos solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina.
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1.000 años [10^{-3}] y 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad. Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.

Tabla 78. Evaluación de probabilidades de riesgos naturales en la operación de sistema en dique muelle sur. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

6.5.3.3.4. Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos

A continuación se muestra una tabla resumen con la evaluación de las consecuencias y probabilidades para los eventos analizados. A su vez se clasifican los riesgos, en función de las consecuencias y probabilidades estimadas, según los rangos definidos en el presente documento. Por último se representará la aceptabilidad del riesgo.

Evaluación de consecuencias

Sistema de Generación. Dique Muelle Sur	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Accidentes mortales	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	5	5	5	2	2	2
Pérdidas de tiempo	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	1	3	3	4	4	2	3	3
Escape hidrocarburos	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
Clase	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	3	4	4	2	2	2
Nivel de consecuencia	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	3	2	2	5	5	5

Tabla 79. Tabla resumen evaluación de consecuencias. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de probabilidades

Sistema de Generación. Dique Muelle Sur	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Rango	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	2	5	4	5
Nivel de probabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	5	5	1	2	1

Tabla 80. Tabla resumen evaluación de probabilidades. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de Riesgo

Sistema de Generación. Dique Muelle Sur	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Nivel de riesgo	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	6	10	10	5	10	5
Valor Aceptabilidad	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Moder.	Moder.	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Bajo	Moder.	Bajo
	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1

Tabla 81. Tabla resumen nivel de riesgo y aceptabilidad. Fuente: Elaboración Propia

Nivel de los Riesgos Evaluados en la Operación de Sistema en Dique Muelle Sur

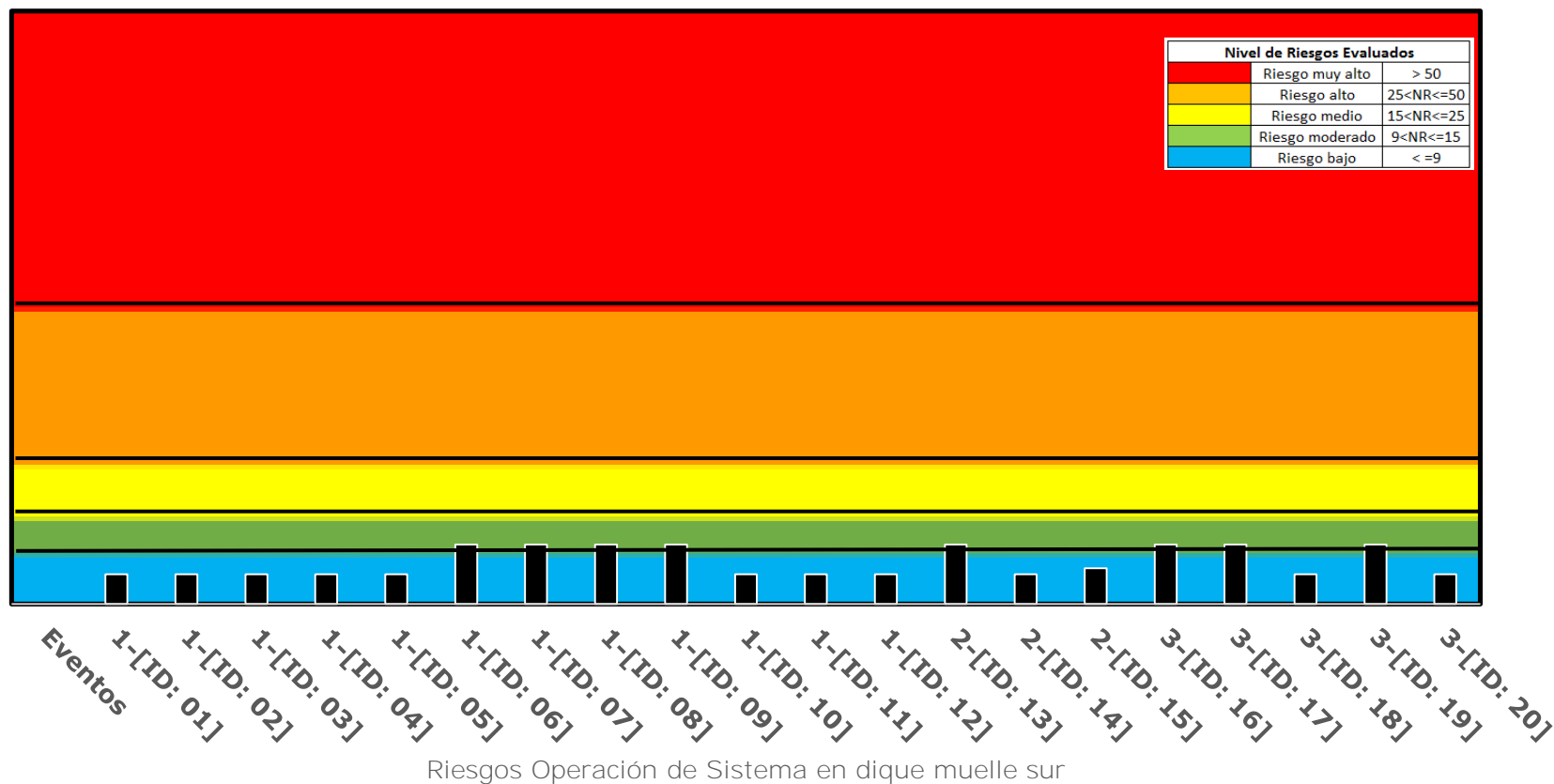


Tabla 82. Niveles de riesgo evaluados, operación sistema en dique muelle sur. Fuente: Elaboración Propia

Gráfico Radial Riesgos en la Operación de Sistema en Dique Muelle Sur

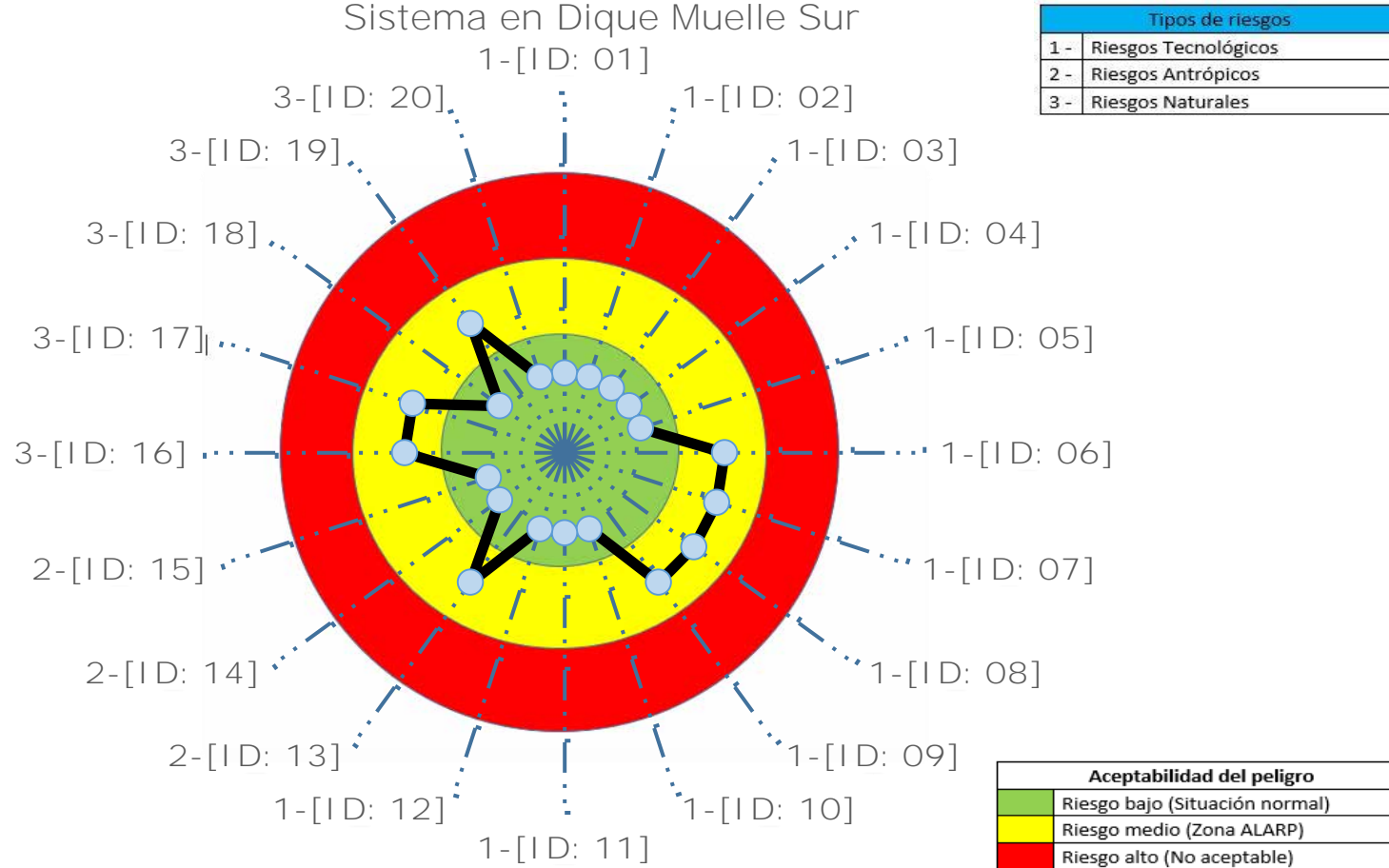


Tabla 83. Aceptabilidad del riesgo, operación sistema en dique muelle sur. Fuente: Elaboración Propia

6.5.3.4. Dique Los Llanos

6.5.3.4.1. Riesgos Tecnológicos

6.5.3.4.1.1 Consecuencias

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	Problemas respiratorios/ Quemaduras/ Congelación/ Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición al GNL, que se encuentra a temperatura criogénica, pueden tener consecuencias mortales. Las consecuencias mortales se originan de las exposiciones directas del gas licuado y las exposiciones a los vapores del gas licuado tras generarse un derrame.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 02]	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición a una nube de gas en un espacio, confinado o semiconfinado, puede ocasionar consecuencias mortales por desplazamiento del oxígeno.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En caso de vertido o escape de GNL o de gas puede causar una nube de gas, que al mezclarse con el aire puede entrar entre el rango inflamable de la mezcla, puede generar una deflagración al encontrar una fuente de ignición.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	Quemaduras/ Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de un derrame de GNL en una cantidad suficiente para que no se evapore en su totalidad, y al encontrar una fuente de ignición, puede generar un incendio de charco.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias							
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas, originada por pequeñas fisuras o escapes, en forma de chorro, el escape a presión con alta velocidad al encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de denominado dardo de fuego.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 06]	Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse un escape masivo e instantánea de combustible y encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de forma esférica y con un diámetro en función de la cantidad de material inflamable.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	2	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	Quemaduras/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de que el GNL almacenado a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	2	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1

Evento	Riesgo	Daños				Consecuencias						
		Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 08] Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en condiciones de confinamiento y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	2	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1	
1-[ID: 09] Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en el exterior y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	2	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1	
1-[ID: 10] Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	Lesiones leves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de una mezcla de GNL de diferentes densidades, se puede producir un intercambio de calor entre las dos masas, produciendo la evaporación espontánea y originando sobrepresiones que produzcan roturas en las válvulas de seguridad.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento tiene una superficie de afección limitada por la tipología del mismo. Podría afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2	

	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	Lesiones/Quemas duras/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En caso de que se produzca un vertido de GNL que entre en contacto con un líquido a diferente temperatura, se produce la evaporación espontánea y se genera una explosión de consecuencias relativamente limitadas.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse un fallo en la instrumentación de medida pueden ocasionar fugas, derrames o sobrepresiones que puedan derivar en otros eventos tecnológicos ya evaluados.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles eventos que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento generado puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Tabla 84. Evaluación de consecuencias de riesgos tecnológicos *la operación de sistema en dique los llanos*. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.4.1.2 Probabilidades

	Riesgo	Evento	Probabilidades		
			Rango	Frecuencia	Justificación
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 02]	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 08]	Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 10]	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 11]	TRF - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10 ⁻⁴]	Se ha evaluado según la Guía Internacional “Reference Manual Bevi Risk Assessments” BEVI 3.2.

Tabla 85. Evaluación de probabilidades de riesgos tecnológicos en la operación de sistema en dique los llanos. Fuente: Elaboración Propia

6.5.3.4.2. Riesgos Antrópicos

6.5.3.4.2.1 Consecuencias

Evento	Riesgo	Consecuencias											
		Daños				Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
		Personales	Materiales	Comentarios		Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de GNL o GN / Destrucción de instalaciones de la planta / Pérdida económica	Las actuaciones terroristas tienen la intencionalidad de producir el mayor daño posible, por tanto las consecuencias pueden ser graves.		1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Asfixia / Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	Los actos vandálicos pueden ser de diversa magnitud, al ser totalmente impredecibles por ser actuaciones aisladas se ha considerado unas consecuencias limitadas de los mismos.		2	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo mortal para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	La operatividad del puerto conlleva consigo el transporte de personas y mercancías, por lo que podrían ocurrir accidentes de colisiones, en los que se vieran implicado el sistema de generación de electricidad. Las consecuencias de dichos impactos se consideran limitadas, dado que el sistema deberá estar señalizado y limitado las operaciones en sus inmediaciones.		5	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema.	3	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema. Se pueden producir proyecciones generadas en los impactos que puedan afectar a los operarios del puerto.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	3

Tabla 86. Evaluación de consecuencias de riesgos antrópicos en la operación de sistema en dique los llanos. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.4.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos terroristas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos vandálicos con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1.000 años [10^{-3}] y 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido impactos mecánicos en zonas de uso restringido con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.

Tabla 87. Evaluación de probabilidades de riesgos antrópicos en la operación de sistema en dique los llanos. Fuente: Elaboración propia

6.5.3.4.3. Riesgos Naturales

6.5.3.4.3.1 Consecuencias

	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Las lluvias pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los vientos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los maremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños graves que deriven en fugas de considerable magnitud incluso daños que comprometan la seguridad del sistema. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de maremoto por los organismos públicos competentes.	2	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños graves en los elementos del sistema originando fugas o escapes del total del combustible que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los terremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se prevé unas consecuencias limitadas dado que Canarias no tiene una actividad sísmica considerable.	3	Las consecuencias de este tipo de evento dependen de la intensidad del mismo. Dado el histórico registrado en Canarias las consecuencias se estimadas son limitadas, pudiendo dañar los elementos de la instalación pudiendo ocasionar fugas.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

			Consecuencias										
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase		
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica		Las erupciones volcánicas pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2



Tabla 88. Evaluación de consecuencias de riesgos naturales en la operación de sistema en dique los llanos. Fuente: Elaboración propia

*Nota: Con carácter general, se deberá limitar la exposición del sistema a riesgos naturales para los casos de alerta por cualquier evento de los listados en la tabla anterior.

6.5.3.4.3.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-1}] y 1 cada 100 años [10^{-2}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según los registros históricos solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina.
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1.000 años [10^{-3}] y 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 10.000 años [10^{-4}]	El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad. Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.

Tabla 89. Evaluación de probabilidades de riesgos naturales en *la operación de sistema en dique los llanos*. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6.5.3.4.4. Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos

A continuación se muestra una tabla resumen con la evaluación de las consecuencias y probabilidades para los eventos analizados. A su vez se clasifican los riesgos, en función de las consecuencias y probabilidades estimadas, según los rangos definidos en el presente documento. Por último se representará la aceptabilidad del riesgo.

Evaluación de consecuencias

Sistema de Generación. Dique Los Llanos	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Accidentes mortales	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	5	5	5	2	2	2
Pérdidas de tiempo	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	1	3	3	4	4	2	3	3
Escape hidrocarburos	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
Clase	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	3	4	4	2	2	2
Nivel de consecuencia	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	3	2	2	5	5	5

Tabla 90. Tabla resumen evaluación de consecuencias. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de probabilidades

Sistema de Generación. Dique Los Llanos	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Rango	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	2	5	4	5
Nivel de probabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	5	5	1	2	1

Tabla 91. Tabla resumen evaluación de probabilidades. Fuente: Elaboración Propia

Evaluación de Riesgo

Sistema de Generación. Dique Los Llanos	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Nivel de riesgo	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	6	10	10	5	10	5
Valor Aceptabilidad	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Moder.	Moder.	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Bajo	Moder.	Bajo
	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1

Tabla 92. Tabla resumen nivel de riesgo y aceptabilidad. Fuente: Elaboración Propia

Nivel de los Riesgos Evaluados en la Operación de Sistema en Dique Los Llanos

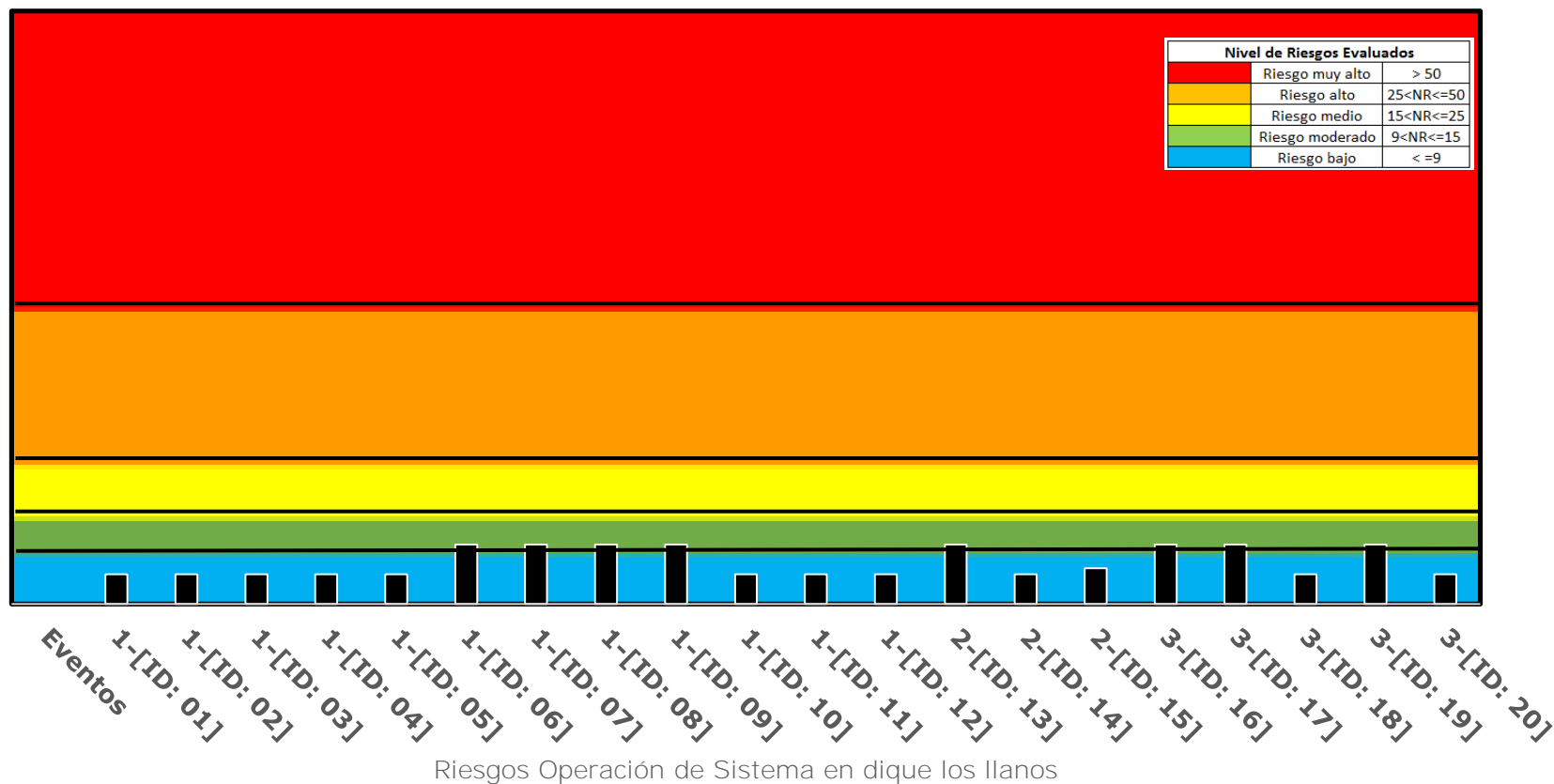


Tabla 93. Niveles de riesgo evaluados, operación sistema en dique los llanos. Fuente: Elaboración Propia

Gráfico Radial Riesgos en la Operación de Sistema en Dique Los Llanos

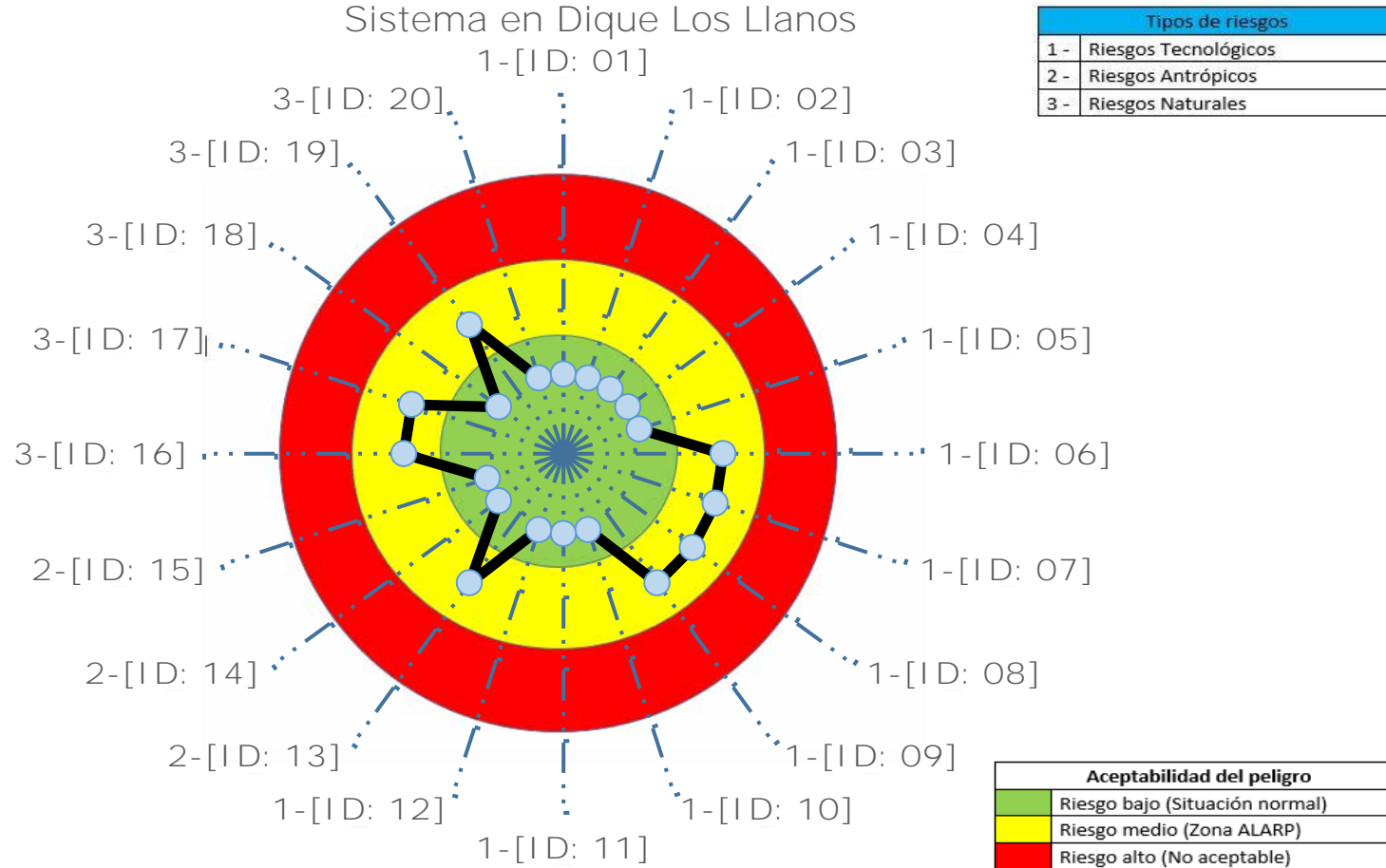




Tabla 94. Aceptabilidad del riesgo, operación sistema en dique los llanos. Fuente: Elaboración Propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

7. PROGRAMA DE SIMULACIÓN PHAST

Las simulaciones realizadas para el análisis de riesgos se han ejecutado en Phast, programa destinado al análisis de riesgos de procesos industriales, de reconocido prestigio.

Un ejemplo de la interfaz gráfica y la introducción de datos en el programa se pueden ver en las siguientes ilustraciones.

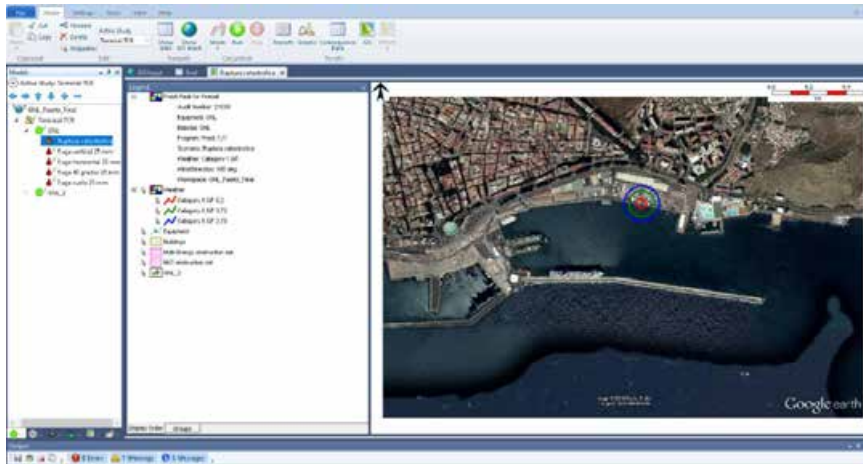


Ilustración 28. Interfaz gráfica del programa, donde se puede observar la introducción de la vista satélite de la zona afectada y un ejemplo de simulación para diferentes umbrales de prohib. Fuente: Elaboración propia

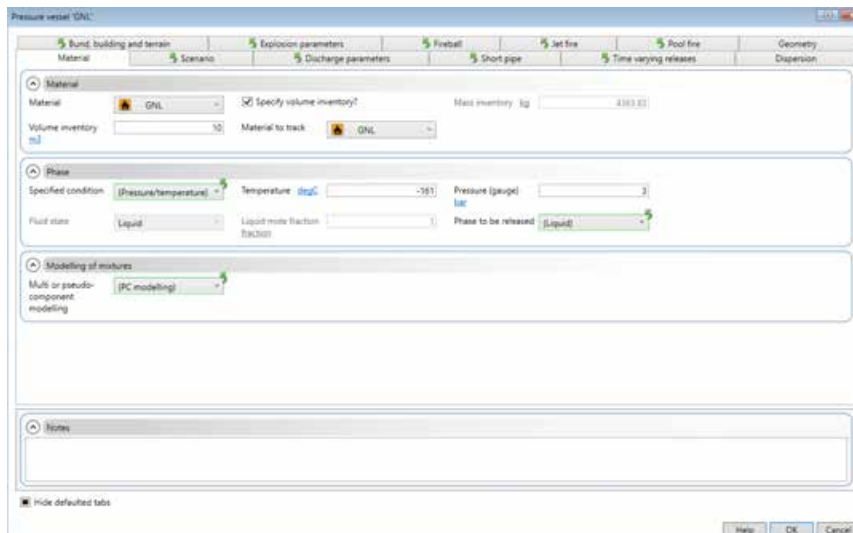




Ilustración 29. Introducción de datos en el programa, donde se puede observar los datos del depósito de GNL, tomado como la totalidad del volumen máximo almacenado. Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las simulaciones de los riesgos estudiados en el presente documento se encuentran en el Anexo I adjunto.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

8. ESTUDIO DE EFECTO DOMINÓ CON INSTALACIONES PROPIAS Y VECINAS

Tras el análisis del entorno de las ubicaciones se ha realizado un estudio de los posibles efectos dominó que tienen mayor probabilidad de causar daños en las instalaciones propias y vecinas, y por consiguiente de las ubicaciones con mayor o menor idoneidad para aplicar el proyecto de suministro de electricidad con combustible gas natural.



8.1. Terminal de cruceros

Dicha ubicación, es una zona de pública concurrencia de alta ocupación cuando se encuentra atracado un buque de cruceros. El elevado tránsito de personas eleva el riesgo de posibles fuentes de ignición. La proximidad del edificio Puerto Ciudad, igualmente de pública concurrencia, aumenta aún más el riesgo.

El principal peligro causado por instalaciones físicas fijas es la proximidad de un grupo electrógeno y un centro de transformación como se muestra en la ilustración a continuación, haciendo peligroso el uso del depósito de GNL por dificultades para cumplir con las distancias reglamentadas, y en el caso de una fuga del depósito existe riesgo de que la fuga se oriente hacia el motor y causar una deflagración de llama y una reacción en cadena con materiales comburentes del edificio.



Ilustración 30. Centro de Transformación y Grupo Electrónico, entrada en el frente del edificio de Terminal de cruceros. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

8.2. Terminal de Carga Rodada (TCR)

En la Terminal TCR e instalaciones adyacentes se realiza almacenamiento de diferentes materiales comburentes e inflamables, y fuentes de ignición como son:

- Material de oficina
- Aceites, repuestos, bombonas, motores, grupos de soldadura, maquinaria de corte
- Turismos, camiones
- Gomaespuma
- Botes de pintura, quita grasas, barnices
- Contenedores, herramientas
- Equipos de frío
- Cartones, pale y vehículos de transporte
- Elementos electrónicos/eléctricos

Se muestran en las ilustraciones a continuación algunos ejemplos de materiales con peligro de prender o causar un incendio.





Ilustración 31. Materiales comburentes/explosivos en Talleres Garrote, ubicado adyacente a la Terminal de Carga Rodada. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 32. Aparcamiento de vehículos procedentes de contenedores de carga rodada y trabajadores de la terminal. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 33. Pale apilados en Terminal TCR. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

El principal peligro que conlleva esta ubicación es el almacenaje de combustibles en las proximidades, que pueden causar explosiones en cadena:

- 1 depósito de gasóleo de 10 m³.
- 3 depósitos de diésel fuel de 5.200, 600 y 450 litros.
- 3 depósitos de gasóleo de 10.000, 5.000 y 550 litros.



Ilustración 34. Depósito de 10 metros cúbicos, en Terminal de Carga Rodada (TCR). Combustible gasóleo. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 35. Depósito de gasóleo con capacidad de 10.000 litros en terminal TCR. Fuente: Elaboración propia



	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



Ilustración 36. Depósito de diésel fuel con capacidad de 5.200 litros. Fuente: Elaboración propia



Al tratarse de una terminal de carga rodada, toda la mercancía, incluyendo la localización de depósitos, vehículos, materiales comburentes e inflamables permanecen en constante movimiento, por lo que el riesgo en la zona es elevado dado la imposibilidad de delimitar las fuentes de ignición.

La principal medida para evitar daños, es el cumplimiento de distancias reglamentadas, y de seguridad y protección establecidas en este proyecto, en todo momento en que se esté utilizando el sistema.

8.3. Dique Muelle Sur

En el caso del dique Muelle Sur, no existen elementos físicos fijos que puedan causar una reacción en cadena o causar daños mayores. En cambio, hay que tomar especial atención a la mercancía de buques que atraquen en el dique, ya que se puede ocasionar un incendio en las inmediaciones del depósito de GNL (o una fuga debido a un choque mecánico, por ejemplo un accidente de un vehículo de transporte) que pueden derivar en un riesgo mayor.



Se deben cumplir las distancias de seguridad establecidas con elementos como motores, fuentes de ignición, etc., y distancias de protección para cualquier trabajador ajeno a la instalación (técnicos sin formación en el uso de GNL).

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

8.4. Dique de Los Llanos

En el caso del dique de Los Llanos, no existen elementos físicos fijos que puedan causar una reacción en cadena o causar daños mayores. En cambio, hay que tomar especial atención a la mercancía de buques que atraquen en el dique, ya que se puede ocasionar un incendio en las inmediaciones del depósito de GNL (o una fuga debido a un choque mecánico, por ejemplo un accidente de un vehículo de transporte) que pueden derivar en un riesgo mayor.

Se deben cumplir las distancias de seguridad establecidas con elementos como motores, fuentes de ignición, etc., y distancias de protección para cualquier trabajador ajeno a la instalación (técnicos sin formación en el uso de GNL).

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

9. ANÁLISIS DE SALVAGUARDIAS Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO

Tras el análisis de las distintas ubicaciones, el posterior análisis de riesgos, posibles efectos dominó y las simulaciones realizadas con Phast, se ha propuesto medidas para la reducción del riesgo.

De manera general, medidas de mitigación para la reducción del riesgo se pueden aplicar para minimizar las consecuencias o para reducir la frecuencia de un evento. Medidas típicas para la reducción de consecuencias son barreras contra el fuego, detección y respuesta rápida, mover la fuente de peligro lejos de zonas sensibles de provocar efectos en cadena, etc.

Medidas típicas para reducir la frecuencia de un evento son el control de la población en las inmediaciones de uso de GNL, escoltar la instalación de almacenamiento de GNL y generación de electricidad en todo momento que no esté en una infraestructura protegida frente a accesos no autorizados, limitar la velocidad de vehículos en la zona de uso y sus proximidades, sistemas de almacenamiento fuertemente protegidos y monitorizados, etc.



A continuación se presentan medidas de mitigación para mejorar la seguridad, para cada uno de los peligros enumerados en este análisis de riesgos.

Medidas de mitigación de fugas de tubos bajo presión

- Proveer válvulas de corte automático en caso de fugas en la manguera.
- En particular, válvulas dobles de liberación de la conexión de emergencia, de actuación rápida (PERC) para brazos de carga.
- Realizar cargas y descargas del sistema de almacenamiento en zonas seguras.
- Aislar el sistema de drenaje de las líneas de transferencia.
- Drenar a un sumidero aislado para reducir la vaporización del GNL.
- Proveer protección alrededor de bridas, vástagos y ejes de las bombas.

Medidas de mitigación de accidentes por fugas

- Seleccionar materiales del sistema de almacenamiento de GNL, generación de electricidad y contenedores, que no se vean afectados por fractura frágil, por contacto con el GNL a temperatura criogénica.
- Instalar un sistema detector de fugas de gas.
- Instalar suficiente aislamiento en el interior del contenedor del sistema de almacenamiento, pero permitiendo la salida de gas para no formar una nube de gas confinada que pueda causar una explosión.
- Instalar un sistema de drenaje de GNL a una localización segura.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

Medidas de mitigación de fugas del sistema de almacenamiento de GNL

- Emplear un diseño de doble contención.
- Instalar un detector de gas en el contenedor.
- Instalar un sistema de aislamiento remoto que cierre las válvulas desde un lugar seguro.
- Instalar un sistema de drenaje de GNL a una localización segura.

Medidas de mitigación de accidentes por *Rollover* (Basculamiento de capas)

- Mantener la circulación del combustible almacenado mediante una bomba, para evitar estratificación y aumento de temperatura en el interior del tanque.
- Proveer de sensores que detecten la estratificación del combustible.
- Realizar pruebas de laboratorio al GNL con una periodicidad suficiente, para detectar tendencias a estratificarse.

Medidas de mitigación para evitar accidentes por quemaduras por frío criogénico



- Instalar válvulas operadas de manera remota.
- Requerir que los trabajadores que manipulen la instalación o se encuentren en las inmediaciones utilicen ropa adecuada y equipamiento de protección contra frío criogénico.

Medidas de mitigación para evitar asfixias

- Evitar estancamiento del gas en cualquier situación, tanto en el uso habitual del sistema, como en el momento de almacenamiento en infraestructuras y en el caso de pérdidas parciales o totales de contención accidentales.
- No colocar a trabajadores en zonas en las que se puedan producir vapores que se acumulen.

Medidas de mitigación de quemaduras por radiación térmica causadas por llamaradas y charcos de fuego

- Respetar las distancias de separación establecidas a lo largo de este documento y las establecidas por reglamentación aplicable.
- Requerir que los trabajadores que manipulen la instalación o se encuentren en las inmediaciones utilicen ropa adecuada y equipamiento de protección contra frío criogénico.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

- Proveer de escudos de protección contra la radiación térmica para el personal en el área.

Medidas de mitigación para Transición Rápida de Fase (TRF)

- Construir sistemas de almacenamiento fuertes que puedan soportar pequeños aumentos de presión.

Medidas de mitigación de accidentes en el transporte por carretera del sistema de almacenamiento de GNL



- Transportar los depósitos vacíos o casi vacíos en el caso de tener que transportar el sistema a una ubicación diferente de la actual.
- Limitar el transporte en caso de que no existan unas condiciones mínimas de seguridad en la zona de circulación.

Medidas de mitigación para evitar accidentes causados por colisión de vehículos

- Proveer escoltas en la zona.
- Mantener distancias de separación mínimas con otros sistemas de almacenamiento.
- Usar sistemas de navegación con sistemas de radar sofisticados que muestren la ubicación de otros sistemas de almacenamiento y obstáculos.
- Limitar las velocidades de desplazamiento en las zonas cercanas.
- Aplicar planes de seguridad que incluyan zonas protegidas para el uso del sistema de almacenamiento de GNL y generación de electricidad.
- Desarrollar procedimientos de respuesta de emergencia y proveer de entrenamiento específico en manipulación y uso del GNL a los trabajadores.



Medidas de mitigación de accidentes tras colisión de barcos o actos vandálicos en el mar

- Usar sistemas de almacenamiento con doble protección.
- Si la fuga se realiza sobre el mar, seguir moviendo el barco para limitar las dimensiones del charco de GNL formado.
- Mover el sistema de almacenamiento lejos de zonas sensibles de producir explosiones en cadena.
- Diseñar zonas de seguridad que puedan soportar la inmersión en fuego.
- Diseñar válvulas de alivio de presión y válvulas de alivio de vacío para eventos a larga escala.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS <i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Medidas de mitigación de accidentes con condiciones meteorológicas adversas.

- Limitar el uso del sistema cuando exista una alerta de riesgo por condiciones meteorológicas adversas.
- Estar en contacto directo con los avisos y/o alertas originadas por los organismos competentes y actuar en consecuencia, suspendiendo el suministro.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras el análisis de riesgos llevado a cabo en el transporte de GNL para el suministro del sistema, las operaciones de carga y descarga y la operatividad del sistema en las cuatro ubicaciones de interés, se han llegado a las siguientes conclusiones que se exponen en los siguientes párrafos.

El criterio de clasificación se ha realizado en función de la evaluación de riesgos realizada en este documento.



Otro factor que se ha valorado son las distancias de seguridad que el sistema de almacenamiento de GNL debe cumplir respecto a diferentes elementos, incluidas en la norma UNE 60210, y las distancias de seguridad y protección definidas en el apartado “6.4.4 **Justificación de distancias de seguridad y protección**”, del actual análisis de riesgos, método extraído de la norma ISO/TS 18683.

A continuación se muestran las conclusiones específicas para cada operación y ubicación de las actividades generadas por el sistema de generación eléctrica a partir de GNL.

- Transporte de GNL
 1. El transporte de GNL mediante camión cisterna por las vías de circulación del Puerto de Santa Cruz se realizará bajo la el cumplimiento de la normativa de transporte de mercancías peligrosas por carretera. No se recomienda el transporte de GNL en condiciones meteorológicas adversas, ya que puede originar un accidente de tráfico que derive en algún riesgo de los analizados en el presente estudio.

Para dicha actividad se obtiene un mayor valor de aceptabilidad de 3 (Inaceptable), situación no deseada y que no puede ser permitida, y un nivel de riesgos medio obtenido principalmente por los eventos de lluvias y vientos fuertes, por lo que el transporte de GNL en camión cisterna no se recomienda en ningún caso en que se vaya a realizar bajo condiciones meteorológicas adversas.

- Operaciones de Carga y Descarga
 1. Las operaciones de carga y descarga no implican un riesgo en sí mismas, siempre y cuando se realicen bajo los protocolos de operación para GNL definidos por la normativa del sistema gasista y se cumplan las distancias reglamentadas del sistema respecto a diferentes elementos, y las distancias de seguridad y protección definidas **en el apartado “6.4.4 Justificación de distancias de seguridad y protección”** en este análisis de riesgos. No se recomienda las operaciones de carga y descarga en condiciones meteorológicas adversas, ya que pueden originar una fuga o pérdida de contención que derive en algún riesgo de los analizados en el presente estudio.

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



Para la actividad de carga y descarga se obtiene un mayor valor de aceptabilidad de 2, situación que debe ser mejorada, y un nivel de riesgos moderado obtenido principalmente por los eventos de explosiones, terrorismo, lluvias, vientos fuertes y terremotos. Para este nivel debe probarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo permaneciendo dentro de las prácticas razonables

- Operatividad de Sistema en Ubicaciones.
1. En la ubicación de Terminal de Cruceros existe un riesgo añadido asociado al tránsito de personas ajenas a la instalación, ocasionando un aumento en la dificultad tanto para respetar las distancias de seguridad marcadas por el reglamento a motores, edificios públicos, etc., como para las distancias de seguridad y protección marcadas en este documento **en el apartado "6.4.4 Justificación de distancias de seguridad y protección"**, para poder asegurar que ninguna persona ajena a la instalación entra en contacto con el GNL o el gas natural, a excepción de los trabajadores cualificados y formados en el uso del GNL.

Se muestra gráficamente a continuación un ejemplo de las distancias de seguridad y protección que se deben respetar, alrededor del sistema de almacenamiento de GNL y generación de electricidad, 20 y 43 metros respectivamente.



Ilustración 37. Distancias de seguridad (naranja) y protección (amarillo) que se deben respetar en el uso del sistema, en la ubicación de Terminal de cruceros. Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Se obtiene para dicha ubicación un mayor valor de aceptabilidad de 2, situación que debe ser mejorada, y un nivel de riesgos moderado obtenido principalmente por los eventos de explosiones, terrorismo, lluvias, vientos fuertes y terremotos. Para este nivel debe probarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo permaneciendo dentro de las prácticas razonables.



2. La ubicación de Terminal de Carga Rodada (TCR) se encuentra en una zona de paso de materiales inflamables, explosivos y/o comburentes que se deben coordinar con el uso del sistema en todo momento, respetando las distancias de seguridad establecidas en el reglamento y las distancias de seguridad y protección definidas en el apartado "6.4.4 Justificación de distancias de seguridad y protección" del presente documento. La zona está limitada al uso de trabajadores del puerto, por lo tanto, se puede realizar la formación adecuada a los trabajadores para actuar en caso de incidentes. Se deben aplicar las salvaguardas necesarias para reducir el riesgo en los trabajadores en caso de accidente.

La proximidad de otros sistemas de almacenamiento de combustible para la alimentación de remolques frigoríficos, hace recomendable la sustitución de dicha infraestructura por un sistema alternativo, como puede ser un suministro eléctrico independiente y sin almacenamiento de combustibles, evitando conflictos con el sistema de gas natural licuado.

Se muestra gráficamente a continuación un ejemplo de las distancias de seguridad y protección que se deben respetar, alrededor del sistema de almacenamiento de GNL y generación de electricidad, 20 y 43 metros respectivamente.



Ilustración 38. Distancias de seguridad (naranja) y protección (amarillo) que se deben respetar en el uso del sistema, en la ubicación de Terminal de Carga Rodada (TCR). Fuente: Elaboración propia

	<i>Proyecto:</i> CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
<i>Título:</i> Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

Se obtiene para dicha ubicación un mayor valor de aceptabilidad de 2, situación que debe ser mejorada, y un nivel de riesgos moderado obtenido principalmente por los eventos de explosiones, terrorismo, lluvias, vientos fuertes y terremotos. Para este nivel debe probarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo permaneciendo dentro de las prácticas razonables.



3. En las ubicaciones localizadas en los diques de Muelle Sur y dique de Los Llanos no existen infraestructuras cercanas de almacenamiento o uso de materiales explosivos, comburentes o inflamables, o fuentes de ignición fijas como centros de transformación o grupos electrógenos.

Al igual que en las otras ubicaciones, se deben respetar en todo momento las distancias de seguridad reglamentada, definidas en el apartado **“6.4.4 Justificación de distancias de seguridad y protección” del presente documento, para garantizar el uso del sistema de una manera segura y efectiva.**

Se obtiene para dichas ubicaciones un mayor valor de aceptabilidad de 2, situación que debe ser mejorada, y un nivel de riesgos moderado obtenido principalmente por los eventos de explosiones, terrorismo, lluvias, vientos fuertes y terremotos. Para este nivel debe probarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo permaneciendo dentro de las prácticas razonables.

- Recomendaciones generales

1. Se recoge en el Anexo II las características específicas del GNL, información que debe conocer cualquier personal que manipule GNL o gas natural, y por ello se debe realizar un periodo de formación de los trabajadores. A su vez, en dicho anexo se recoge el método de actuación frente a un incendio, tanto de GNL como causado por otro material cercano al sistema.
2. Se recomienda en todo momento seguir instrucciones de seguridad recogidas en la reglamentación aplicable, para en todo momento preservar la seguridad y protección de las personas, tanto propia como ajena a las instalaciones del Puerto de Tenerife.
3. En el caso que no sea posible cumplir con las distancias de seguridad y protección, pueden aplicarse modificaciones, como barreras físicas (por ejemplo, un muro de hormigón), las cuales puedan implicar una reducción de las distancias a cumplir como indica la norma UNE 60210:2015. Todas las modificaciones deberán ser estudiadas y justificadas previa a cualquier modificación.
4. Previas pruebas in situ del sistema de generación eléctrica mediante GNL, habrá que realizar la legalización del sistema, y deberá ser aprobado un periodo de prueba del sistema ya instalado en las ubicaciones previstas, por los organismos competentes.

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

ANEXO II

CARACTERÍSTICAS DEL GNL Y ACTUACIÓN EN CASO DE INCENDIO

	 <p>Co-financed by the European Union Connecting Europe Facility</p> <p>"The sole responsibility of this publication lies with the author. The European Union is not responsible for any use that may be made of the information contained therein."</p>
---	--



Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)

EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS

Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección







Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)

EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS



Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección



	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

ÍNDICE

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GNL.....	2
1.1. Gas de evaporación ("Boil-off").....	2
1.2. Flash.....	2
1.3. Vertido de GNL.....	3
1.4. Expansión y dispersión de las nubes de gas.....	3
1.5. Inflamación.....	3
1.6. Incendios de charco.....	4
1.7. Desarrollo y consecuencias de las ondas de presión.....	4
1.8. Confinamiento.....	4
1.9. Basculamiento de capas.....	4
1.10. Transición rápida de fase, (RPT, Rapid Phase Transition).....	5
1.11. Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE, Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion).....	5
2. SALUD Y SEGURIDAD.....	6
2.1. Generalidades.....	6
2.2. Exposición al frío.....	6
2.2.1. Manipulación, quemaduras por contacto con el frío.....	6
2.2.2. Congelación.....	6
2.2.3. Efectos del frío sobre los pulmones.....	6
2.2.4. Hipotermia.....	6
2.2.5. Vestimentas de protección recomendadas.....	7
2.3. Exposición al gas.....	7
2.3.1. Toxicidad.....	7
2.3.2. Asfixia.....	7
2.4. Prevención y protección contra el fuego.....	7
2.5. Color.....	8
2.6. Olor.....	8
2.7. Materiales de construcción.....	8
3. ACTUACIÓN EN CASO DE INCENDIO.....	9

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GNL

Todo el personal implicado en la manipulación del GNL debería estar familiarizado con las características del líquido y con las características del gas producido.

Los riesgos potenciales relacionados con la manipulación de los sistemas de GNL se deben principalmente a tres propiedades características.

- a) Es extremadamente frío. A la presión atmosférica, dependiendo de la composición, el punto de ebullición del GNL es aproximadamente -160°C . A esta temperatura, el vapor es más denso que el aire ambiente.
- b) Cantidades muy pequeñas de líquido se convierten en grandes volúmenes de gas. Un volumen de GNL produce aproximadamente 600 volúmenes de gas.
- c) El gas natural, al igual que otros hidrocarburos, es inflamable. En las condiciones ambientes, una mezcla de aire y de gas natural se convierte en inflamable cuando el contenido de gas natural está comprendido aproximadamente entre 5% y 15% por volumen. Si se acumula el vapor en un espacio confinado, el encendido puede producir una detonación y una sobrepresión de onda de choque.



Cuando se evalúan los riesgos en un emplazamiento de GNL, se deben considerar todos los sistemas presentes. Con frecuencia, el GNL por sí mismo no presenta el mayor riesgo; otros sistemas como el gas a alta presión emitido por el equipo de regasificación, pueden dominar el perfil de riesgo global del emplazamiento.

1.1. Gas de evaporación ("Boil-off")

El GNL se almacena en forma de líquido en ebullición en depósitos aislados térmicamente. Cualquier fuga de calor en el interior del depósito provoca que parte del líquido se evapore en forma de gas. Este gas es conocido como gas de evaporación.

1.2. Flash

Como cualquier fluido, si la presión del GNL a presión se reduce por debajo de su presión de ebullición, por ejemplo mediante el paso a través de una válvula, una parte del líquido se evapora y la temperatura del líquido cae a su nuevo punto de ebullición correspondiente a esa presión. Esto se conoce como flash. Siendo el GNL una mezcla, la composición del gas producido por el flash y la del líquido restante son diferentes, ya que componentes como el nitrógeno y metano son los primeros en liberarse, lo que aumenta la proporción de hidrocarburos más pesados en el líquido.

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

1.3. Vertido de GNL

Cuando se derrama GNL sobre el terreno (producido por un vertido accidental), después de un periodo inicial de ebullición intensa, el índice de evaporación decrece rápidamente hasta alcanzar un valor constante determinado por las características térmicas del terreno y el aporte térmico del aire circundante.

Pequeñas cantidades de líquido se pueden convertir en grandes volúmenes de gas cuando se produce el vertido. Un volumen de líquido produce aproximadamente 600 volúmenes de gas en las condiciones ambiente. Cuando el vertido se produce sobre el agua, la convección en el agua es tan intensa que el índice de evaporación por unidad de superficie permanece constante. El tamaño del vertido de GNL aumenta hasta que el volumen de gas que se evapora se iguala al volumen de gas producido por la fuga de líquido.

1.4. Expansión y dispersión de las nubes de gas



Inicialmente, el gas producido por la evaporación está a una temperatura prácticamente idéntica a la del GNL y es más denso que el aire ambiente. Este gas, previamente, se propaga por gravedad en una capa que fluye a lo largo del terreno hasta que se calienta suficientemente absorbiendo calor del terreno y mezclándose con el aire ambiente.

La dilución con el aire caliente incrementa la temperatura y reduce el peso molecular de la mezcla. Como resultado, la nube es en general más densa que el aire ambiente hasta que se diluye por debajo del límite de inflamabilidad. Solamente en el caso de un alto contenido de agua en la atmósfera (humedad y temperatura elevadas), puede la condensación de agua durante la mezcla con los vapores de GNL fríos calentar la mezcla hasta que se vuelva más ligera que el aire y se produzca una nube flotante. Después de un vertido se forman nubes de niebla por condensación del vapor de agua en la atmósfera. Cuando esta niebla es visible (de día y sin niebla natural) y si la humedad relativa del aire ambiente es suficientemente alta, la niebla visible es un indicador útil de la trayectoria del gas evaporado y la nube proporciona una primera indicación del nivel de inflamabilidad de la mezcla de gas y aire.

En el caso de una fuga en depósitos a presión o en una tubería, el GNL se escapa en forma de chorro que se dispersa en la atmósfera con una expansión y una vaporización simultáneas. Este proceso coincide con una mezcla intensa con el aire. Una gran parte del GNL está contenida en la nube de gas inicialmente en forma de aerosol. Finalmente, se vaporiza al mezclarse continuamente con el aire.

1.5. Inflamación

Una nube de gas natural y de aire se puede inflamar cuando la concentración de gas natural está dentro del rango de 5% y 15% del volumen.

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

1.6. Incendios de charco

La potencia emitida por la superficie (SEP, *Surface Emissive Power*) de una llama procedente de un charco de GNL, inflamado con un diámetro superior a 10 m puede ser muy elevada, y se debe calcular a partir de los valores medidos del flujo de radiación incidente y una superficie definida de llama. La SEP disminuye cuando la emisión de humo aumenta.

1.7. Desarrollo y consecuencias de las ondas de presión

En una nube libre, el gas natural arde a velocidades bajas que producen sobrepresiones inferiores a 5×10^3 Pa en el interior de la nube. Se pueden producir presiones más elevadas en zonas muy congestionadas o confinadas tales como donde se concentran equipos o edificios.

1.8. Confinamiento



El gas natural no se puede licuar por compresión a temperatura ambiente. De hecho, se debe reducir su temperatura por debajo de -80 °C aproximadamente antes de que pueda licuarse cualquiera que sea la presión. Esto significa que cualquier cantidad de GNL contenido, por ejemplo entre dos válvulas o en un depósito sin venteo, y que se calienta, incrementa la presión hasta la rotura completa del sistema de confinamiento. La planta y los equipos se deben diseñar por tanto con venteos y/o válvulas de seguridad de sobrepresión correctamente dimensionadas.

Es necesario prestar especial atención para impedir la posibilidad de encerrar incluso pequeños volúmenes de líquido criogénico, y también prestar atención a detalles tales como la purga de la cavidad de las válvulas de bola.

1.9. Basculamiento de capas

El término basculamiento de capas se refiere al proceso que puede ocasionar la emisión de grandes cantidades de gas desde un depósito de GNL durante un corto periodo de tiempo. Esto podría producir una sobrepresión en el depósito para la que éste no está diseñado o protegido.

Es posible que en los depósitos de almacenamiento de GNL se puedan formar dos capas o células estratificadas estables, generalmente provocadas por una mezcla incompleta de GNL recientemente cargado en el depósito y de líquido de una densidad diferente en el fondo del depósito. Dentro de una misma capa la densidad del líquido es uniforme pero la capa del fondo se compone de líquido más denso que el de la capa superior. En consecuencia, debido a la fuga de calor en el interior del depósito, a la transferencia de calor y de masa entre las capas y a la evaporación en la superficie del líquido, se equilibra la densidad de las capas y finalmente se mezclan. Esta mezcla espontánea se denomina basculamiento de capas y si, como es el caso más frecuente, el líquido en la capa del fondo se sobrecalienta en relación a la presión en el espacio de vapor del depósito, el basculamiento de capas está acompañado de un incremento en la formación del vapor. Este incremento es algunas veces rápido e importante. En ciertos

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

casos, el incremento de la presión en el depósito ha sido suficiente para causar el desenclavamiento de las válvulas de seguridad de sobrepresión.



Es por ello que se deben supervisar atentamente los gases de evaporación para asegurarse de que el líquido no está almacenando calor. Si se sospecha que puede estar sucediendo esto, se debería intentar hacer circular líquido desde la capa del fondo hasta la capa superior para fomentar la mezcla. El basculamiento de capas se puede evitar mediante una buena gestión del almacenamiento. El GNL procedente de fuentes diferentes y con distinta composición se debería almacenar preferentemente en depósitos independientes. Si esto no es posible, se debería asegurar una buena mezcla de los líquidos durante el llenado del depósito. Un contenido alto de nitrógeno en las instalaciones destinadas a los picos de consumo puede provocar también un basculamiento de capas poco después de la finalización del llenado del depósito, debido a la evaporación preferencial del nitrógeno. La experiencia demuestra que la mejor forma de evitar este tipo de basculamiento de capas es limitar el contenido de nitrógeno de GNL por debajo del 1% y supervisar atentamente el índice de producción de gases de evaporación.

1.10. Transición rápida de fase, (RPT, Rapid Phase Transition)

Cuando dos líquidos a diferente temperatura entran en contacto, puede producirse fuerzas de onda de choque en determinadas circunstancias. Este fenómeno, denominado transición rápida de fase (RPT), se puede producir cuando entran en contacto el GNL y el agua. Aunque no se produzca combustión, este fenómeno tiene todas las características de una explosión. Las transiciones rápidas de fase, RPT, resultantes de un vertido de GNL en agua han sido a la vez raras y con consecuencias relativamente limitadas. Se puede resumir una teoría que concuerda con los resultados experimentales de la forma siguiente. Cuando dos líquidos a temperaturas muy diferentes entran en contacto directo, si la temperatura del más caliente de los dos líquidos (expresada en Kelvin) es superior a 1,1 veces la temperatura en ebullición del más frío, el incremento de temperatura de este último es tan rápido que la temperatura de la capa de la superficie puede sobrepasar la temperatura de nucleación espontánea (es decir, cuando se producen burbujas en el líquido). En determinadas circunstancias, este líquido sobrecalentado se vaporiza en un periodo de tiempo muy corto mediante un mecanismo de reacción compleja en cadena y por tanto genera vapor a un índice de onda de choque.

1.11. Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE, Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

Cualquier líquido en su punto de ebullición o próximo a él y por encima de una cierta presión se vaporiza extremadamente rápido si se libera súbitamente debido a una rotura del sistema a presión. Este proceso de expansión violenta es conocido por provocar la proyección de partes enteras de depósitos rotos a varios cientos de metros. Esto se conoce como expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE). Es muy improbable que se produzca una expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE) en una instalación de GNL debido a que el GNL se almacena en un depósito que se rompe a baja presión y en el que el índice de evaporación es bajo, o se almacene y se transfiera en depósitos a presión aislados y en tubos protegidos por su diseño contra los riesgos de incendio.

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

2. SALUD Y SEGURIDAD

2.1. Generalidades

Las siguientes recomendaciones proporcionan indicaciones a las personas implicadas en la operación de las plantas de GNL y no sustituyen a la reglamentación en vigor.

2.2. Exposición al frío

La temperatura muy baja del GNL puede provocar efectos nocivos sobre las partes expuestas del cuerpo humano. Si una persona no está suficientemente protegida contra las bajas temperaturas ambiente, sus reacciones y sus aptitudes se pueden ver gravemente afectadas.

2.2.1. Manipulación, quemaduras por contacto con el frío

El contacto con el GNL puede producir abrasiones en la piel similares a una quemadura. El gas que emite el GNL está extremadamente frío y puede producir quemaduras. Tejidos delicados, como el caso de los ojos, pueden verse dañados por la exposición a este gas frío aunque fuera demasiado breve para afectar a la piel de la cara y de las manos. No se debería permitir que las partes sin proteger del cuerpo entren en contacto con los tubos o depósitos sin aislar que contienen GNL. El metal extremadamente frío puede adherirse a la piel y se puede arrancar la carne cuando se intenta retirar.

2.2.2. Congelación



La exposición severa o prolongada a los vapores y a los gases fríos puede provocar congelación. El dolor localizado sirve habitualmente de advertencia de la congelación pero a veces no se experimenta ningún dolor.

2.2.3. Efectos del frío sobre los pulmones

La respiración prolongada de atmósferas extremadamente frías pueden dañar los pulmones. La exposición de corta duración puede producir malestar respiratorio.

2.2.4. Hipotermia

El riesgo de hipotermia se puede presentar a temperaturas inferiores a 10 °C. Las personas que aparentemente presenten síntomas de hipotermia se deberían evacuar de la zona fría y hacerlas entrar en calor rápidamente en un baño caliente con la temperatura entre 40 °C y 42 °C. No se debe utilizar el calor seco para entrar en calor.

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

2.2.5. Vestimentas de protección recomendadas

Durante la manipulación del GNL, se deberían proteger los ojos con una máscara facial o unas gafas de seguridad apropiadas si se prevé la exposición al GNL. Se deberían llevar siempre guantes de cuero cuando se manipula un elemento que está, pudiera haber estado en contacto con el líquido o el gas frío. La talla de los guantes se debería elegir generalmente suficientemente grande para que se puedan retirar fácilmente en caso de proyección accidental de líquido en su interior o en su superficie. Incluso con la protección de los guantes, se debería manipular el equipo expuesto al GNL durante un periodo de tiempo lo más corto posible.

Se deberían vestir monos de trabajo ajustados o vestimentas similares, preferiblemente sin bolsillos y sin vueltas y los pantalones se deberían llevar por fuera de los zapatos o de las botas. Las vestimentas que se han expuesto al líquido o vapor frío se deberían ventilar antes de entrar en un espacio cerrado o estar cerca de una fuente de fuego. El personal de operación debería ser consciente de que las vestimentas de protección son solo un medio para protegerse de proyecciones accidentales de GNL y que se debería evitar cualquier contacto con el GNL.

2.3. Exposición al gas

2.3.1. Toxicidad

El GNL y el gas natural no son tóxicos.



2.3.2. Asfixia

El gas natural es un asfixiante simple. El contenido normal de oxígeno del aire es de 20,9% en volumen. Las atmósferas que contienen menos del 18% de oxígeno son potencialmente asfixiantes. En el caso de altas concentraciones de gas, se pueden producir náuseas o mareos debidos a la anoxia. No obstante, la salida de la zona de exposición hace que generalmente los síntomas desaparezcan rápidamente. Se debería medir el contenido de oxígeno e hidrocarburos de las atmósferas en las que podría estar presente el gas natural antes de entrar.

Incluso si el contenido de oxígeno de un medio se muestra adecuado para evitar la asfixia, se debería realizar un ensayo de inflamabilidad antes de entrar. Para realizar estos ensayos se deberían utilizar únicamente instrumentos fabricados para este propósito.

2.4. Prevención y protección contra el fuego

Cuando se manipula GNL, se deberían colocar en las proximidades extintores del tipo de polvo seco (preferiblemente de carbonato de potasio). El personal involucrado en la manipulación de GNL debería estar formado para la utilización de extintores de polvo seco sobre fuegos líquidos. La espuma de alta expansión o los bloques de espuma de vidrio celular pueden ser un medio útil para cubrir los incendios de charco de GNL y por lo tanto reducir considerablemente

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

la radiación que producen. Se debería disponer de un suministro de agua con el fin de poder refrigerar y para producir espuma si está disponible el equipo. No se debería utilizar el agua para la extinción del fuego. El diseño de la prevención y protección contra el fuego debe cumplir las Normas EN 1473 o NFPA 59^a, o una norma internacional reconocida o con una norma o reglamentación nacional.

2.5. Color

El vapor de GNL es incoloro. Sin embargo, cuando se libera en la atmósfera, se formará una nube blanca como resultado de la condensación de la humedad ambiente del aire.



2.6. Olor

Los vapores de GNL son inodoros.

2.7. Materiales de construcción

La mayor parte de los materiales de construcción habituales se rompen por fractura frágil cuando están expuestos a una temperatura muy baja. En particular, la resiliencia del acero al carbono es muy baja a la temperatura del GNL (-160 °C). Debería comprobarse la resistencia a la fractura frágil de los materiales que se utilizan en contacto directo con el GNL.

Una lista de los principales materiales utilizados en contacto directo con el GNL se recogen en la norma *UNE-EN ISO 16903:2016. Características del GNL que influyen en el diseño y en la selección de materiales.*

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

3. ACTUACIÓN EN CASO DE INCENDIO

En el caso de una fuga de GNL que cause una nube de gas y alcance una fuente de ignición, derivando en cualquiera de los peligros mencionados en el actual análisis de riesgos, incluyendo el caso de un incendio que envuelva el sistema de almacenamiento (aún sin haber fuga de combustible) y esté causando un aumento de temperatura en el interior del depósito, se recomienda la evacuación inmediata de la población en un radio suficiente, en cualquier caso en que el rescate no sea una prioridad.

La refrigeración mediante agua de un incendio de GNL queda totalmente descartada ya que en ese caso el agua sólo calentaría más el GNL restante, aumentando la vaporización y causando que más gas alcance el límite de inflamabilidad y favorezca el incendio.

En el caso de que el incendio se produzca en el exterior del sistema, y no se haya producido pérdida de contención del combustible, se deben valorar los riesgos en el caso de que se quiera realizar la extinción del incendio. Si el depósito ha perdido su capacidad aislante debida a la radiación térmica, el agua que se aplique sólo logrará calentar el GNL, causando un aumento de temperatura en el interior y favoreciendo la ruptura catastrófica del depósito causada por la sobrepresión (BLEVE). Si el dispositivo de venteo se activa para disminuir la presión interna del depósito se debe evacuar las inmediaciones inmediatamente.

La refrigeración del sistema sólo tiene sentido cuando la envolvente está intacta. En este caso, se estima que es preciso un caudal de agua de, al menos, 10 litros por minuto, por metro cuadrado de área del depósito.

En el caso de los dos depósitos objeto de estudio se supone un área individual de

$$2\pi(r^2 + rh')$$

donde r es el radio y h' es la altura del depósito, por lo tanto el área aproximada de un depósito del sistema de almacenamiento a refrigerar es



$$A = 2\pi(1,05^2 + 1,05 * 2,4) = 22,76 \text{ m}^2$$

Se necesitaría en este caso de un caudal de

$$Q = 22,76 * 10 = 227,6 \text{ l/min}$$

En el caso más probable de que no se pueda asegurar dicho caudal, es aconsejable la evacuación inmediata en un radio aproximado de 15 veces el radio de afección de la bola de fuego causada en el peor caso de pérdida de contención total del sistema, distancia máxima que se estima que pueden alcanzar fragmentos del depósito.

Otras razones que dificultan la labor de extinción es el hecho de que para que la refrigeración sea plausible, el servicio de bomberos debe encontrarse a una distancia muy cercana al incendio, y por lo tanto se debe valorar el poner en riesgo sus vidas, y además se debe tener en cuenta no proyectar el agua directamente sobre la válvula de alivio de presión, ya que la salida de gas muy frío puede congelarse, obstruyéndose y generando un aumento de presión en el interior del depósito.

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

La masa de combustible máxima disponible en el depósito sería el volumen de almacenamiento, multiplicado por la densidad del GNL.

$$Kgs\ GNL = 10\ m^3 * 0,45 \frac{Kg\ GNL}{Kg\ H_2O} * \frac{1000\ Kg\ H_2O}{1\ m^3} = 4500\ Kgs\ GNL$$

El diámetro de afección de la bola de fuego se ha estimado en este caso mediante fórmulas empíricas. A continuación se muestra el peor de los casos calculados

$$D_{MAX} = 6,24 * M^{0,333} = 6,24 * 4500^{0,333} = 102,73\ m$$

donde M es la masa de combustible almacenada, en kilogramos.

Por lo tanto el radio de afección será

$$R_{MAX} = \frac{D_{MAX}}{2} = \frac{102,73}{2} = 51,365\ m$$

A su vez, el tiempo de duración de la radiación causada por la bola de fuego se puede calcular por medio de la siguiente fórmula empírica

$$t_B = 1,11 * M^{0,167} = 1,11 * 4500^{0,167} = 4,52\ s$$

La altura central alcanzada por la bola de fuego sería



$$H = 4,35 * M^{0,333} = 4,35 * 4500^{0,333} = 71,619\ m$$

Por lo tanto, la distancia mínima de evacuación de la población que se debería lograr es:

$$D_{evacuación} = 15 * R_{MAX} = 15 * 51,365 \approx 770\ m$$

Los equipos de intervención deberán colocarse en la zona más favorable, y en sentido contrario al viento. Como medida de autoprotección, se considera que la distancia mínima de seguridad que debe guardar un bombero equipado debería ser 4 veces el radio de afección de la bola de fuego, y nunca a una distancia inferior a 100 metros.

$$D_{autoprotección} = 4 * R_{MAX} = 4 * 51,365 \approx 205\ m$$

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

ANEXO I

SIMULACIÓN CON PHAST

	 <p>Co-financed by the European Union Connecting Europe Facility</p> <p>"The sole responsibility of this publication lies with the author. The European Union is not responsible for any use that may be made of the information contained therein."</p>
---	---



Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)

EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS

Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección







Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)

EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS



Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección



	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

ÍNDICE

1. Introducción	8
2. Niveles de radiación térmica y sobrepresión estudiados	8
3. Gráficas comunes de las ubicaciones estudiadas	9
3.1. BLEVE y bola de fuego	11
3.2. Fuga horizontal por orificio de 25 mm.....	14
3.3. Fuga vertical por un orificio de 25 mm.....	27
3.4. Fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm.....	39
4. Terminal de Carga Rodada (TCR)	51
5. Terminal de cruceros	54
6. Dique Muelle Sur	57
7. Dique de Los Llanos	60

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Simulación de radiación térmica vs distancia para bola de fuego. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	11
Ilustración 2. Simulación de radio de afectación para bola de fuego y diferentes radiaciones térmicas (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	11
Ilustración 3. Simulación de radio de afectación para bola de fuego y diferentes valores de probit (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	12
Ilustración 4. Simulación de radio afectación para bola de fuego y diferentes valores de letalidad (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	12
Ilustración 5. Simulación de sobrepresión vs distancia en caso de ruptura catastrófica. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	13
Ilustración 6. Simulación de velocidad de vaporización de GNL vs tiempo en caso de ruptura catastrófica (pérdida total de contención). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	13
Ilustración 7. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	14
Ilustración 8. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	14
Ilustración 9. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	15
Ilustración 10. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	15
Ilustración 11. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	16
Ilustración 12. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	16
Ilustración 13. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	17
Ilustración 14. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	17
Ilustración 15. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	18
Ilustración 16. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	18
Ilustración 17. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	19



	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

Ilustración 18. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	19
Ilustración 19. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	20
Ilustración 20. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	20
Ilustración 21. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	21
Ilustración 22. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	21
Ilustración 23. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	22
Ilustración 24. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	22
Ilustración 25. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	23
Ilustración 26. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	23
Ilustración 27. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	24
Ilustración 28. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	24
Ilustración 29. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	25
Ilustración 30. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	25
Ilustración 31. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego tardío por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	26
Ilustración 32. Simulación de velocidad de vaporización de charco vs tiempo en caso de charco creado por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	26
Ilustración 33. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	27
Ilustración 34. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	27



	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

Ilustración 35. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	28
Ilustración 36. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	28
Ilustración 37. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	29
Ilustración 38. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	29
Ilustración 39. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	30
Ilustración 40. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	30
Ilustración 41. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	31
Ilustración 42. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	31
Ilustración 43. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	32
Ilustración 44. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	32
Ilustración 45. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11.....	33
Ilustración 46. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	33
Ilustración 47. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	34
Ilustración 48. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	34
Ilustración 49. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	35
Ilustración 50. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	35
Ilustración 51. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	36



	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

Ilustración 52. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	36
Ilustración 53. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	37
Ilustración 54. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	37
Ilustración 55. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego vertical por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	38
Ilustración 56. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	39
Ilustración 57. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	39
Ilustración 58. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	40
Ilustración 59. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	40
Ilustración 60. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	41
Ilustración 61. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	41
Ilustración 62. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	42
Ilustración 63. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	42
Ilustración 64. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	43
Ilustración 65. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	43
Ilustración 66. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	44
Ilustración 67. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	44
Ilustración 68. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	45



	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Ilustración 69. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	45
Ilustración 70. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	46
Ilustración 71. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	46
Ilustración 72. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	47
Ilustración 73. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	47
Ilustración 74. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	48
Ilustración 75. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	48
Ilustración 76. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	49
Ilustración 77. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	49
Ilustración 78. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego inclinado 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	50
Ilustración 79. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m ²) en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	51
Ilustración 80. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m ²) en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	51
Ilustración 81. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m ²) en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	52
Ilustración 82. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	52
Ilustración 83. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	53
Ilustración 84. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m ²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	54
Ilustración 85. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m ²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	54
Ilustración 86. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m ²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	55





	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

Ilustración 87. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	55
Ilustración 88. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	56
Ilustración 89. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m ²) en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	57
Ilustración 90. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m ²) en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	57
Ilustración 91. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m ²) en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	58
Ilustración 92. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	58
Ilustración 93. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	59
Ilustración 94. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m ²) en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	60
Ilustración 95. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m ²) en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	60
Ilustración 96. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m ²) en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	61
Ilustración 97. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	61
Ilustración 98. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11	62

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

1. Introducción

Se ha utilizado el software de simulación Phast 7.11 para estudiar los casos definidos en los siguientes apartados.

Para ello, en varios casos como el accidente que involucra un chorro de fuego o charco de fuego, se deben definir variables climatológicas como son la estabilidad de Pasquill y la velocidad del viento a la que se realiza la simulación. Los casos estudiados incluyen simulaciones con:

- Clima F (estable – noche con nubes moderadas y viento suave/moderado).
- Clima D (neutral – noche nublada y viento suave/moderado).
- Clima D (neutral – poco soleado y mucho viento, o noche y mucho viento).



En el caso de impresión de nube e impresión máxima, se han realizado cortes de la vista lateral a diferentes alturas para poder apreciar completamente la altura, longitud y anchura de la nube, para los diferentes casos climatológicos.

2. Niveles de radiación térmica y sobrepresión estudiados

Los niveles de radiación térmica estudiados se han establecido como se muestra en la tabla a continuación. La gravedad de las consecuencias de la radiación térmica depende de la misma y del tiempo de exposición.

Radiación térmica (kW/m²)	Daños a personas	Daños a equipos/materiales
37,5	99% de mortalidad tras 30 segundo de exposición	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras
12,5	<u>Zona de intervención:</u> Máximo soportable para personas protegidas con trajes especiales, por tiempo limitado (por ejemplo, bomberos)	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición; fusión de recubrimientos de plástico en cables eléctricos
4	<u>Zona de alerta:</u> Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos. Quemaduras de primer grado	-
1,4	Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial	-

Tabla 1. Niveles de radiación térmica y sus consecuencias en personas y equipos/materiales. Fuente: Elaboración propia

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

A su vez, los niveles de sobrepresión estudiados se han dividido en daños a personas y daños estructurales como quedan reflejados en la siguiente tabla.



Sobrepresión (bar)	Daños personales	Sobrepresión (bar)	Daños estructurales
0,70	Umbral de muerte por lesiones de pulmón	0,4	Daños irreversibles
0,35	Umbral de rotura de tímpano	0,18	Daños estructurales importantes
0,125	Umbral de zona de intervención	0,047	Daños estructurales menores; rotura de ventanas; riesgo de proyección de fragmentos
0,050	Umbral de zona de alerta	0,02	Probabilidad del 95% de no tener daños serios; límite para la proyección de fragmentos
		0,01	Presión típica de la rotura de vidrios

Tabla 2. Niveles de sobrepresión y sus consecuencias en personas y estructuras.
Fuente: Elaboración propia

3. Gráficas comunes de las ubicaciones estudiadas

A continuación se presentan las simulaciones, comunes a las cuatro ubicaciones. Estas son:

- Radiación térmica vs distancia en caso de bola de fuego.
- Radio de afectación en caso de bola de fuego frente a:
 - Radiación térmica.
 - Probit.
 - Letalidad.
- Sobrepresión vs distancia en caso de BLEVE.
- Velocidad de vaporización de GNL vs tiempo en caso de pérdida total de contención.
- Simulaciones, si fueran de aplicación y resumidas en la tabla siguiente de:
 - Concentración media, impresión y vista lateral de nube.
 - Radiación térmica vs distancia para los casos de chorro de fuego y charco de fuego (inmediato o tardío).
 - Vaporización de GNL.

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

Caso estudiado	Altura de fuga (m)	Estabilidad de Pasquill	Velocidad del viento (m/s)	Altura de interés para impresión de la nube (m)	Altura de interés para impresión máxima (m)
Fuga horizontal con un diámetro de 25 mm	1	F	1,5	0	
				1	
		1,5			
		0			
	D	1			
		1,5			
		0			
		1			
5	1,5				
	0				
	1				
	1,5				
Fuga vertical con un diámetro de 25 mm	2,5	F	1,5	0	
				8	
				11	11,5
		0			
		8			
		11		11,5	
	D	0			
		8			
		11	11,5		
		0			
		8			
		11	11,5		
Fuga inclinada 45 grados con un diámetro de 25 mm	1	F	1,5	0	
				4	
				8	
		0			
		4			
		8			
	D	0			
		4			
		8			
		0			
		4			
		8			

Tabla 3. Tabla resumen de simulaciones realizadas con software Phast 7.11 para fugas con diferente orientación. Fuente: Elaboración propia

3.1. BLEVE y bola de fuego

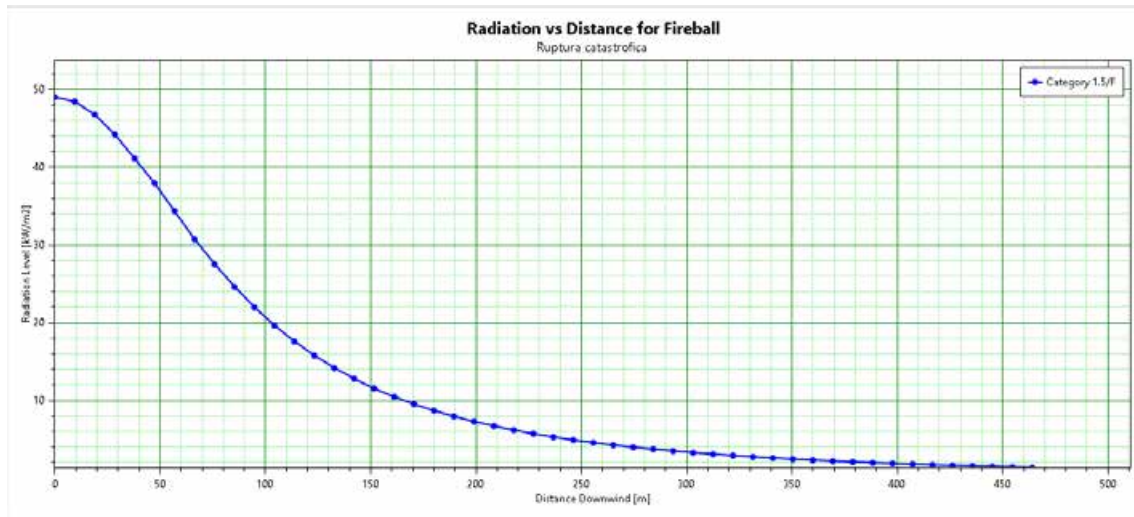


Ilustración 1. Simulación de radiación térmica vs distancia para bola de fuego. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

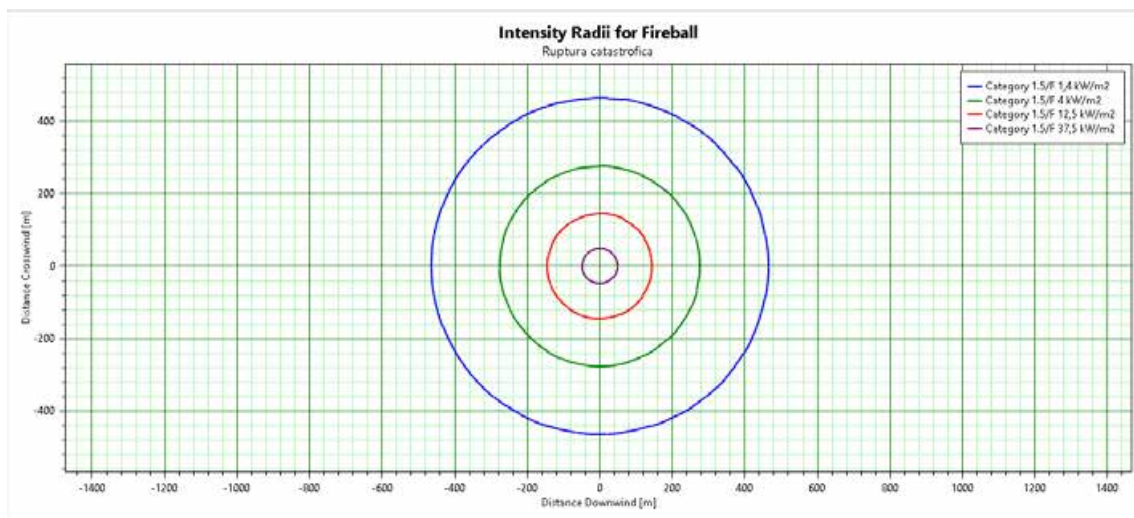


Ilustración 2. Simulación de radio de afectación para bola de fuego y diferentes radiaciones térmicas (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

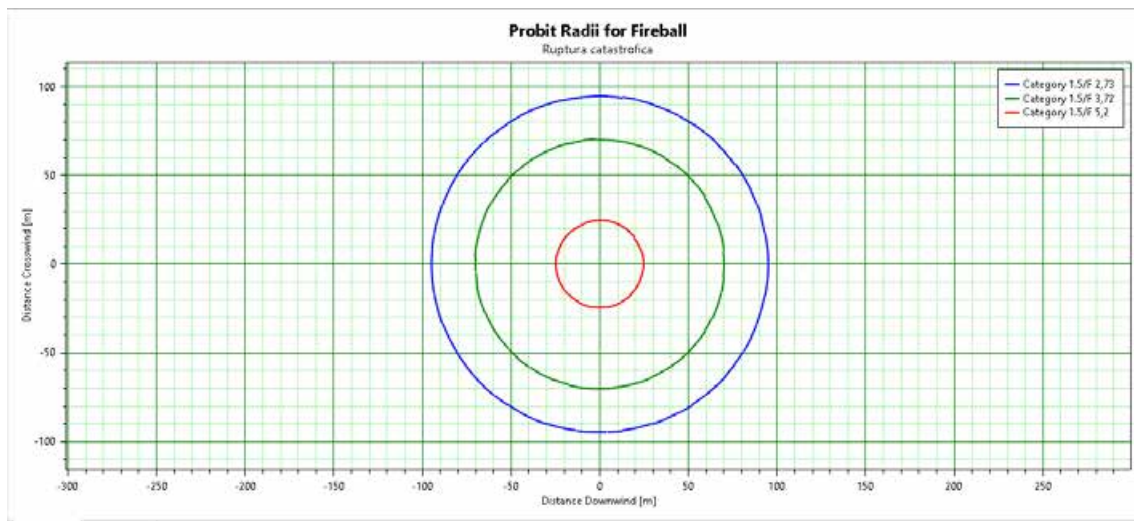


Ilustración 3. Simulación de radio de afectación para bola de fuego y diferentes valores de probit (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

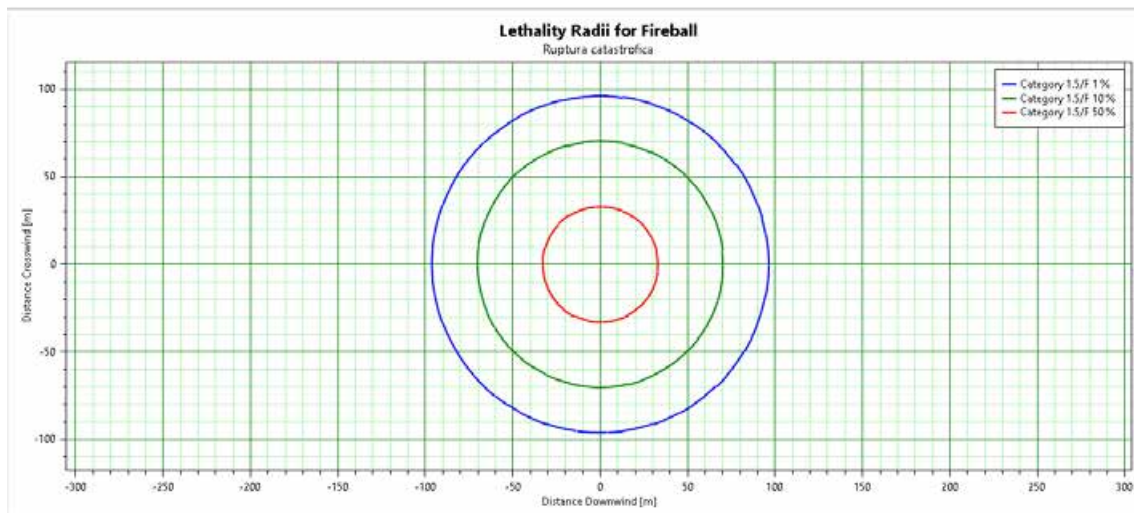


Ilustración 4. Simulación de radio afectación para bola de fuego y diferentes valores de letalidad (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

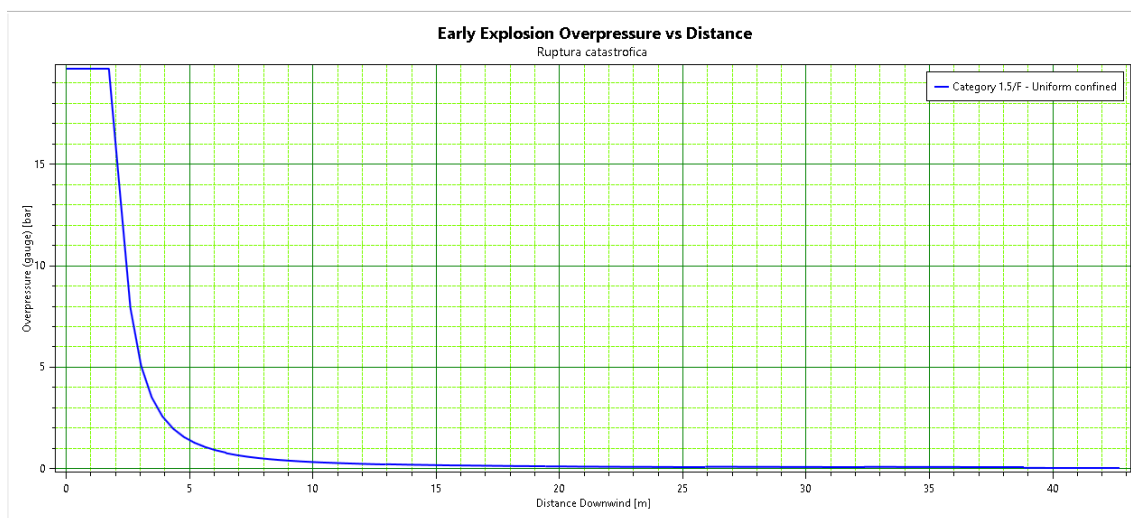


Ilustración 5. Simulación de sobrepresión vs distancia en caso de ruptura catastrófica. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

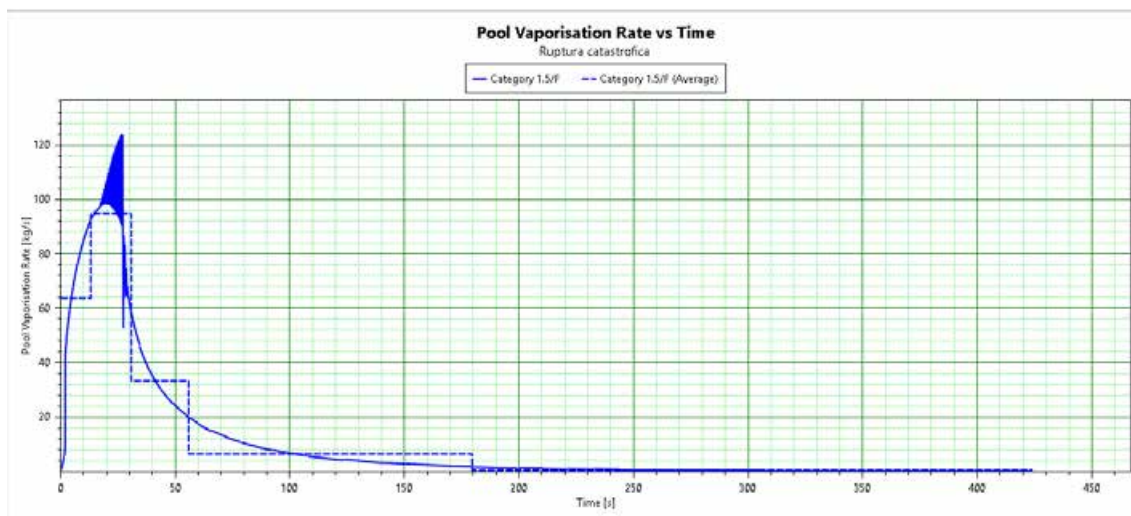


Ilustración 6. Simulación de velocidad de vaporización de GNL vs tiempo en caso de ruptura catastrófica (pérdida total de contención). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

3.2. Fuga horizontal por orificio de 25 mm



Ilustración 7. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

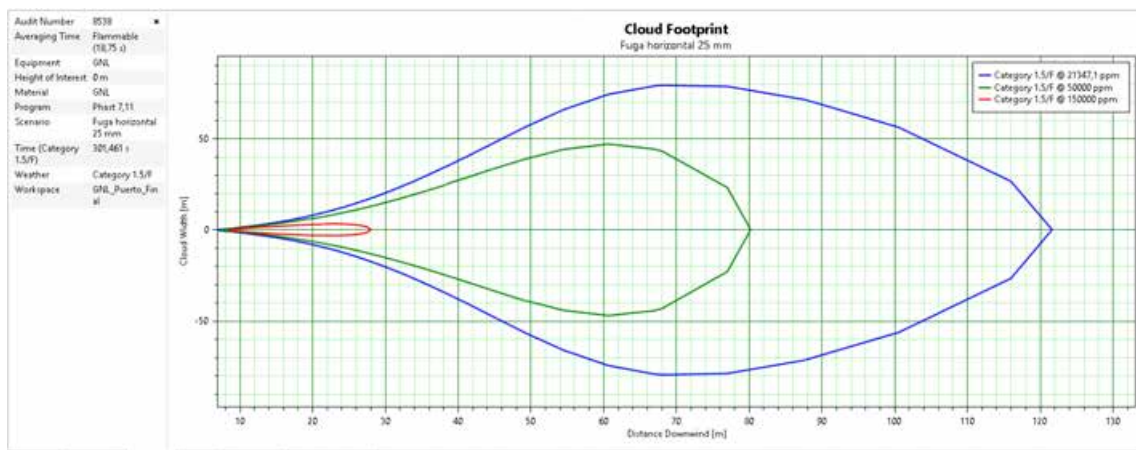


Ilustración 8. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

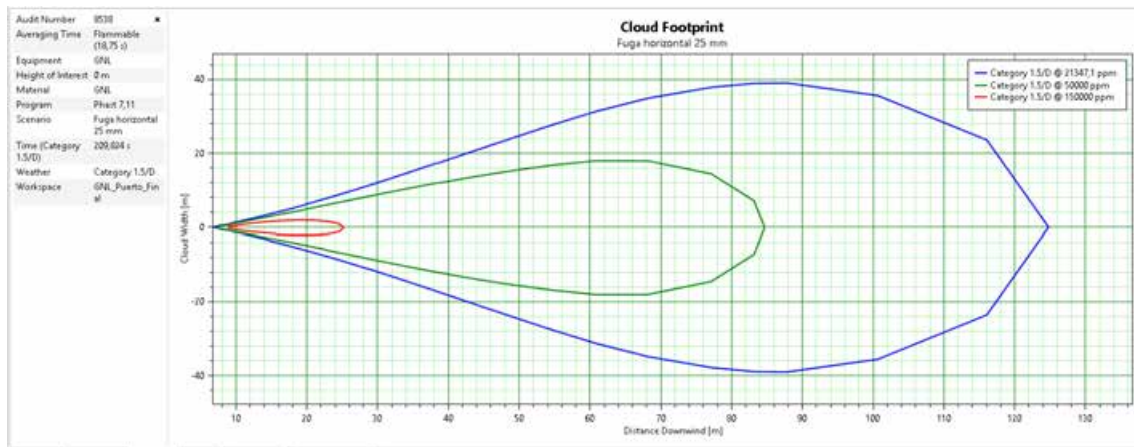


Ilustración 9. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

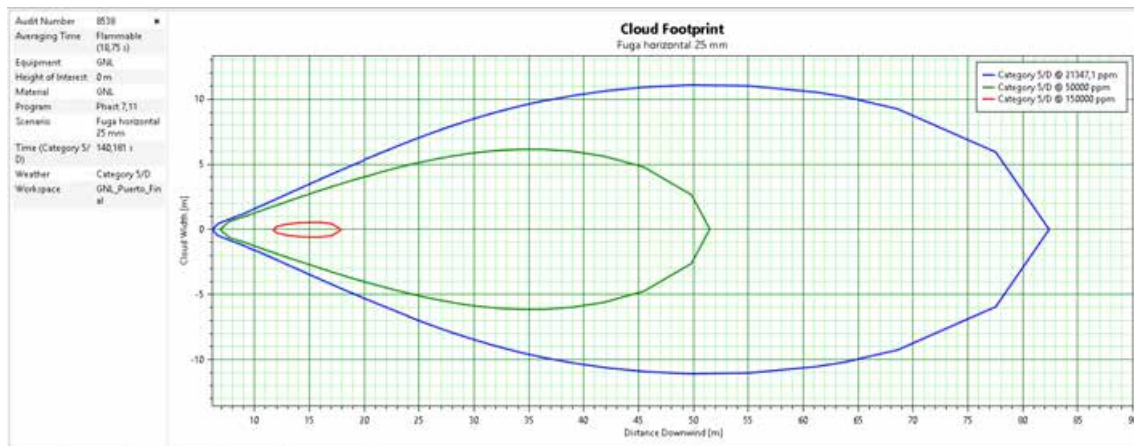


Ilustración 10. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

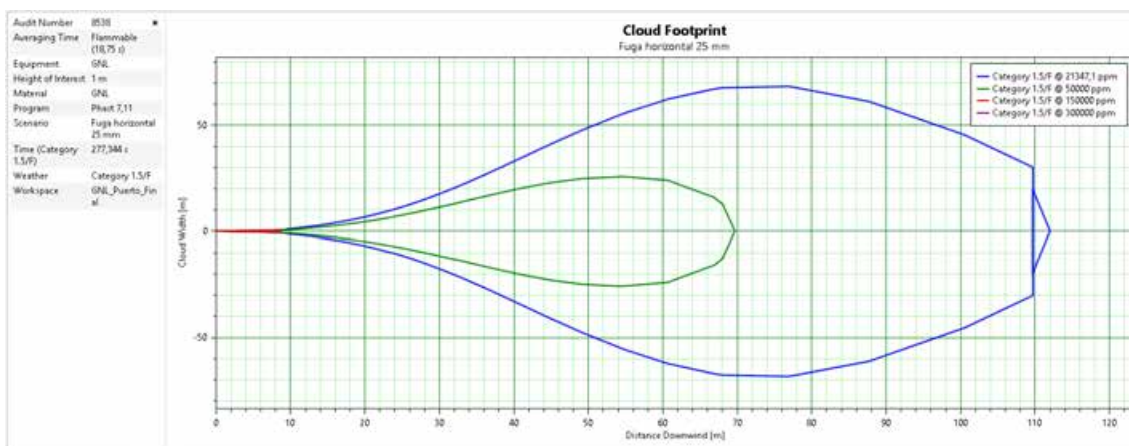


Ilustración 11. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

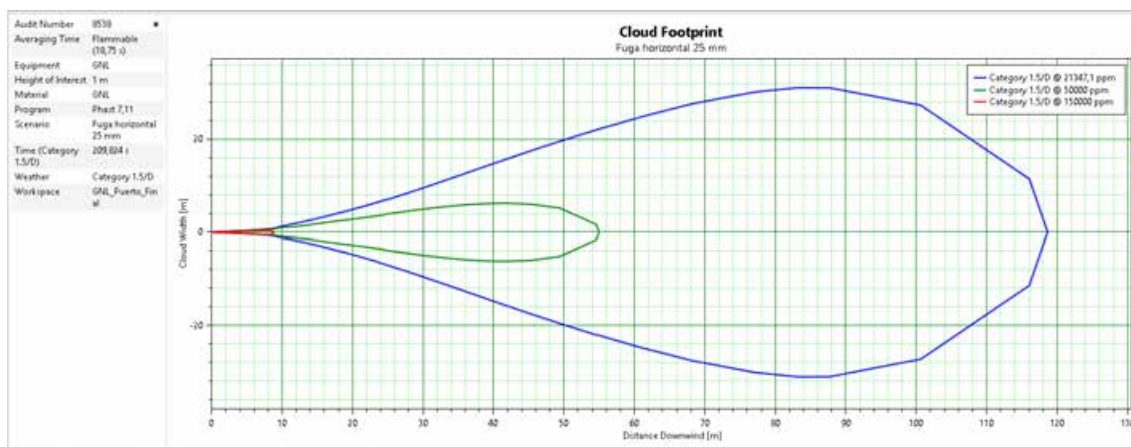


Ilustración 12. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

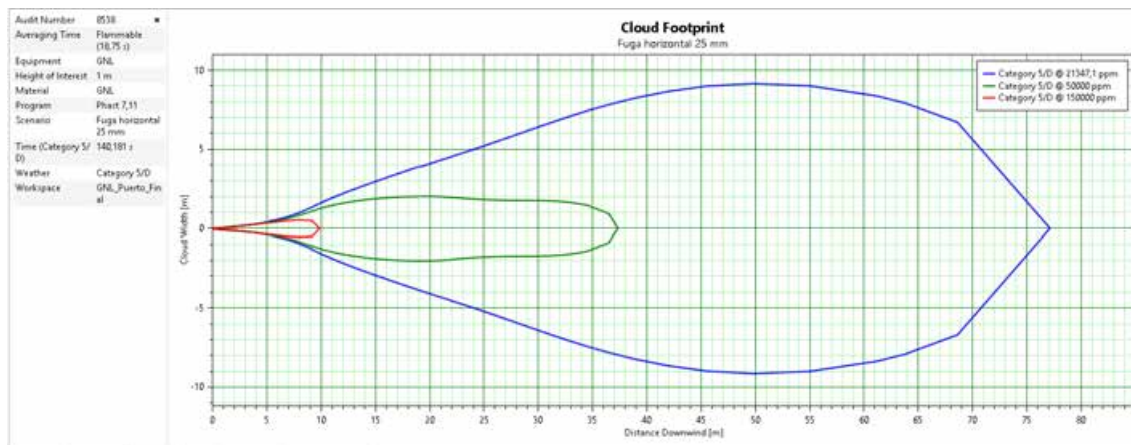


Ilustración 13. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

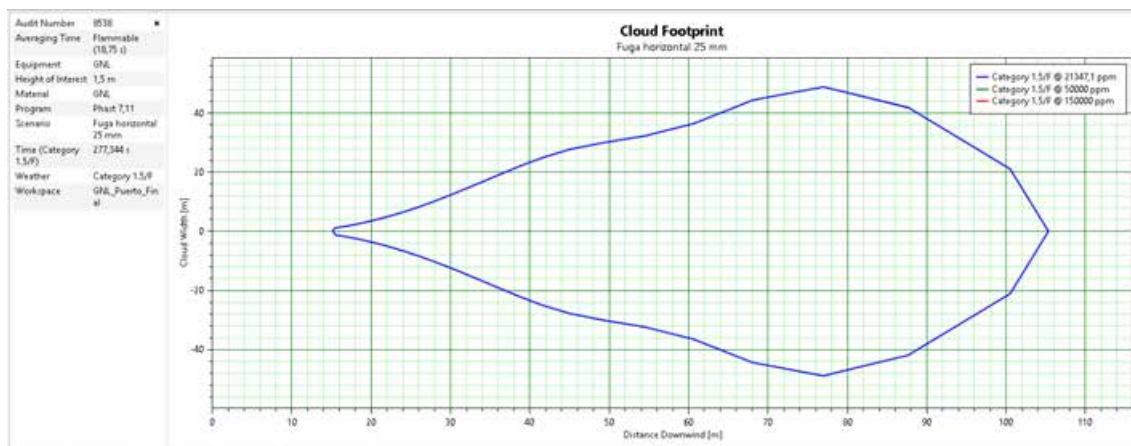




Ilustración 14. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)		
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS		
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección		

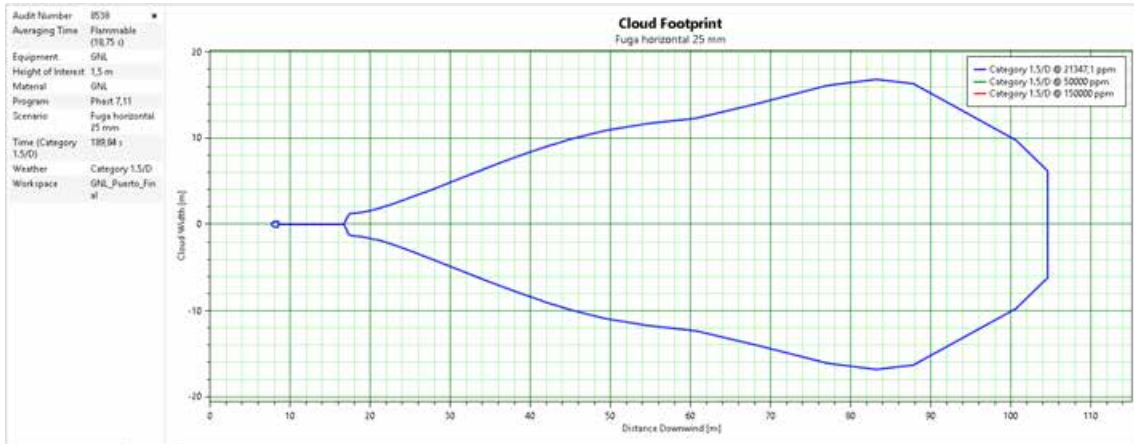


Ilustración 15. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

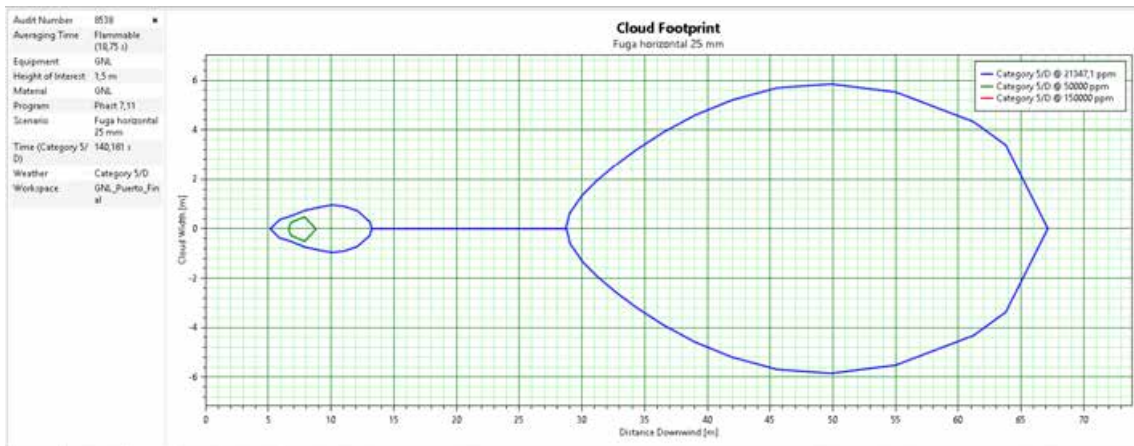


Ilustración 16. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

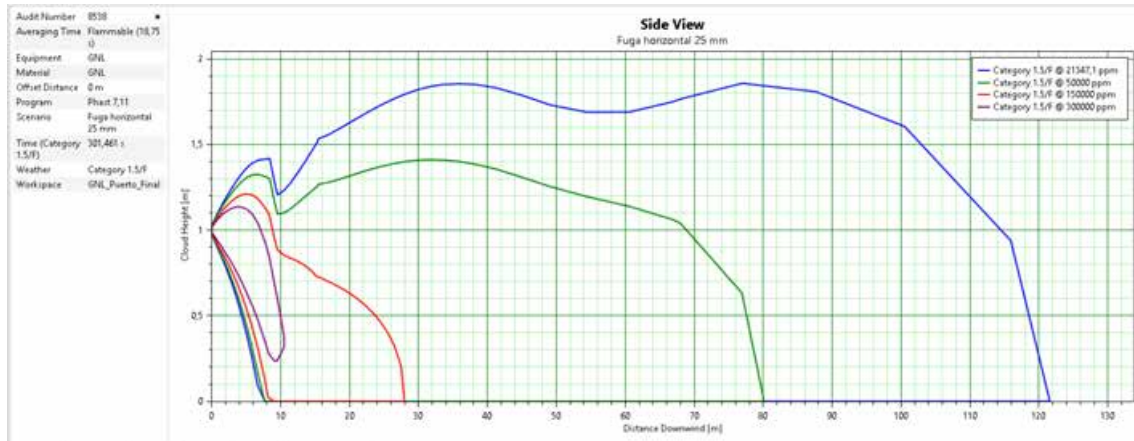


Ilustración 17. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

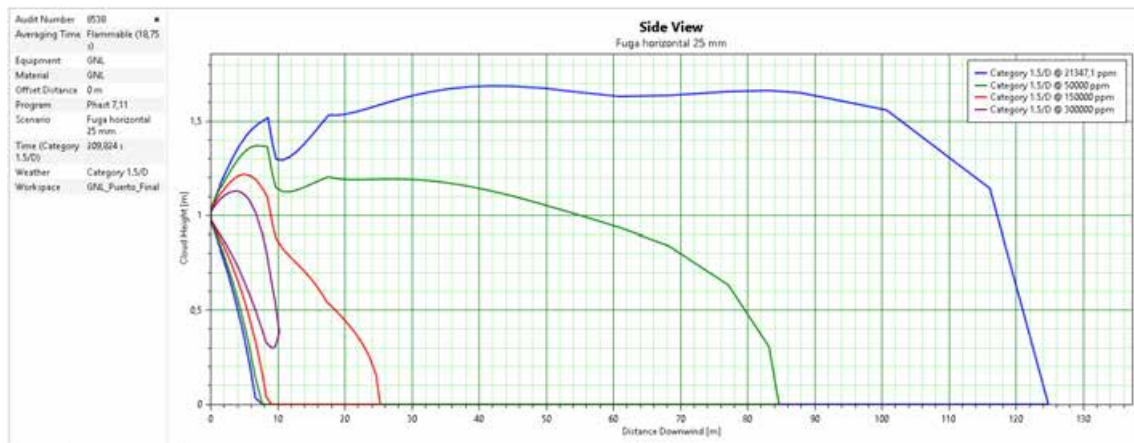


Ilustración 18. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

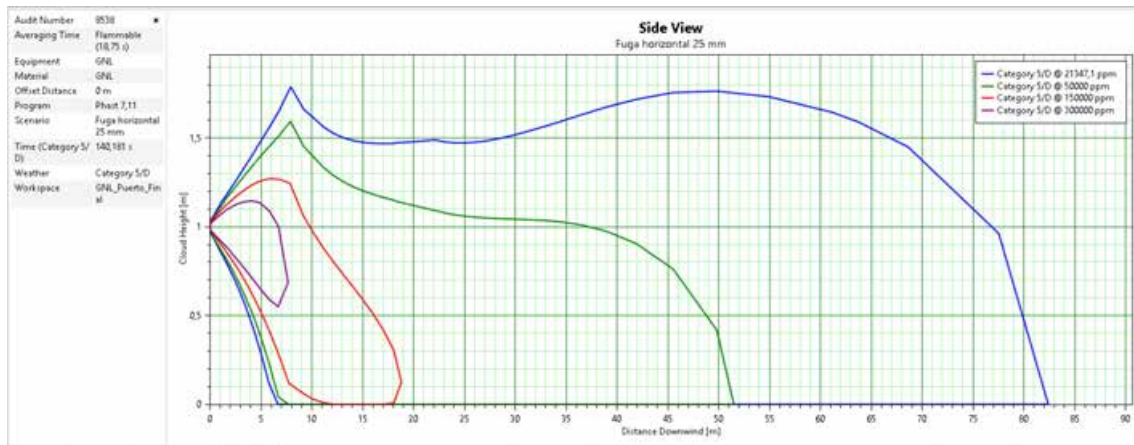


Ilustración 19. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

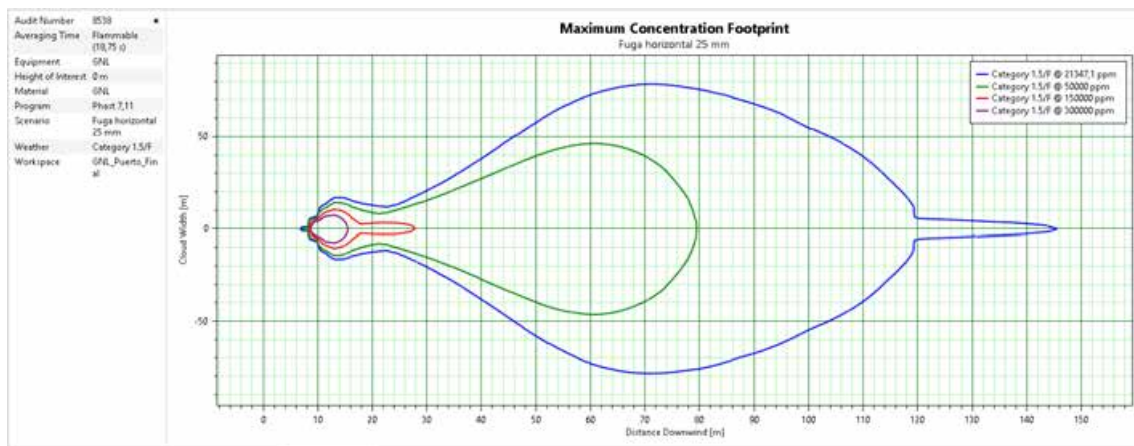


Ilustración 20. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

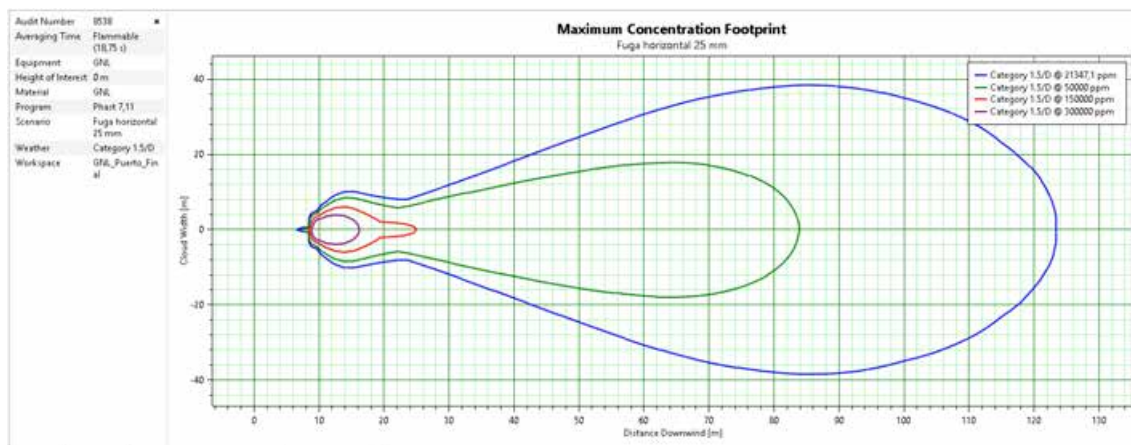


Ilustración 21. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

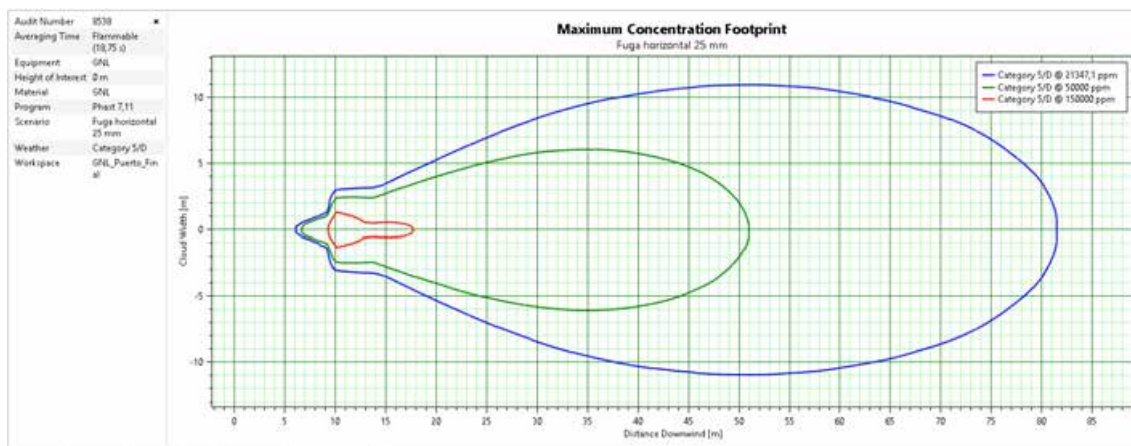


Ilustración 22. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

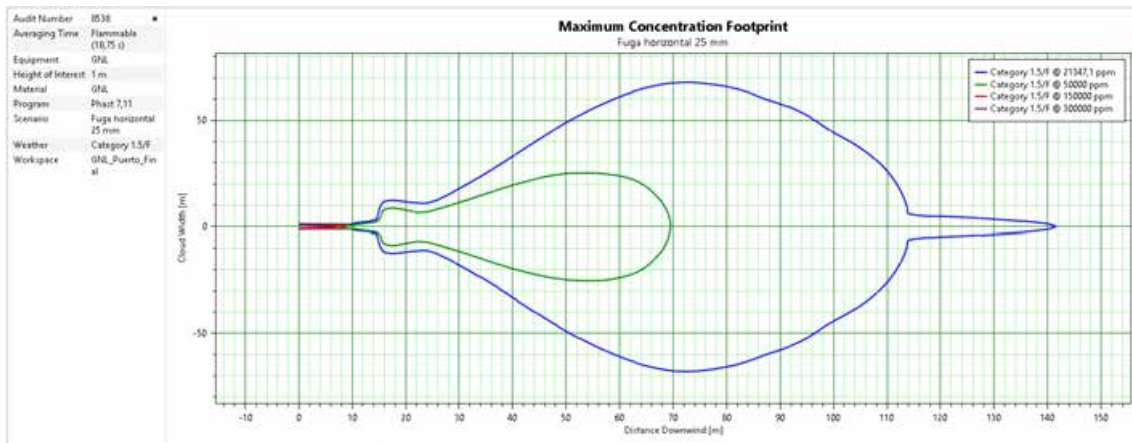


Ilustración 23. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

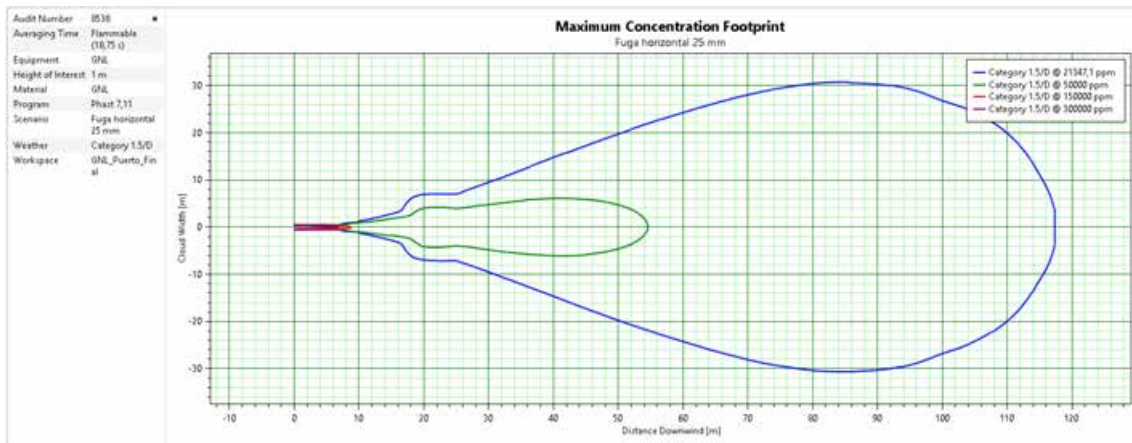


Ilustración 24. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

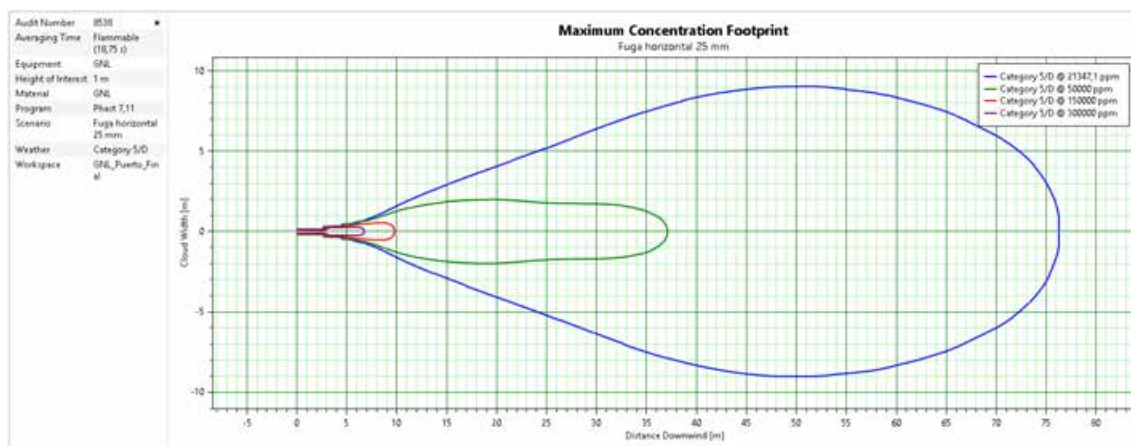


Ilustración 25. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

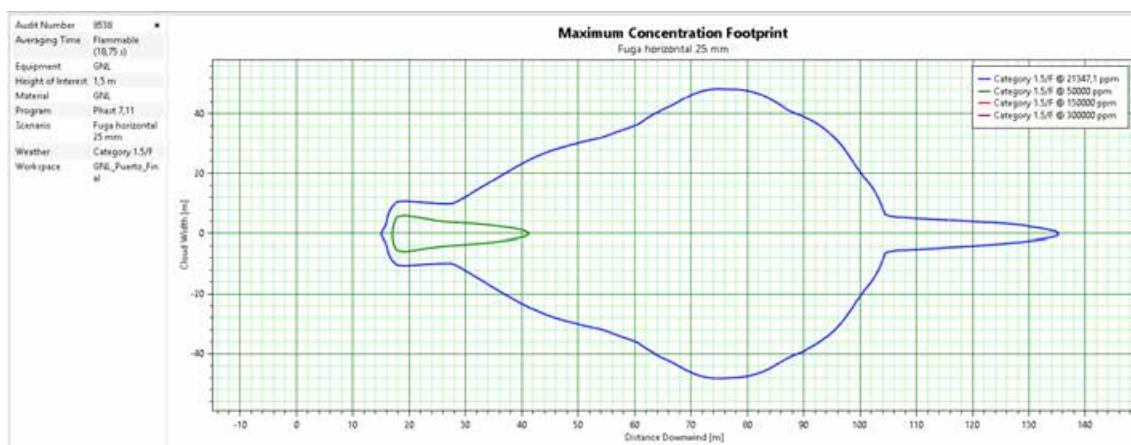


Ilustración 26. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

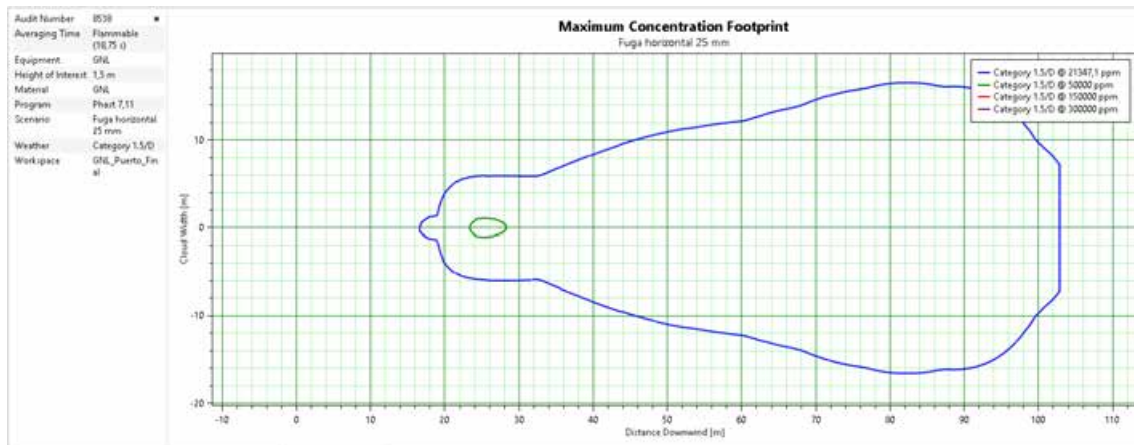


Ilustración 27. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

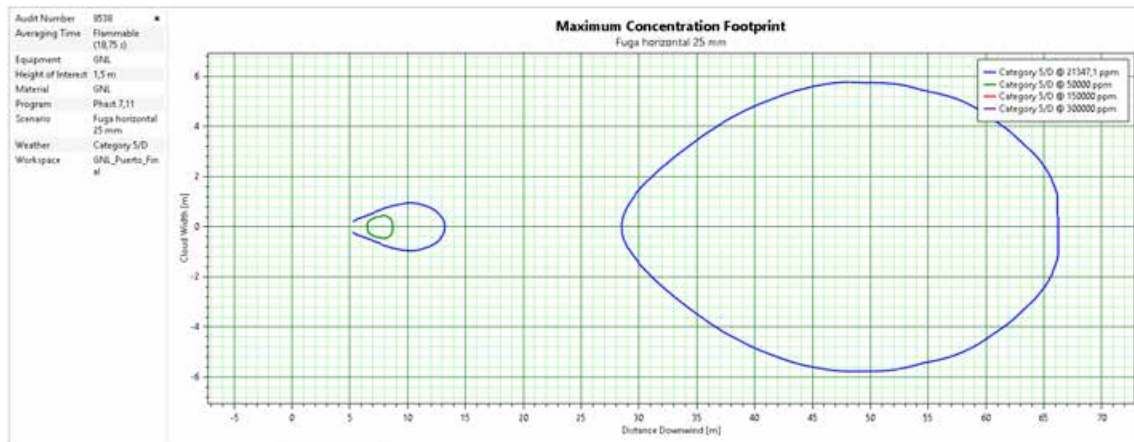


Ilustración 28. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 29. Simulación de radiación horizontal vs distancia en caso de chorro de fuego horizontal por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

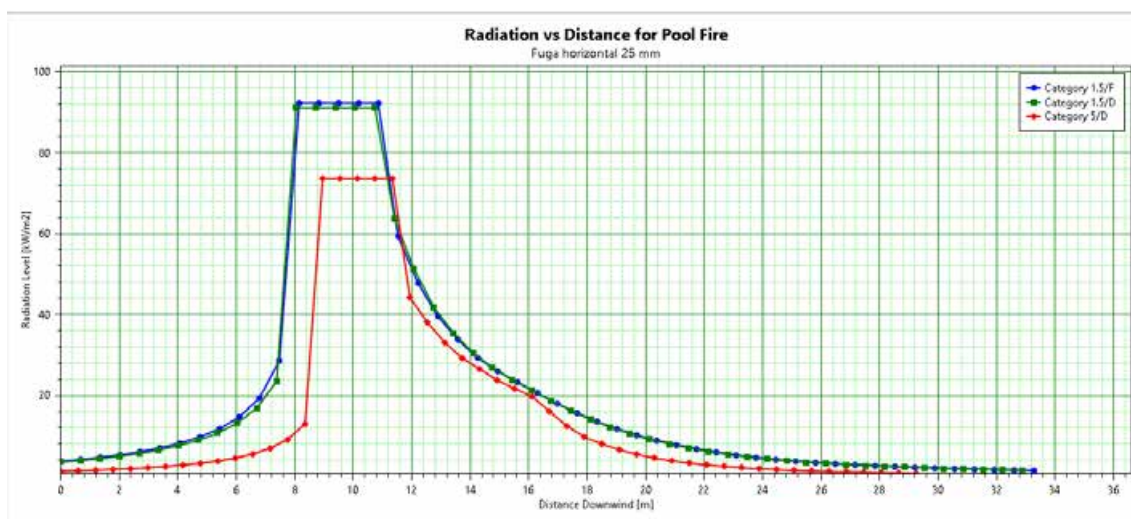


Ilustración 30. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

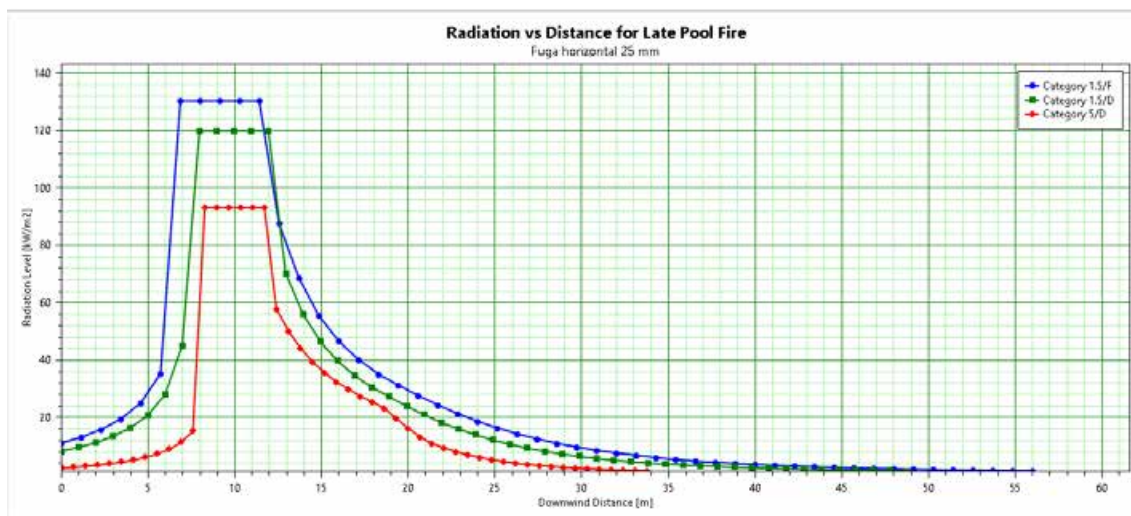


Ilustración 31. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego tardío por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

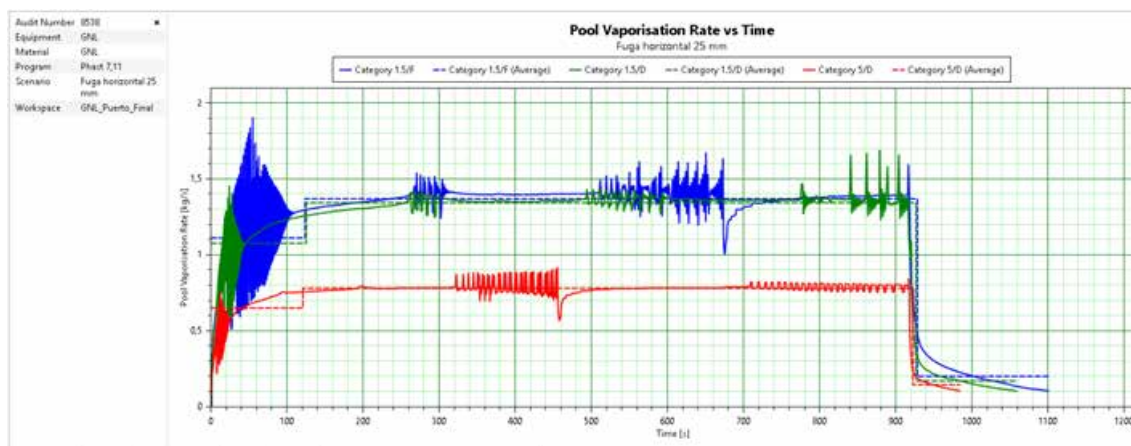


Ilustración 32. Simulación de velocidad de vaporización de charco vs tiempo en caso de charco creado por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

3.3. Fuga vertical por un orificio de 25 mm

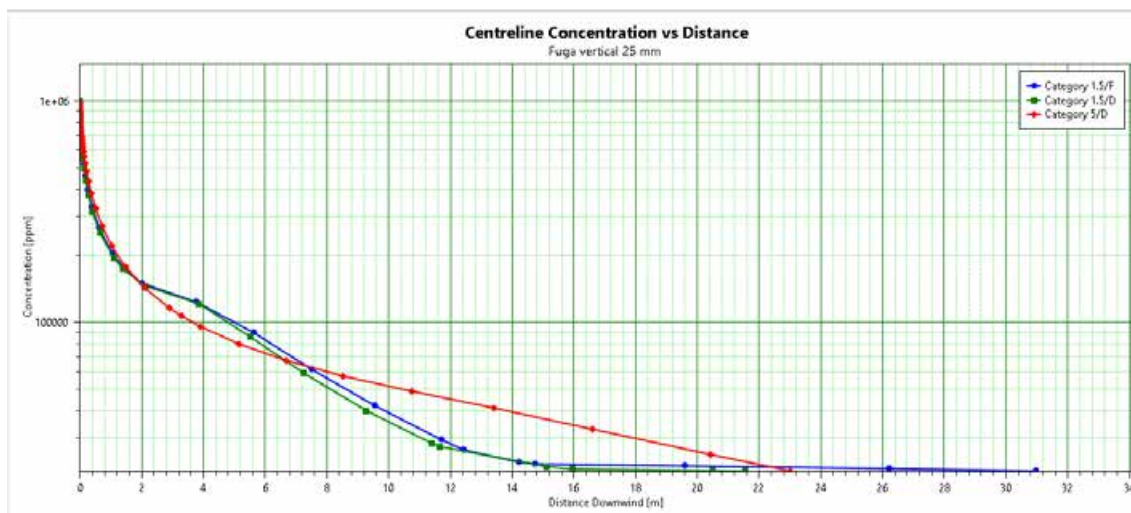


Ilustración 33. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

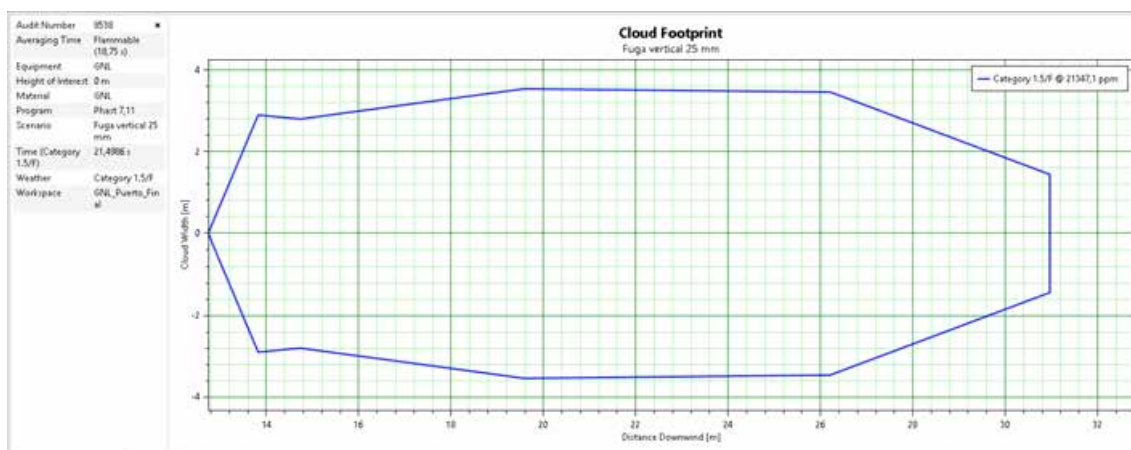


Ilustración 34. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

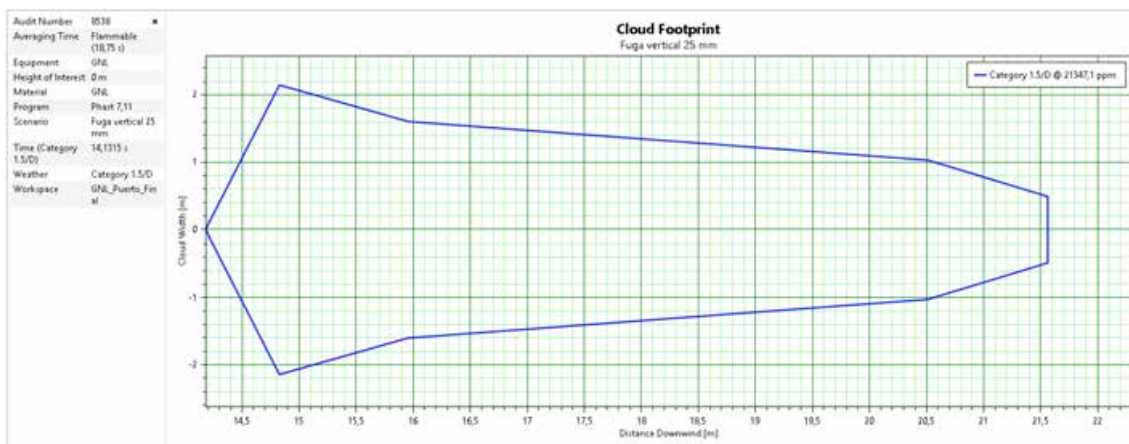


Ilustración 35. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

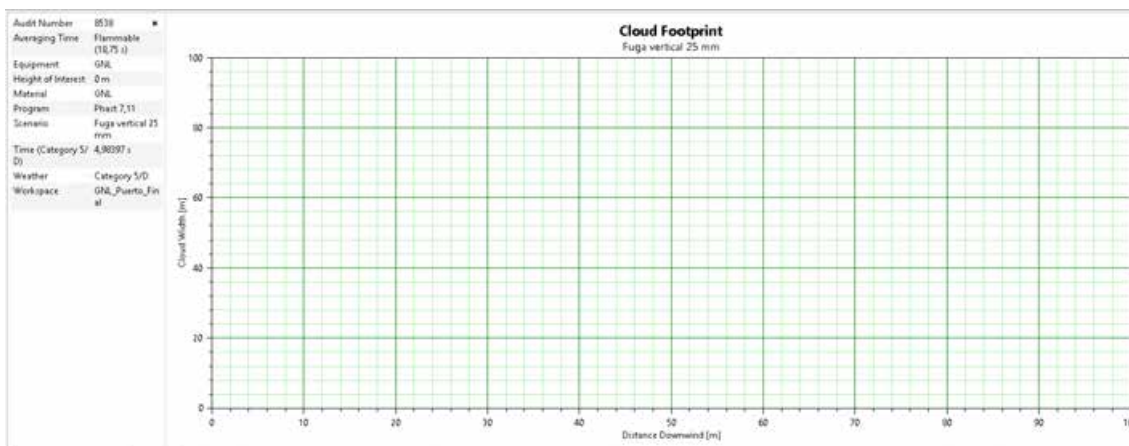


Ilustración 36. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

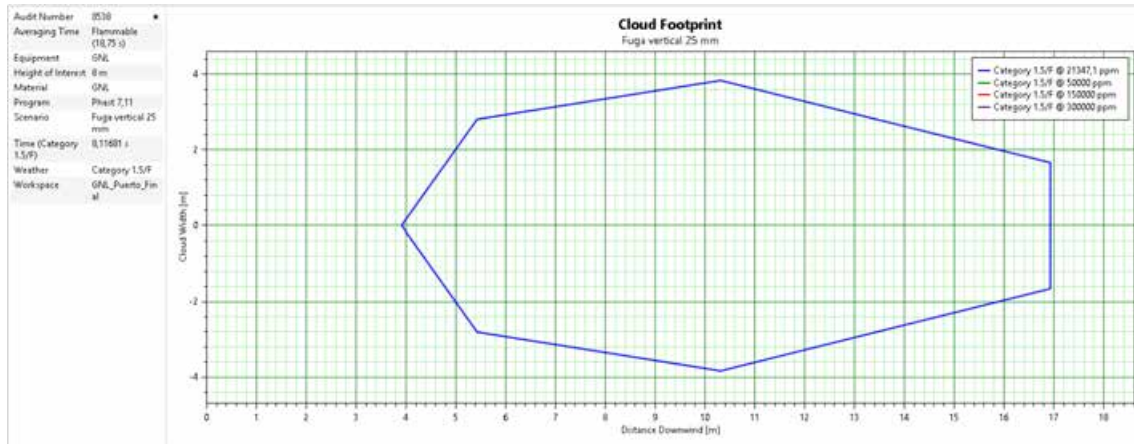


Ilustración 37. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

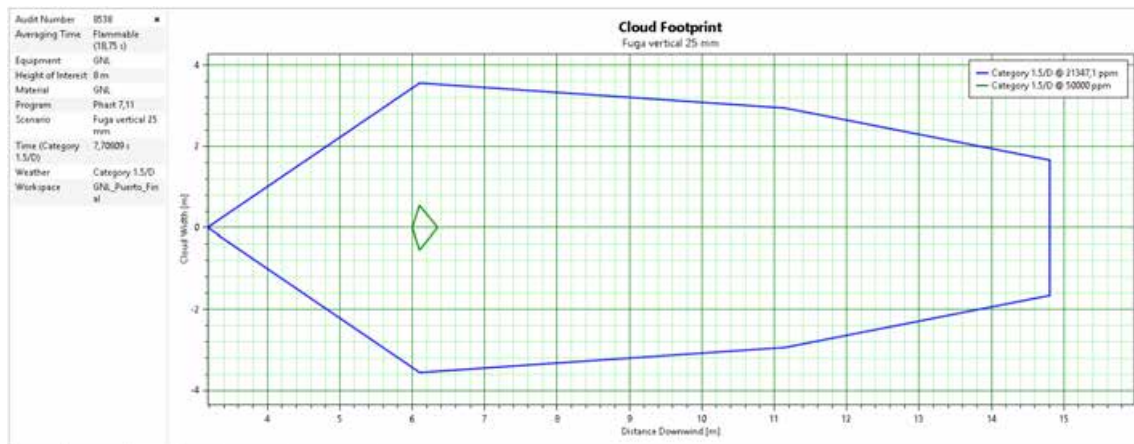


Ilustración 38. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

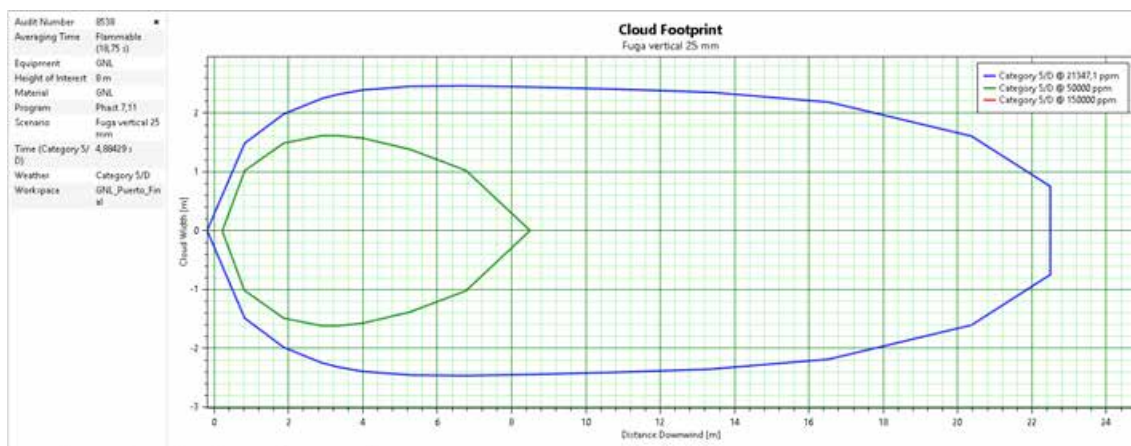


Ilustración 39. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

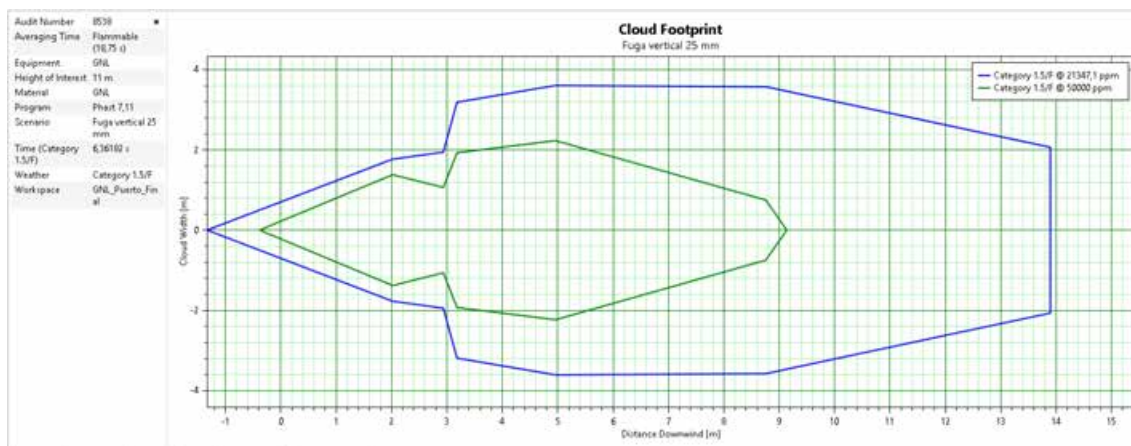


Ilustración 40. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

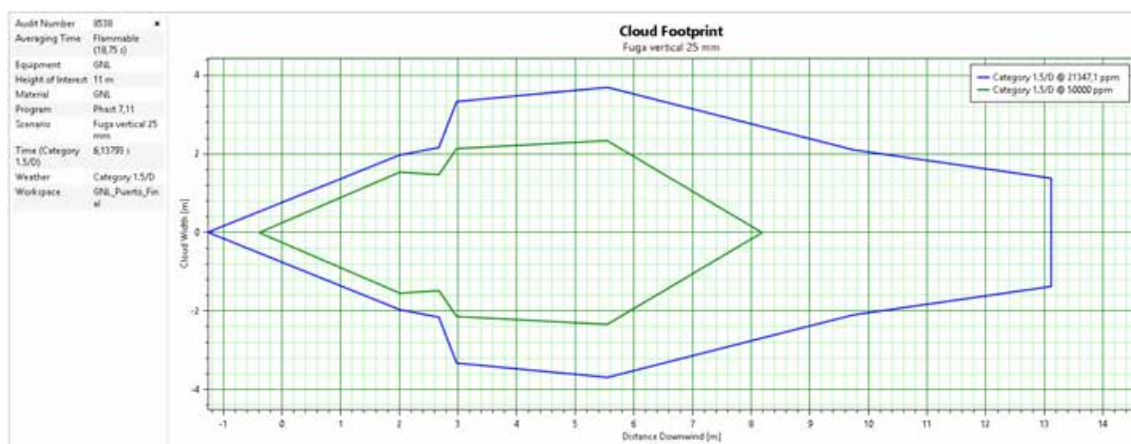


Ilustración 41. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

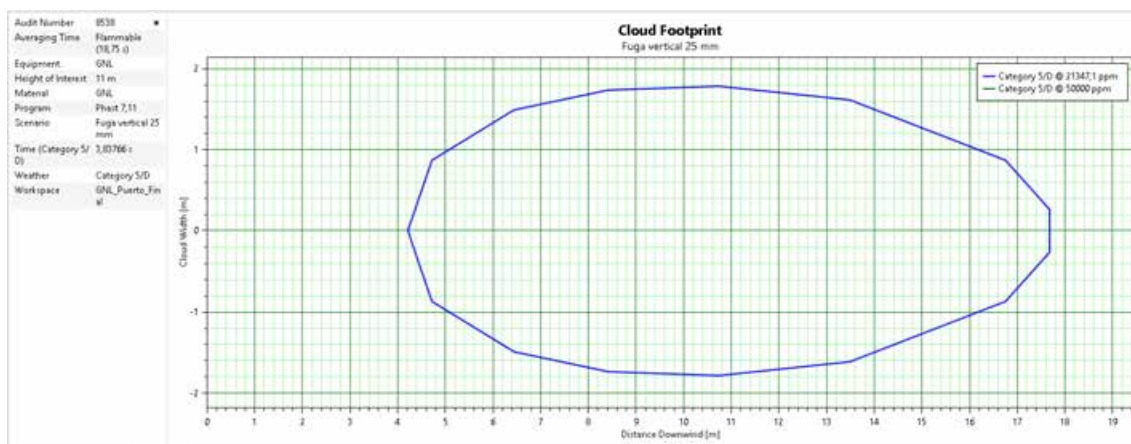


Ilustración 42. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

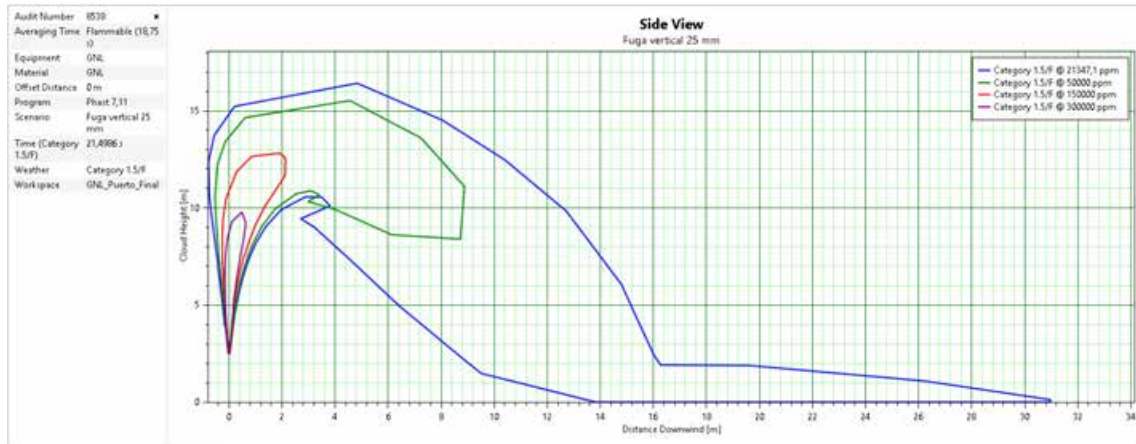


Ilustración 43. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

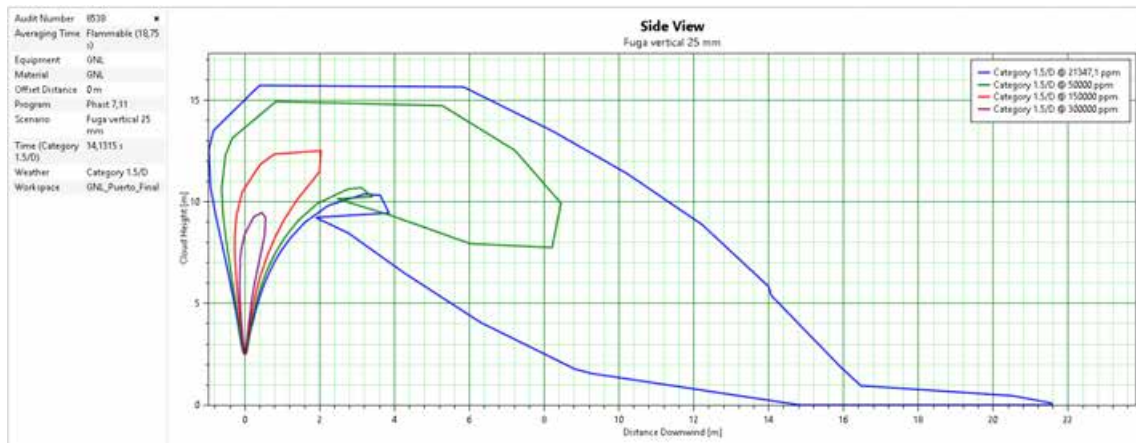


Ilustración 44. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

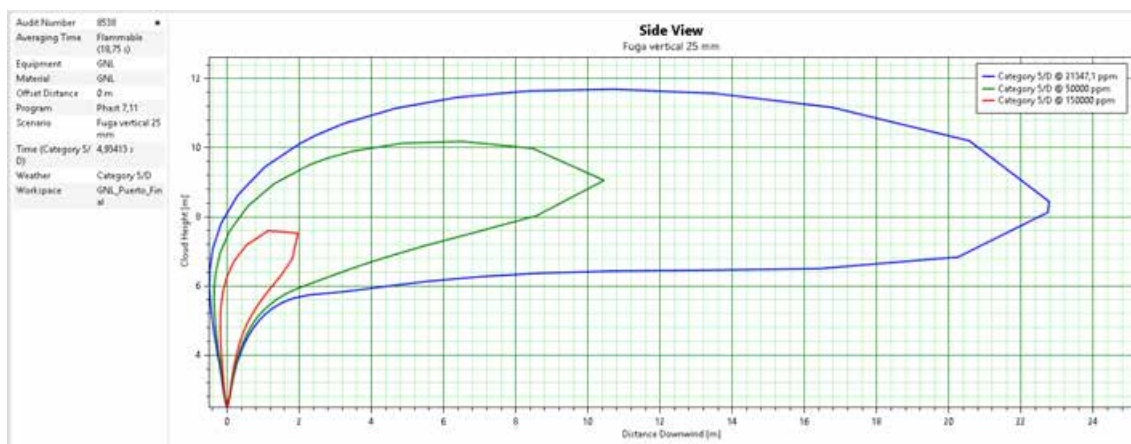


Ilustración 45. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

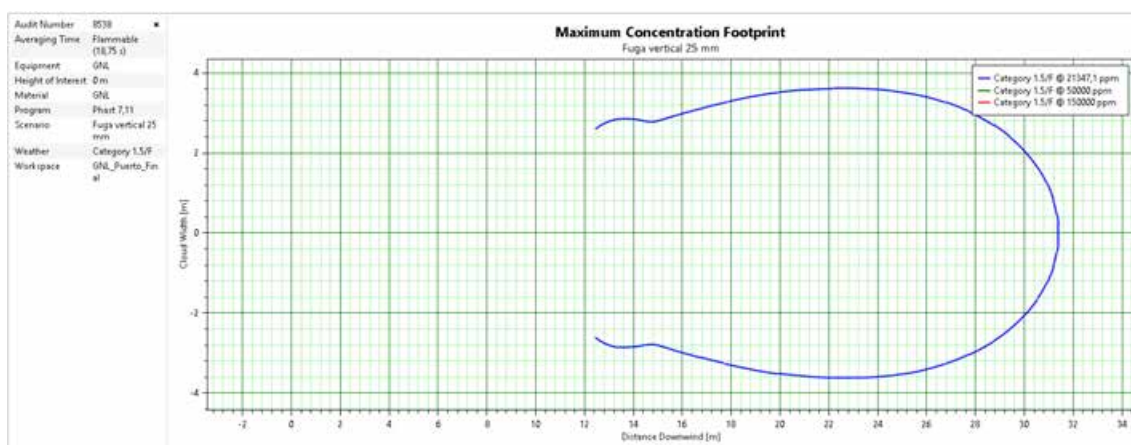


Ilustración 46. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 47. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

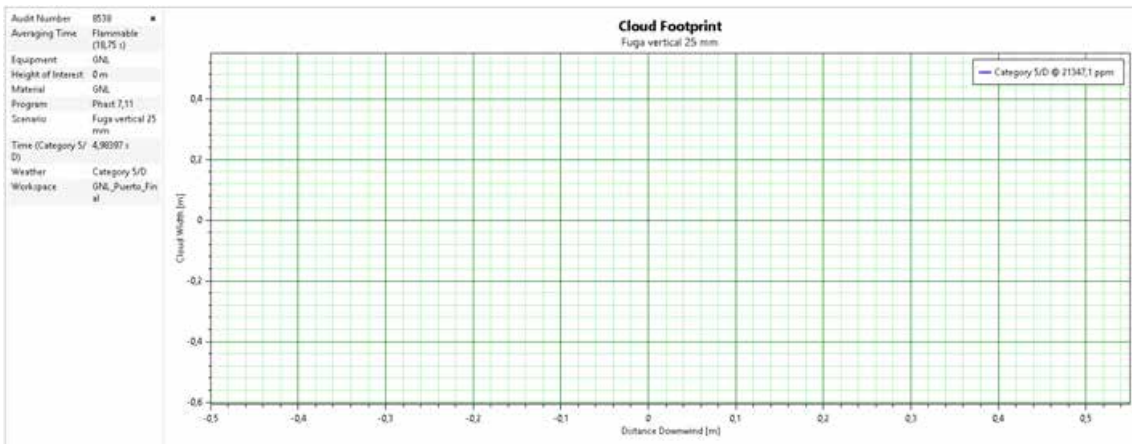


Ilustración 48. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

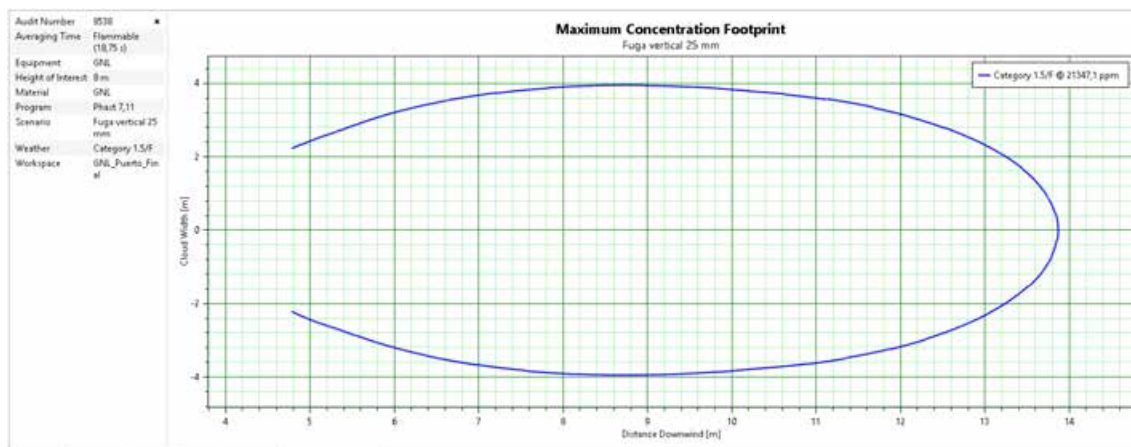


Ilustración 49. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

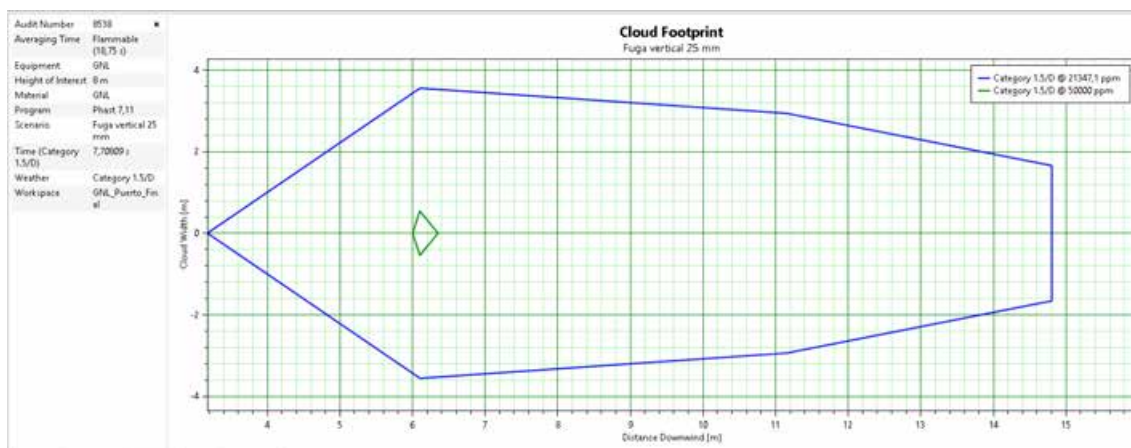


Ilustración 50. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

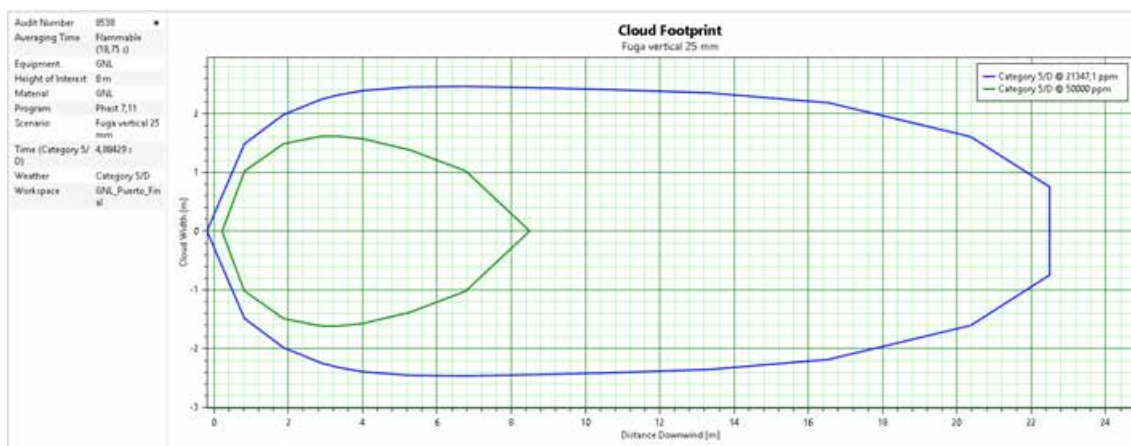


Ilustración 51. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

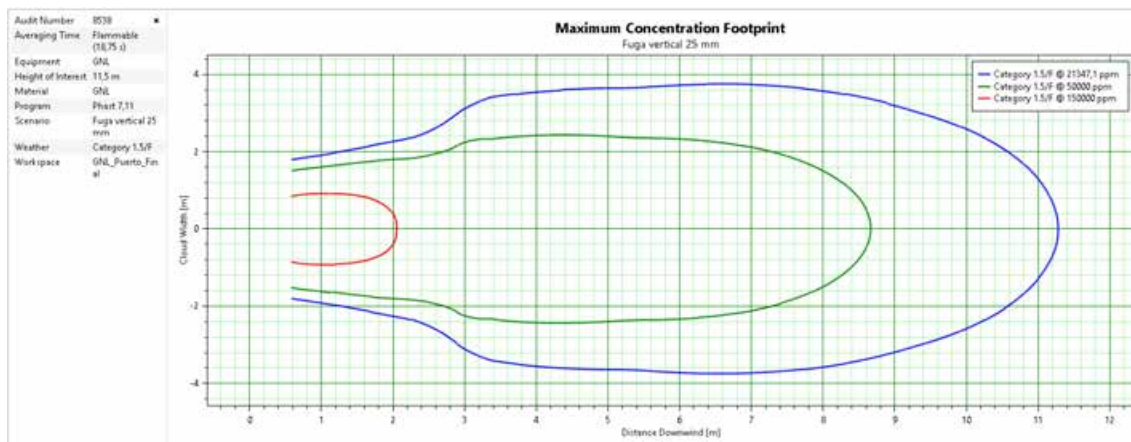


Ilustración 52. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

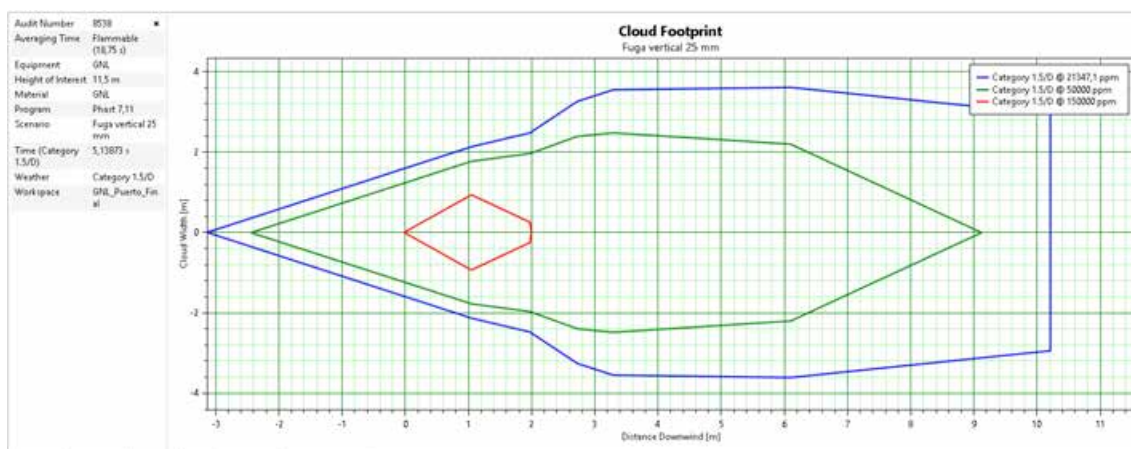


Ilustración 53. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

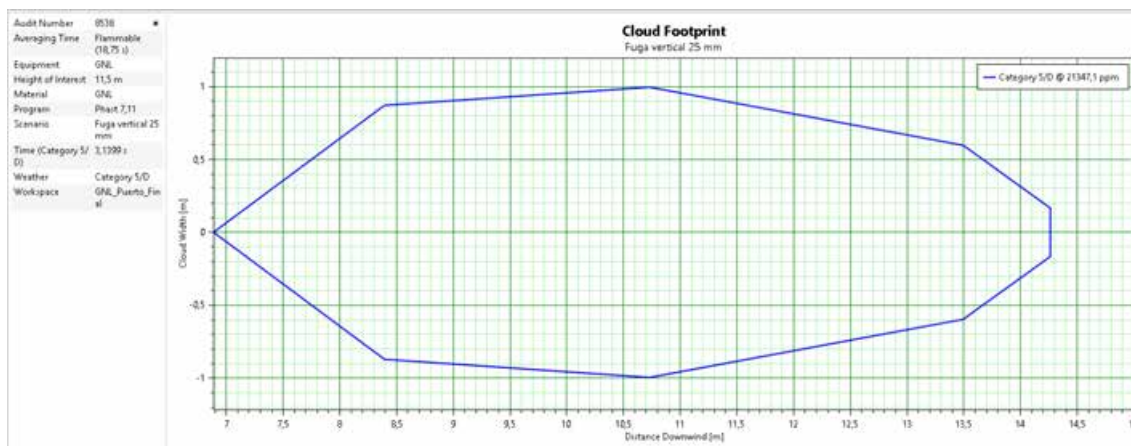


Ilustración 54. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 11,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

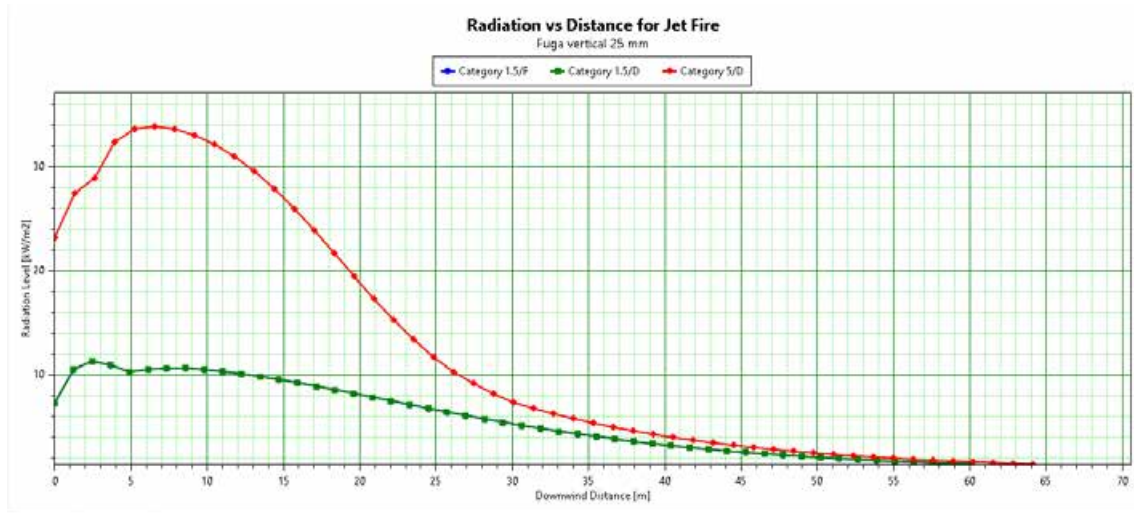


Ilustración 55. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego vertical por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

3.4. Fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm

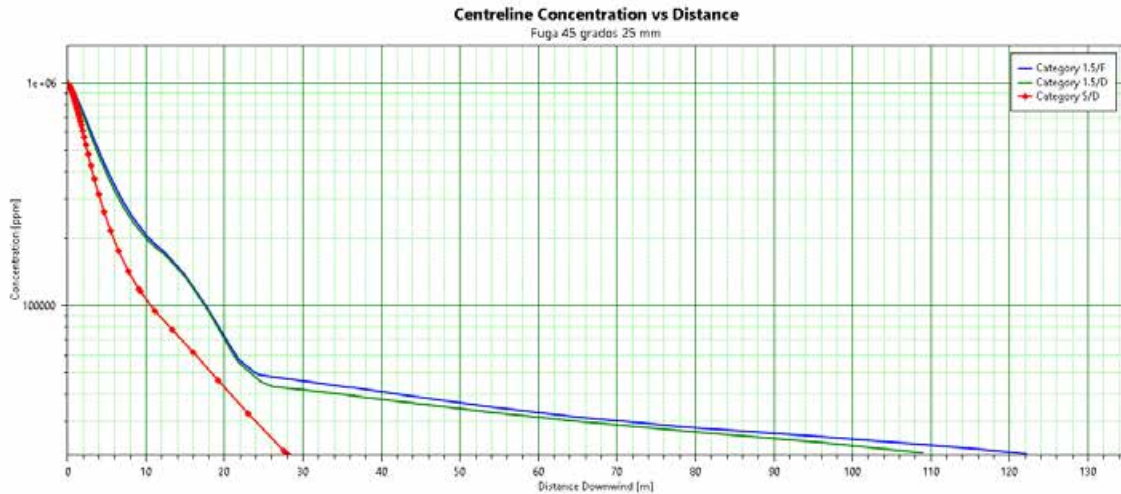


Ilustración 56. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

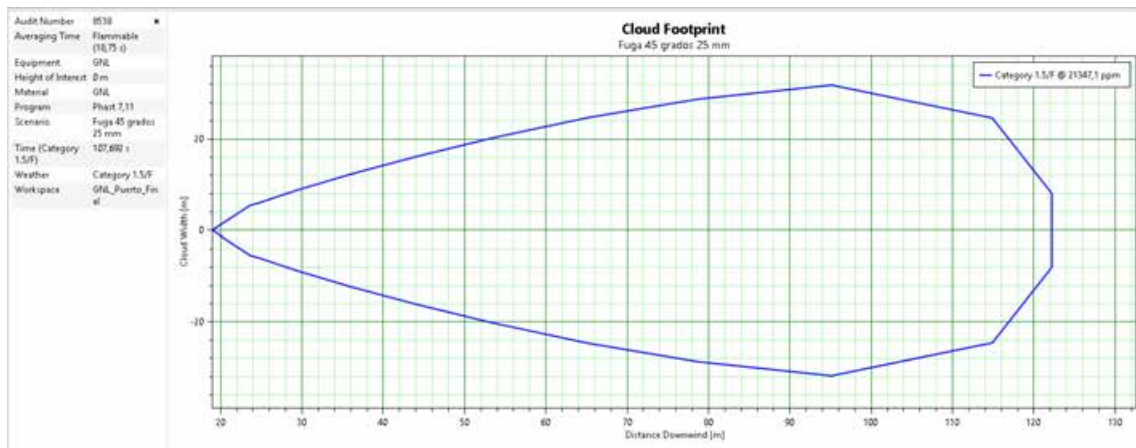


Ilustración 57. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

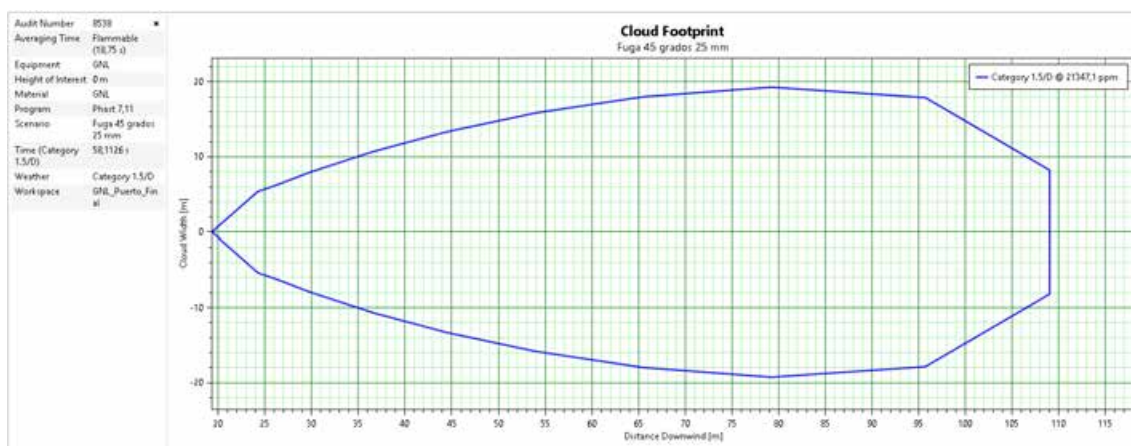


Ilustración 58. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

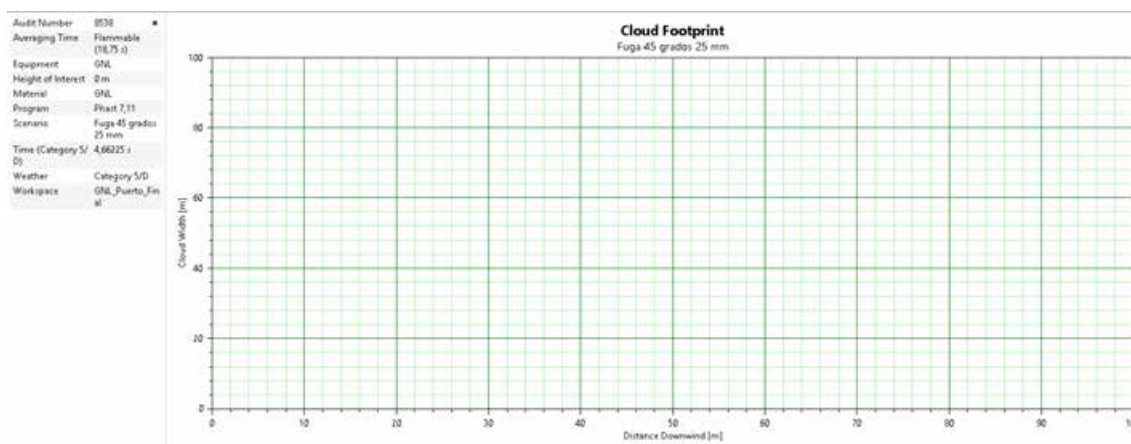


Ilustración 59. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

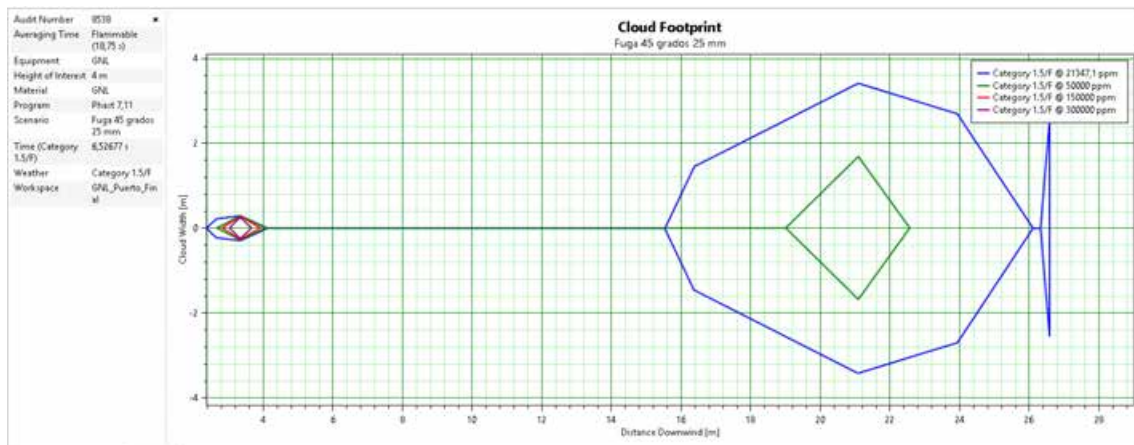


Ilustración 60. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

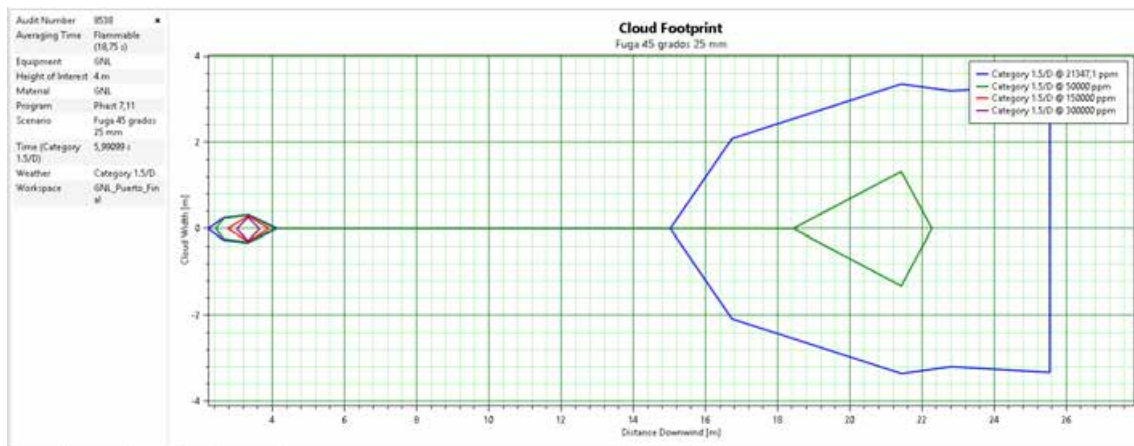


Ilustración 61. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

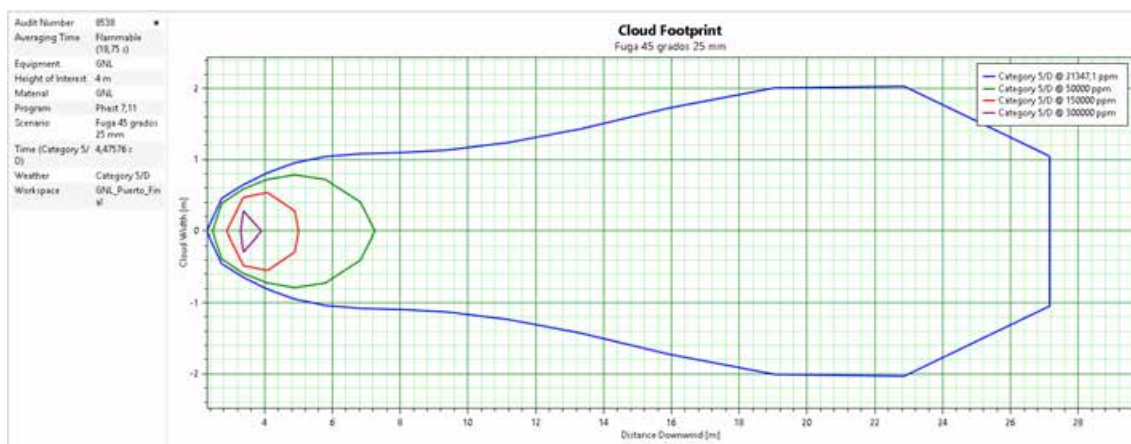


Ilustración 62. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

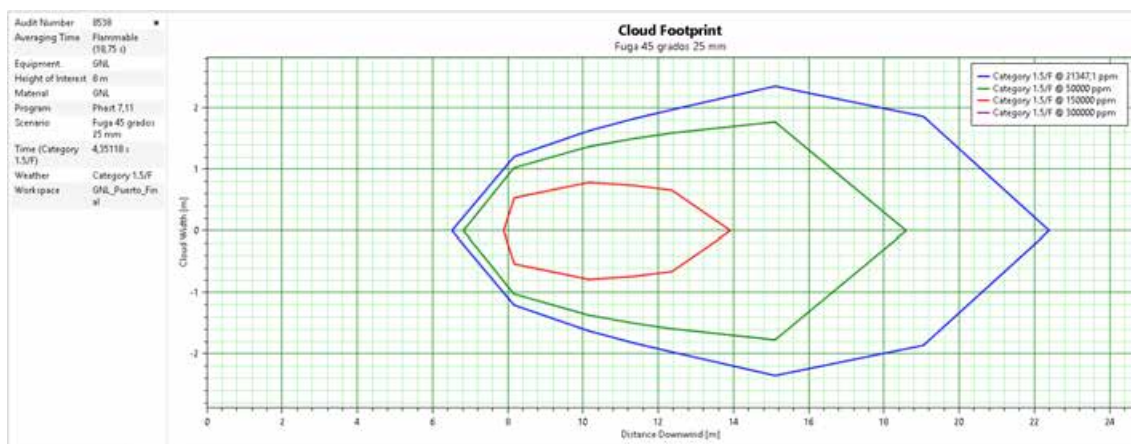


Ilustración 63. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

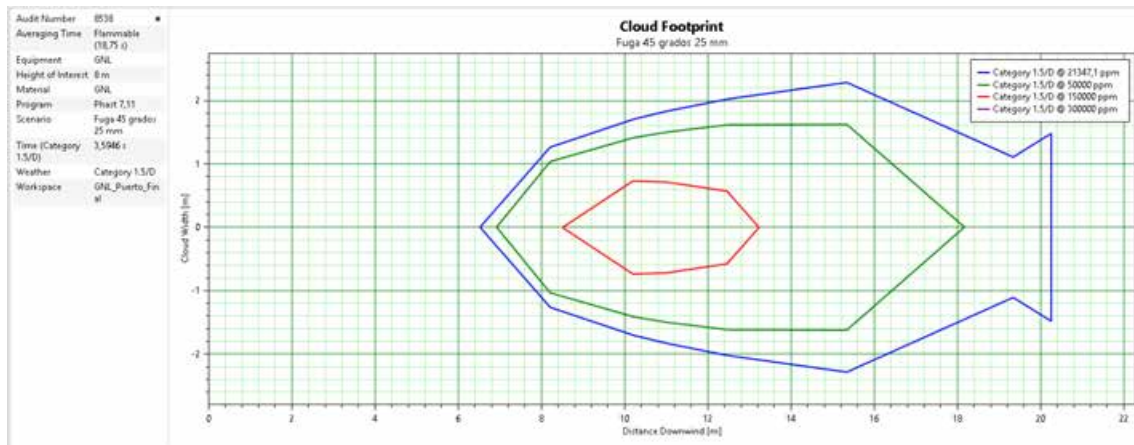


Ilustración 64. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

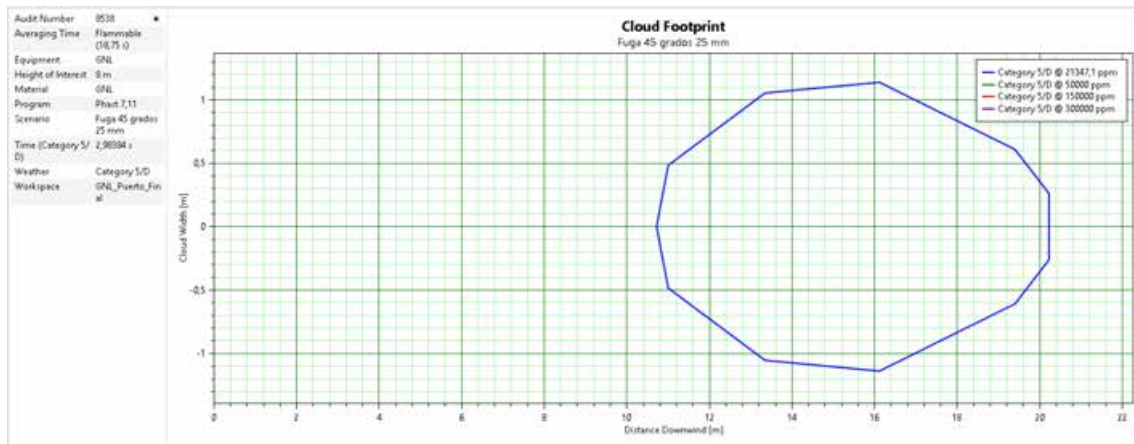


Ilustración 65. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

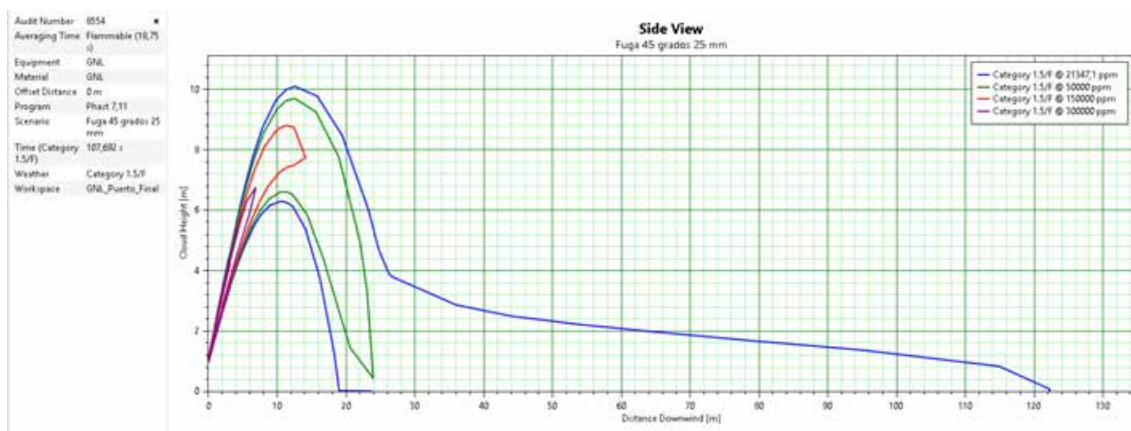


Ilustración 66. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

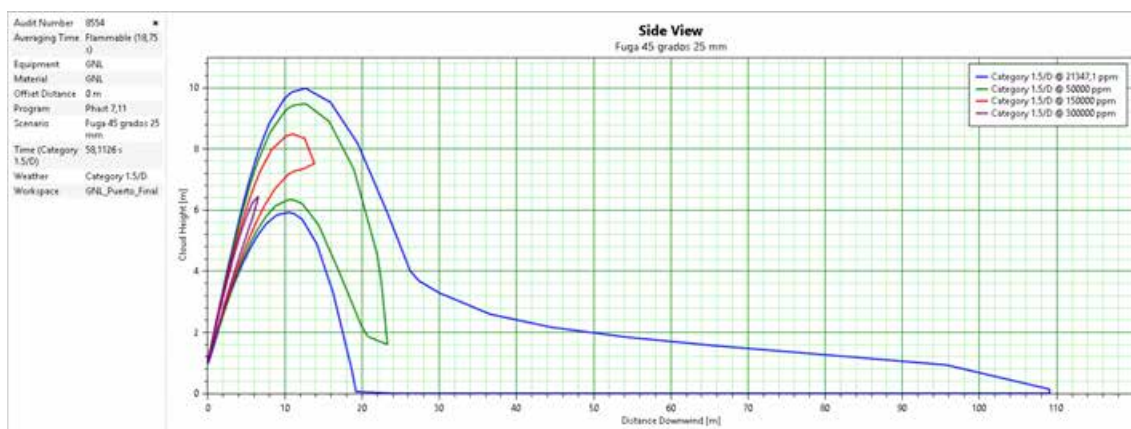


Ilustración 67. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

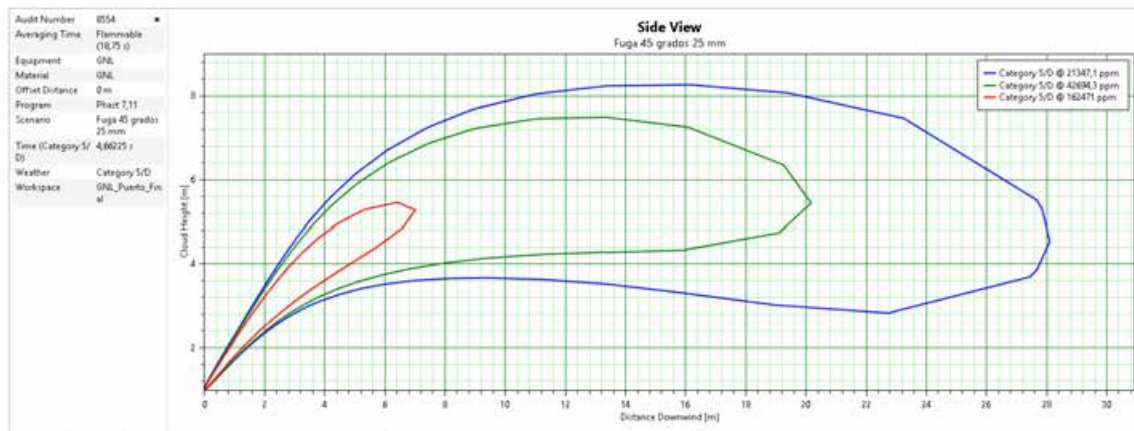


Ilustración 68. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

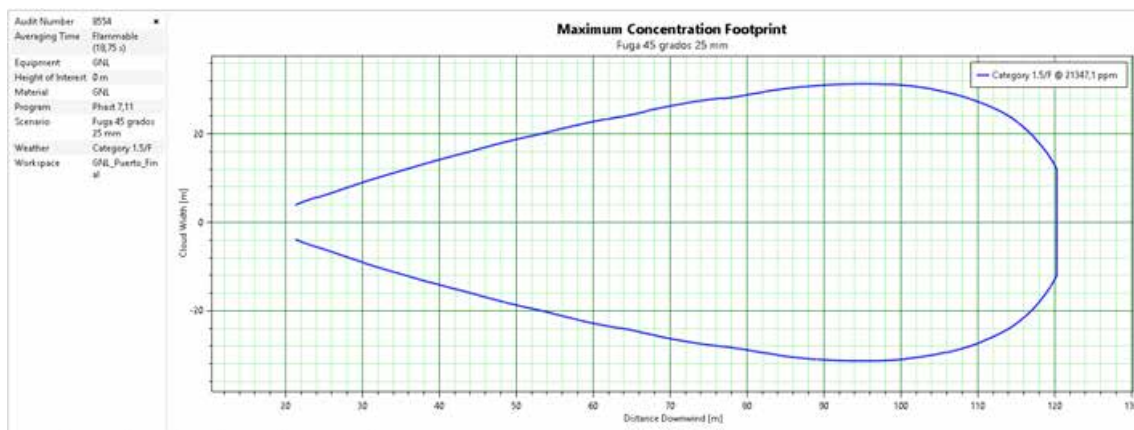


Ilustración 69. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

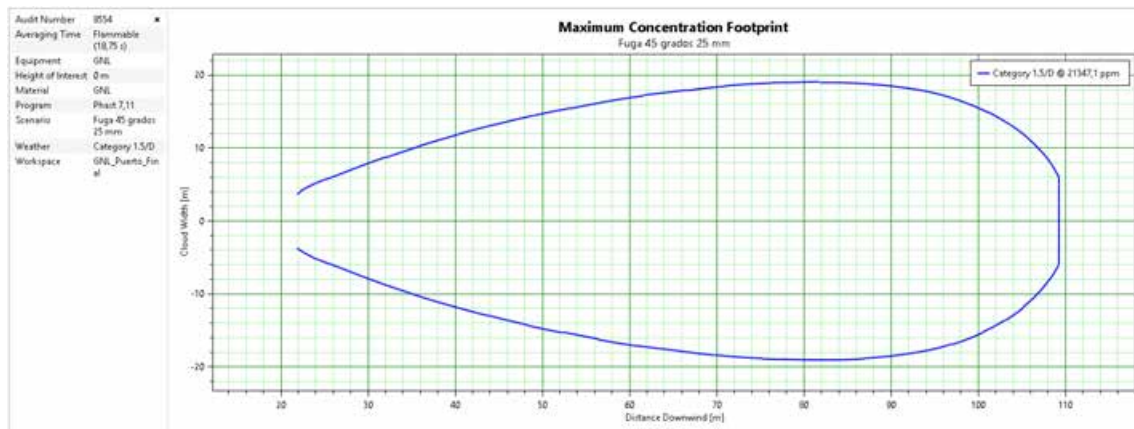


Ilustración 70. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

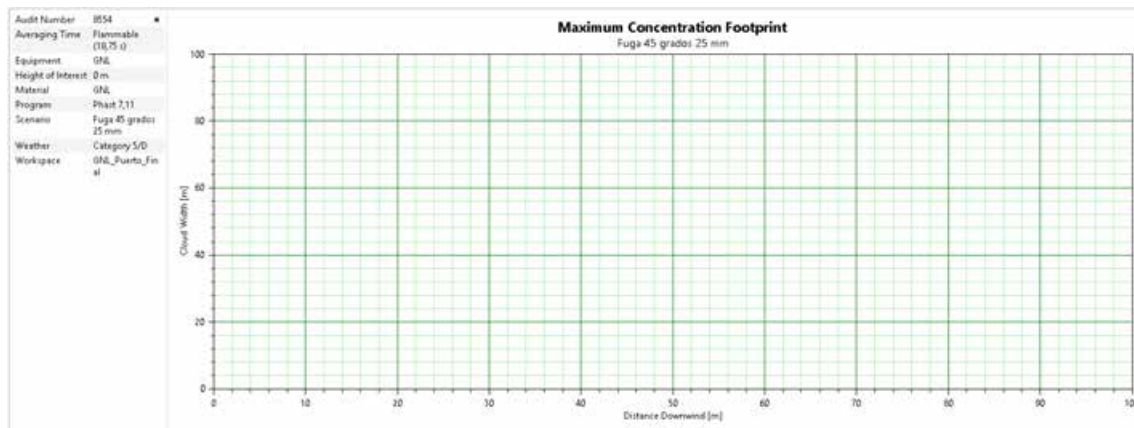


Ilustración 71. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

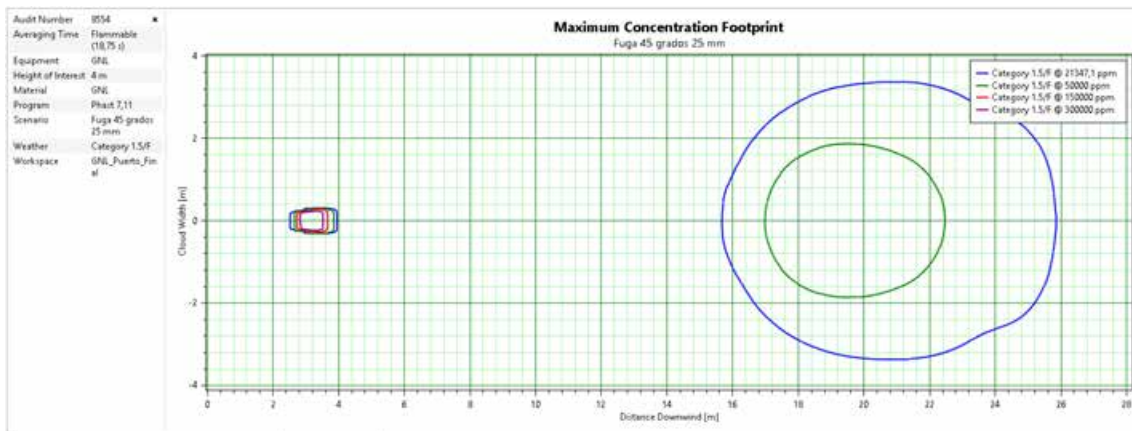


Ilustración 72. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

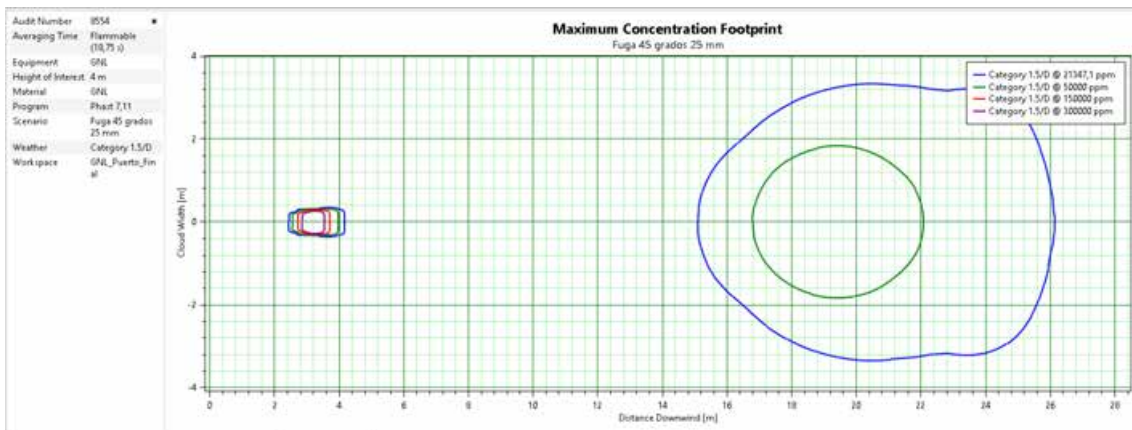


Ilustración 73. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 74. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 4 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

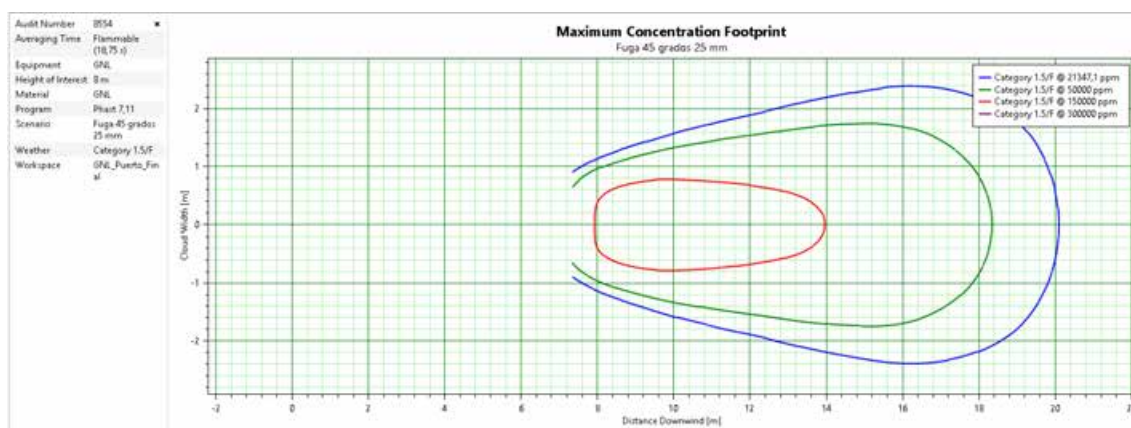


Ilustración 75. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

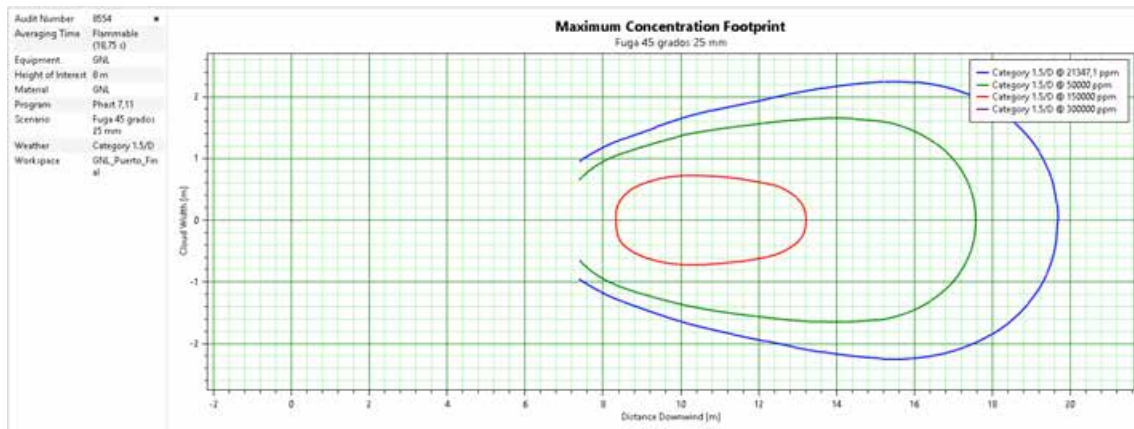


Ilustración 76. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

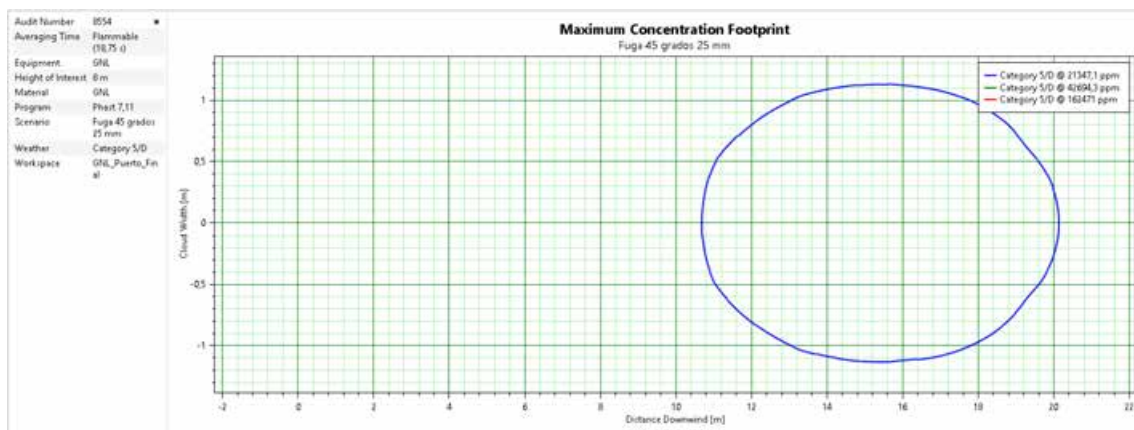




Ilustración 77. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 78. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego inclinado 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

4. Terminal de Carga Rodada (TCR)



Ilustración 79. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m²) en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 80. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m²) en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	





Ilustración 81. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m²) en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 82. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 83. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Carga Rodada (TCR) del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

5. Terminal de cruceros

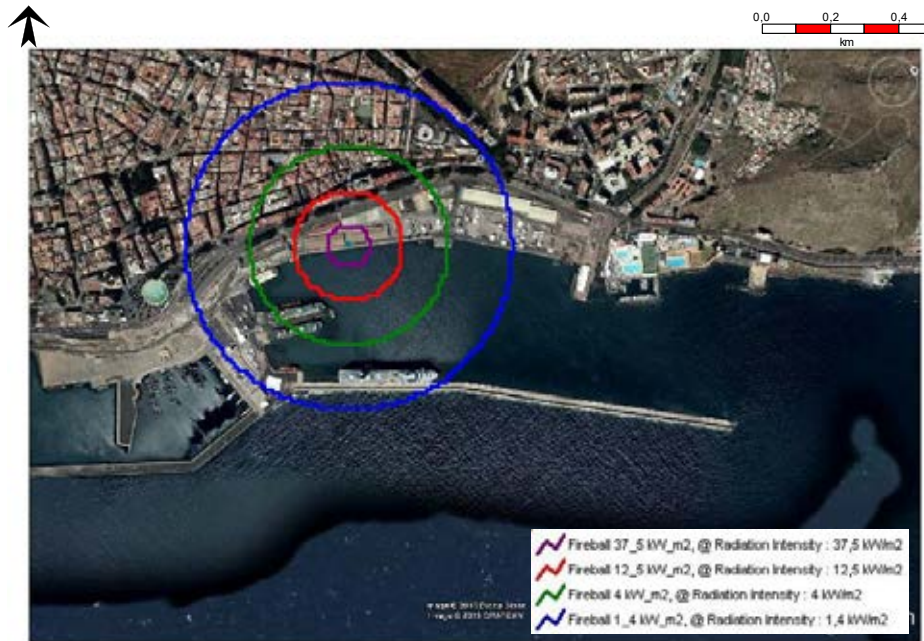


Ilustración 84. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

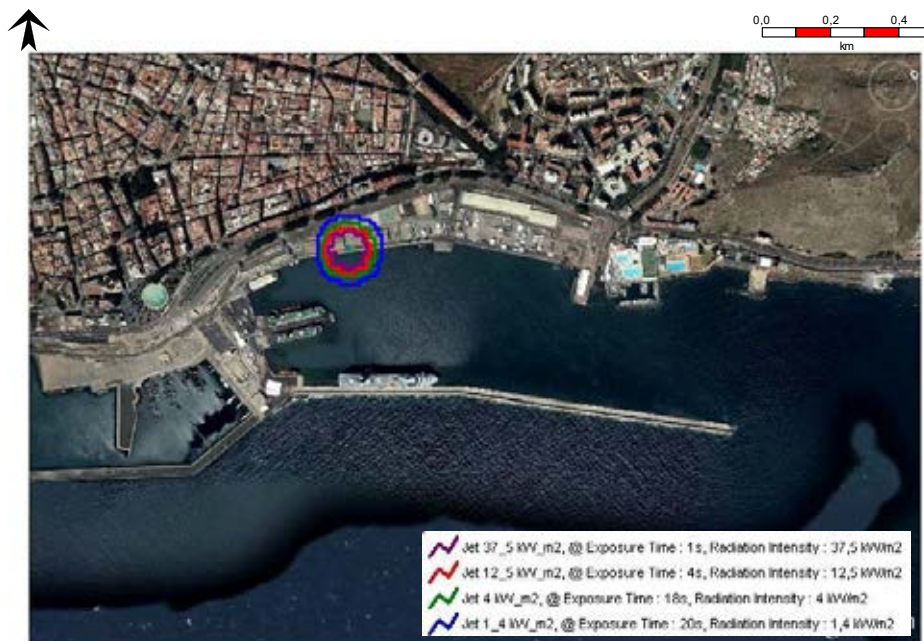




Ilustración 85. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

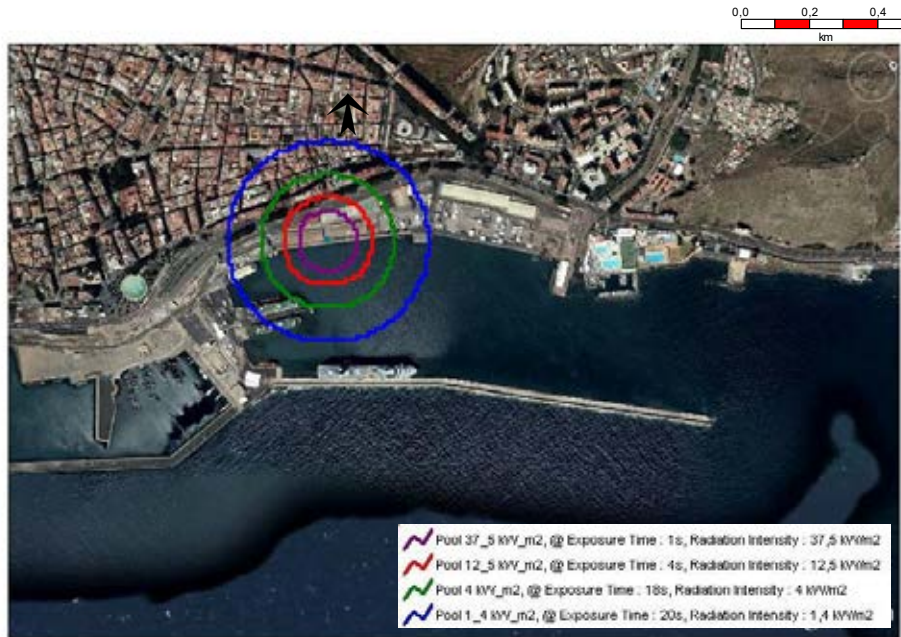




Ilustración 86. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 87. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 88. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

6. Dique Muelle Sur

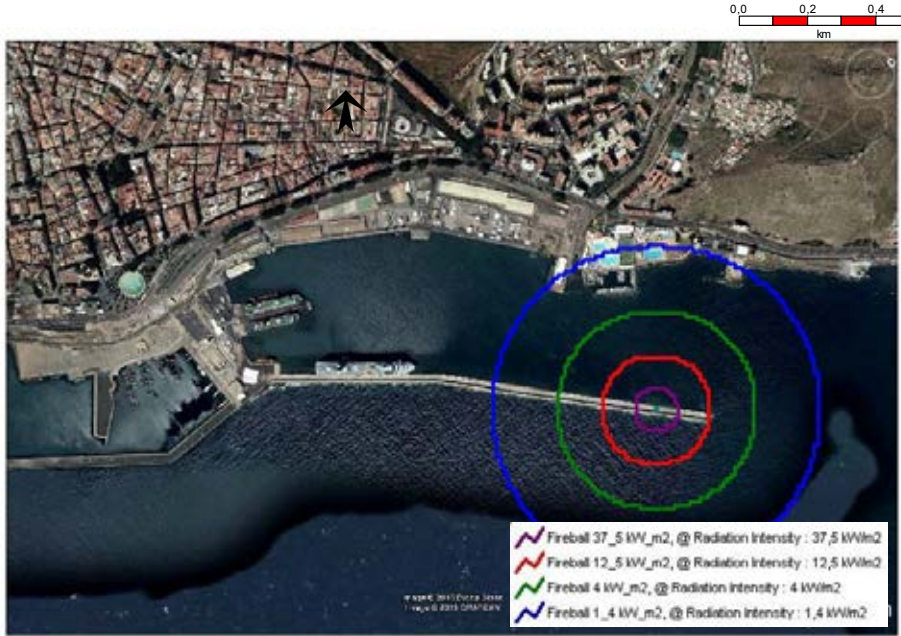


Ilustración 89. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m²) en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

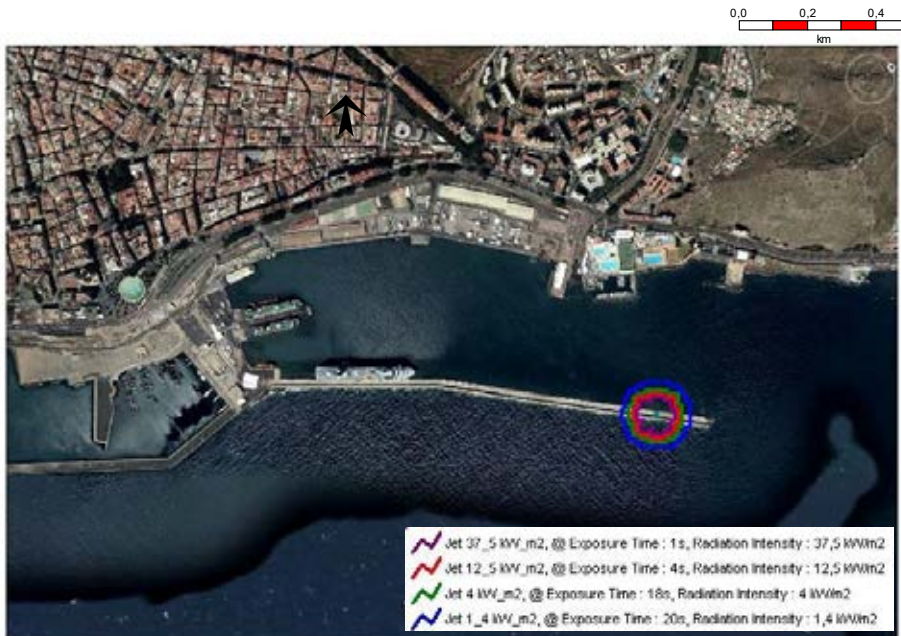




Ilustración 90. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m²) en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

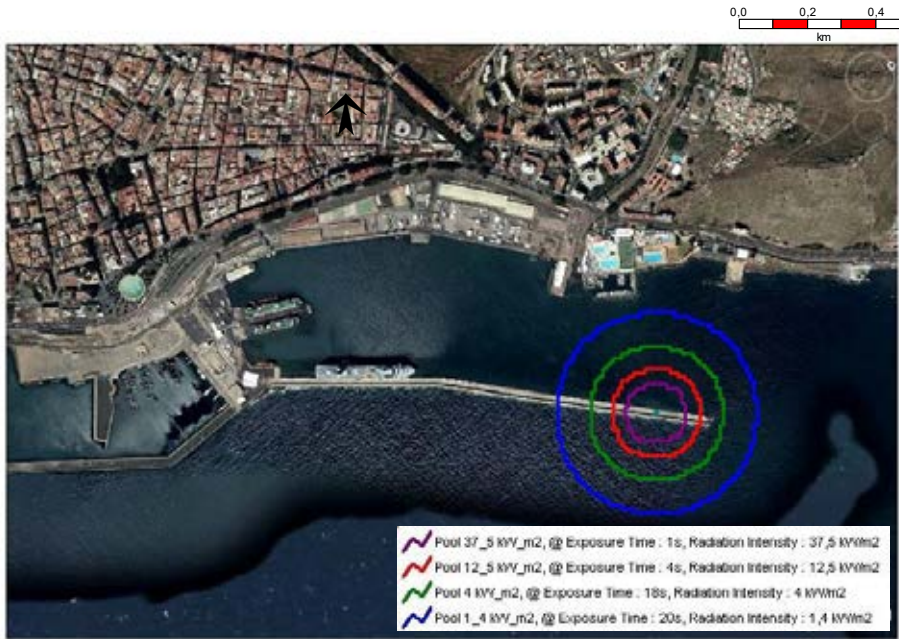


Ilustración 91. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m²) en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 92. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11





	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	



Ilustración 93. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Dique Muelle Sur del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

7. Dique de Los Llanos

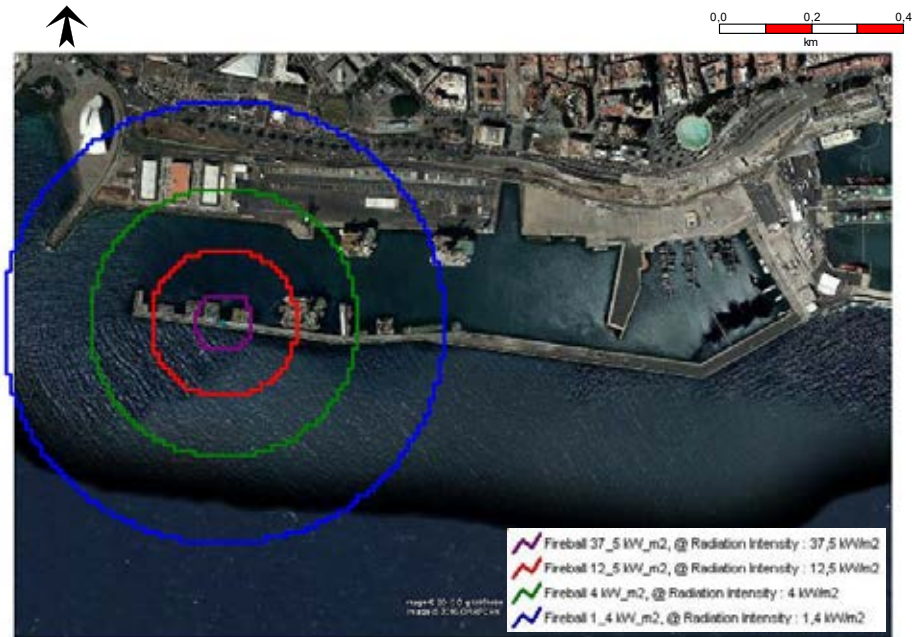




Ilustración 94. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m²) en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11



Ilustración 95. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m²) en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

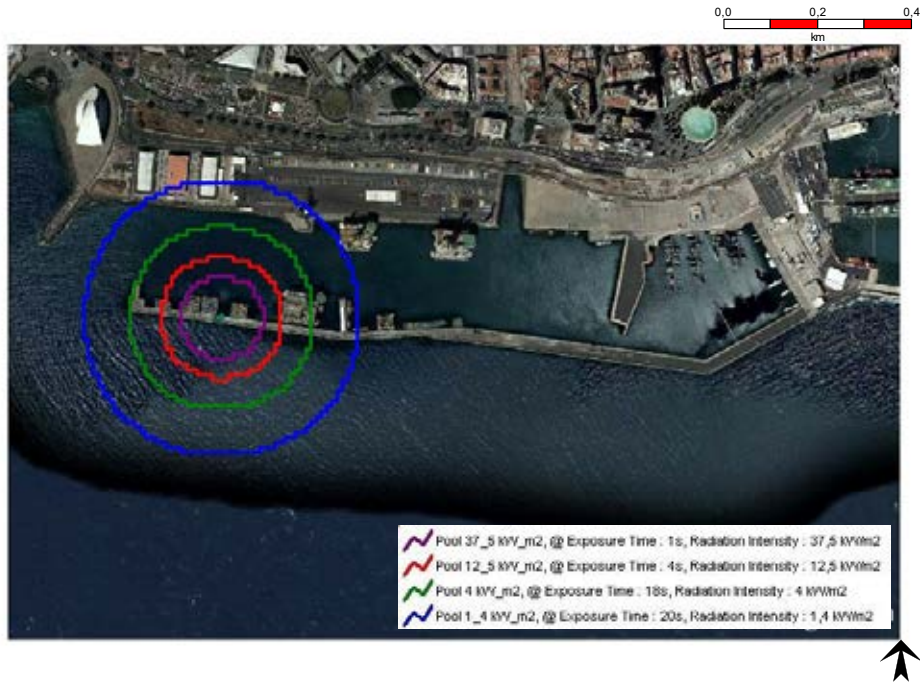


Ilustración 96. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m²) en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

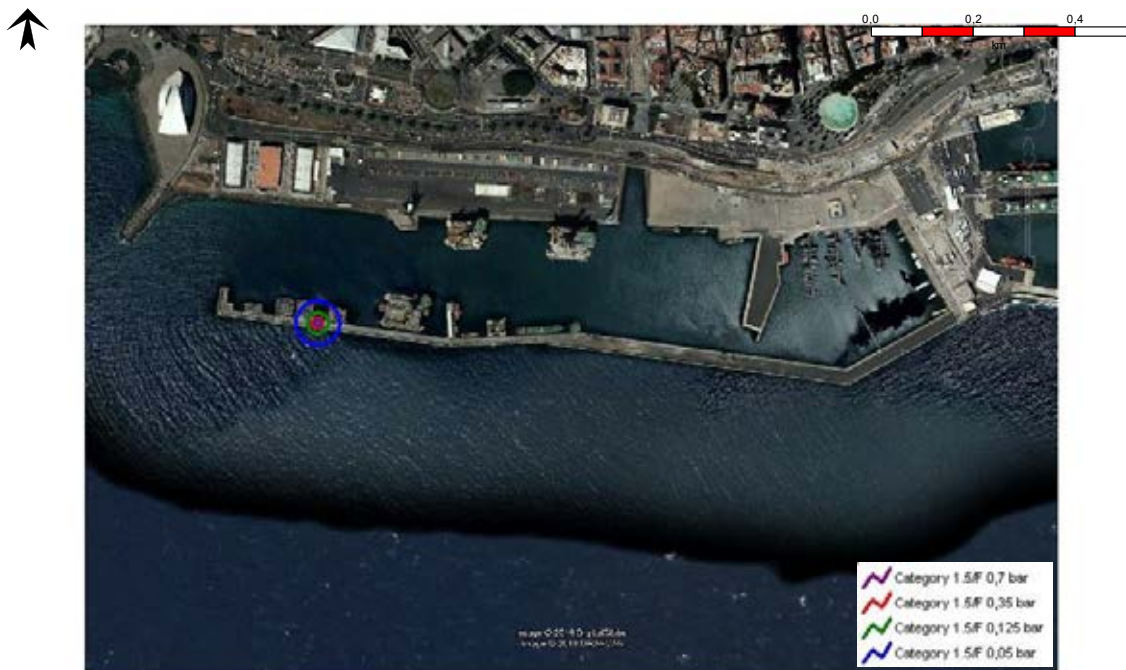




Ilustración 97. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

	Proyecto: CORE LNGas hive – Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas (2014-EU-TM-0732-S)	
	EPT1 – LNG Powered Electricity Generator Mobile Unit for OPS	
	Título: Evaluación de riesgos de seguridad y protección	

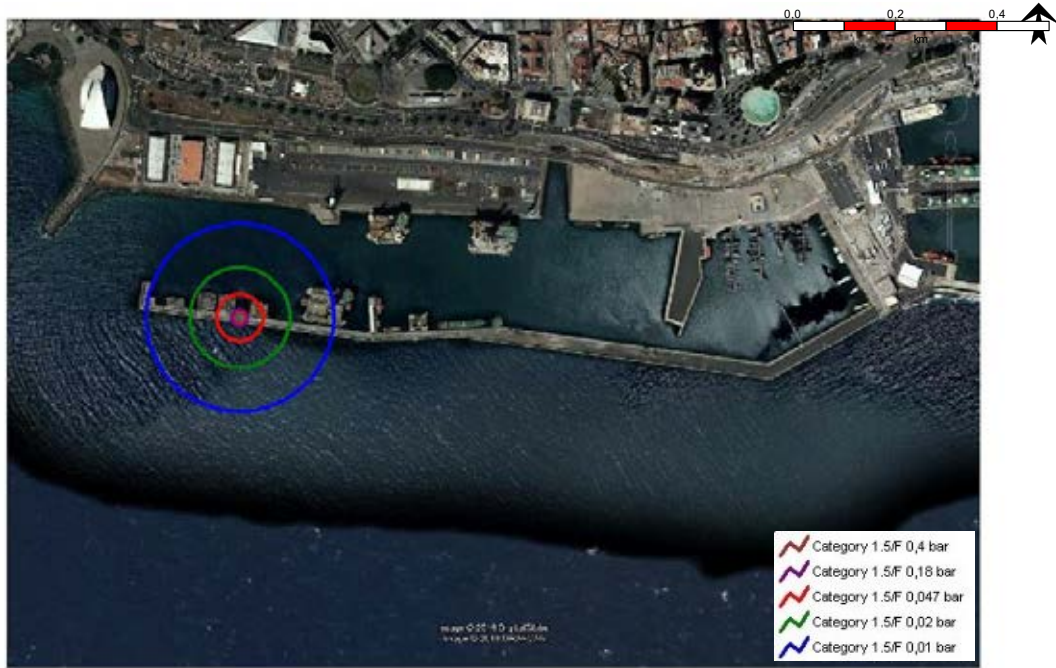


Ilustración 98. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Dique de Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.11

Annex 4

LNG supply logistics in Barcelona, Vigo and Tenerife

Logistics supply study in the 3 ports.

Deliverable D5.1

Sub-Activity EPT1: BARCELONA: Mobile gas generator unit
for ro-ro vessel during hoteling

Deliverable responsible: Autoritat Portuària de Barcelona



Port de Barcelona



**CORE LNGas
hive**



Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas

2014-EU-TM-0732-S

D5.1 Logistics supply study in the 3 ports

Due date of deliverable: [18 de mayo de 2018]


Actual submission date: [Date]

Start of project: 01 January 2014

Duration: 60 Months

Lead Contractor for this deliverable: Jordi Vila (Autoritat Portuària de Barcelona)

Revisión: def

 Co-financed by the European Union Connecting Europe Facility		
Dissemination level		
PU	Public	x
CO	Confidential, only for members of the consortium (including the Commission Services)	

Revision History

Deliverable Administration and summary		
Project Acronym: CORE LNGas Hive	INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196	
Document Identifier: Estudio de logistica de suministro_APB_formato core_v1		
Leading partner: APB		
Report version: def		
Report preparation date: 25/04/2018		
Classification: Public		
Nature: definitive		
Author(s) and contributors:		
Jordi Vila (APB)		
Joaquim Cortés (APB)		
Daniel Ruiz (APB)		
Alberto Jaraiz (APV)		
Status		Plan
		Draft
		Working
	x	Final
		Submitted
		Approved

The Core LNGas Hive consortium has addressed all comments received, making changes as necessary. Changes to the document are detailed in the change log table below.

Date	Edited by	Status	Changes made
24-11-2021	Daniel Ruiz	Definitive	Translation into English

Copyright

This report is © CORE LNGas Hive Consortium 2015. Its duplication is allowed only in the integral form for personal use or for the purposes of research and education.

Citation

APB, APV & PASCT (2018). **D5.1-Logistics supply study in the 3 ports**. CORE LNGas Hive consortium, www.corelngashive.eu

Acknowledgements

The work presented in this document has been conducted in the context of the action INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196 CORE LNGas Hive. CORE LNGas HIVE is a 60 months project started on January 1st, 2014.

The project consortium is composed by: Enagás Transporte, S.A.U. (Enagás), Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidade de Santiago de Compostela (USC), ENTE VASCO DE LA ENERGÍA (EVE), Autoridad Portuaria de Barcelona - Port de Barcelona (APB), Port Authority of Cartagena (PAC), AUTORIDAD PORTUARIA DE FERROL-SAN CIBRAO (APF), Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras (APBA), Port Authority of Huelva (PAH), COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE PETRÓLEOS S.A.U. (CEPSA), Regasificadora del Noroeste, S.A. (RdN), HAM CRIOGENICA, S.L. (HAM), BUREAU VERITAS IBERIA SLU (BVI), GUASCOR POWER SA (GP), IDIADA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY S.A (IAT), FLOTA SUARDIAZ, S.L. (Suardiaz), ITSAS GAS BUNKER SUPPLY SL (ITSAS), COMPAÑÍA DE REMOLCADORES IBAIZABAL, S.A. (IBAI), TERMINAL DE CONTENIDORS DE BARCELONA, S.L. (TCB), Terminal Catalunya, S.A. (TC), UTE REMOLCADORES DE BARCELONA-SAR, UNION TEMPORAL DE EMPRESAS, LEY 18/1982 (URB), ASTILLEROS ARMON, S.A. (AA), GAS NATURAL SDG, S.A. (GN), INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA (IEG), Fundación de la Comunidad Valenciana para la Investigación, Promoción y Estudios Comerciales de Valenciaport (Fundación Valenciaport) (FV), Planta de Regasificación de Sagunto, S.A. (PRS), MOLGAS ENERGÍA, SAU (ME), Autoridad Portuaria de Valencia (APV), SEAPLACE SL (Seaplace), BOLUDA CORPORACION MARITIMA S.L. (BCM), Autoridad Portuaria de Bilbao (APBi), RENFE MERANCÍAS S.A. (Renfe), Puertos del Estado (PdE), Dirección General de la Marina Mercante (DGMM), PORT AUTHORITY OF GIJON (PAG), Port Authority of Melilla (PAM), Santander Port Authority (SPA), Port Authority of Tarragona (PAT), Port Authority of Vigo (PAV), Port Authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT) and REN Gasoductos, S.A. (RENG).

More Information

Public CORE LNGas HIVE reports and additional information related with the project execution and results are available through CORE LNGas Hive public website at www.corelngashive.eu

Index

1.	Introduction.....	10
2.	Objective of the study.....	10
3.	Supply logistics in the port of Barcelona in the pilot phase.....	10
3.1.	Transport of the container with the tanks to the port.....	11
3.2.	Cooling down and inertisation.....	17
3.2.1	Nitrogen gas cooling.....	17
3.2.2	Cooling with liquid nitrogen.....	18
3.2.3	Nitrogen supply.....	18
3.2.4	Natural Gas (LNG) specifications for marine applications.....	18
3.3.	LNG tank filling.....	22
3.3.1	LNG loading point.....	22
3.3.2	Tanker truck route between the Enagas plant and the wharf.....	25
3.3.3	LNG consumption.....	26
3.3.4	Loading procedure.....	30
3.3.5	Storage of tanks container between tests.....	31
3.4.	Transfer to the next port.....	32
4.	Supply logistics in the port of Vigo in the pilot phase.....	33
4.1.	Containers transport to the port.....	33
4.2.	LNG tank filling.....	36
4.2.1	LNG loading point.....	36
4.2.2	Tanker truck route between Reganosa plant and Ro-Ro Terminal.....	39
4.2.3	LNG consumption.....	41
4.2.4	Container Tanks storage between tests.....	41
4.2.5	Transfer to the next port.....	41
5.	Supply logistics in the port of Tenerife in the pilot phase.....	42
5.1.	Containers transport to the port.....	42
5.2.	LNG tank filling.....	44
5.2.1	LNG loading point.....	44
5.2.2	Tanker truck route between Huelva plant and Tenerife.....	46
5.2.3	LNG consumption.....	48
5.2.4	Transfer to the next port.....	48
6.	Conclusions.....	48

Annex 1: HAM N2 Cooling Procedure.

Annex 2: LNG delivery notes at the Port of Barcelona

Annex 3: Operation and maintenance manual for HAM's cryogenic vacuum insulated tank.

Annex 4: Procedure for unloading LNG tanks with cryogenic pump for LNG plant into an isocontainer.

Annex 5: Check-list for unloading of Dangerous Goods in tanks (Check-list).

Annex 6: Technical Instructions Liquefied Natural Gas (LNG) Plant

Lista de tables

Table 1. specifications of liquefied natural gas (LNG) as fuel for Siemens marine engines.	21
Table 2. Characteristics of the Barcelona regasification plant (Source: Enagás). ...	24
Table 3. Technical characteristics of the Reganosa regasification plant (Source: Reganosa).	38
Table 4. Gas Characteristics (Source Reganosa).	39
Table 5. Technical characteristics of the Huelva regasification plant (Source: Enagas).....	46

List of figures

Figure 1. Transfer between HAM's facilities in Abrera and the port of Barcelona (Source: Google Maps).....	11
Figure 2: Location on the Ponent quay.	12
Figure 3: Location study of the containers and study of the ATEX zones in the Ponent quay (public area).....	13
Figure 4: Location of the containers in the Ponent quay of the port of Barcelona: regasification plant on the left and engine and shore transformer on the right. Fencing and new jerseys.	14
Figure 5: Lifting the engine container with a Sidelifter (hitch on each side of the container).....	15
Figure 6: Location of the Z Street Warehouse.	16
Figure 7: Location of the Z Street Warehouse. Detail.	16
Figure 8: Composition of the LNG to be stored in the depot.	19
Figure 9: LNG delivery note, with quality characteristics.	20
Figure 10. Location map of the LNG Tanker truck loading site.	23
Figure 11. View of the Barcelona regasification plant.....	23
Figure 12. Itinerary between the Enagás LNG tanker loading bay and the Poniente Norte quay, running along the Ronda del Port.	25
Figure 13. Detail of the accesses to the Poniente Norte quay. In orange colour, entrance route through the Trasmediterranea access gate. In blue, exit routes. ...	26
Figure 14. LNG tank container and LNG vaporizers.....	27
Figure 15. characteristics of the mobile service station	28
Figure 16. Mobile service station.	28
Figure 17. Mobile service station. Detail of the dispenser and control panels.	29
Figure 18. Mobile service station. Detail of the dispenser and control panels.	29
Figure 19. Position of the tanker truck during unloading.	30
Figure 20. Docking and operations area of Suardiaz company ship in the Port of Vigo (Source: Google Maps).....	33
Figure 21: Test area at the Ro-Ro terminal in the Port of Vigo.....	34
Figure 22: Container location and ATEX zones study in the Ro-Ro terminal of the Port of Vigo.....	35
Figure 23: Container location and ATEX zones study in the Ro-Ro terminal of the Port of Vigo.....	36
Figure 24: Location map of the Reganosa plant in Mugarodos. (Source Google Maps)	37

Figure 25: View of the Reganosa regasification plant (source: Reganosa)	38
Figure 26: Itinerary between the Reganosa plant and the Ro-Ro terminal at the Port of Vigo (Source: Google Maps)	40
Figure 27: Detail of the access to the Ro-Ro Terminal. In blue, entrance and exit route.	41
Figure 28. Docking and operations area in the Port of Tenerife. La Ribera quay (Source: PATSC).	42
Figure 29: Test area at the Trasmediterranea terminal in the Port of Tenerife.	43
Figure 22: Container location and ATEX zones study in the Trasmediterranea terminal of the Port of Tenerife.....	43
Figure 31: Container location and safety distances in the Trasmediterranea terminal of the Port of Tenerife	44
Figure 32: Location map of the Huelva regasification. (Source Google Maps)	45
Figure 33: View of the Huelva regasification plant (source: Enagas).....	45
Figure 34: Itinerary between the Huelva plant and the Trasmediterranea terminal at the Port of Tenerife (Source: Google Maps).....	47
Figure 35: General view of La Ribera Quay.	47

1. Introduction

The EPT1 sub-activity of the Core LNGas hive project aims to provide a new solution to reduce atmospheric emissions in ports. The construction of an LNG generator to provide electricity to a RoRo vessel during Hotelling will allow the reduction of emissions, mainly of Particulate Matter, NOx, SOx or CO2.

The construction of the shore-side electricity grid (cold ironing) can be very costly and technically complex in many of the ports and harbours, so the gas generator can be a viable and flexible solution. It should also be noted that the generator has been classified for marine use, so it could be used as an auxiliary engine on board, which increases the versatility of the project and its applicability in other ports and countries.

The EPT1 sub-activity consists of collaboration between 3 port authorities (Port Authorities of Barcelona, Vigo and Tenerife), as well as a shipping company operating in these 3 ports (Flota Suardiaz), a gas engine manufacturing company (Siemens), an LNG tank manufacturing company (HAM) and a classification society (Bureau Veritas). The collaboration between companies of such a different nature has allowed synergies and satisfactory solutions to be found for all partners, and the possibility of generating new business opportunities.

2. Objective of the study

The present study aims to establish the logistics for providing the LNG for the operation of the generator in each of the 3 ports participating in the project, as well as the logistics necessary to carry out the cooling down and inerting of the tanks. It will also be considered whether or not the tanks need to be emptied between tests or for their transfer, as well as the storage conditions of the tanks and their transfer to the next port.

The logistics of supply will be particularly important in the Port of Tenerife, where there is currently no regasification plant or regular supply of LNG, so it will be necessary to determine how to transport the LNG to the island. The Port of Vigo can be supplied with LNG from the Reganosa plant, in Mugaros (El Ferrol) and the Port of Barcelona from the Enagás plant, located in the same port.

3. Supply logistics in the port of Barcelona in the pilot phase

Only the logistics study is drafted for the pilot phase. In the final phase, the supply logistics will be similar, but it will depend on the business model that is established in the future (port service, concession, purchase of the equipment by a port authority, etc.), so there are important unknowns that can vary the supply logistics (for example, a satellite plant with a greater capacity could be installed to feed the generator or connect it directly to the natural gas network, take advantage of other supplies in the port to refill the LNG tanks, etc.).

3.1. Transport of the container with the tanks to the port

The first pilot test will be carried out in the port of Barcelona, so the tank container will be transported from the HAM plant in Abrera to the port of Barcelona by container truck.

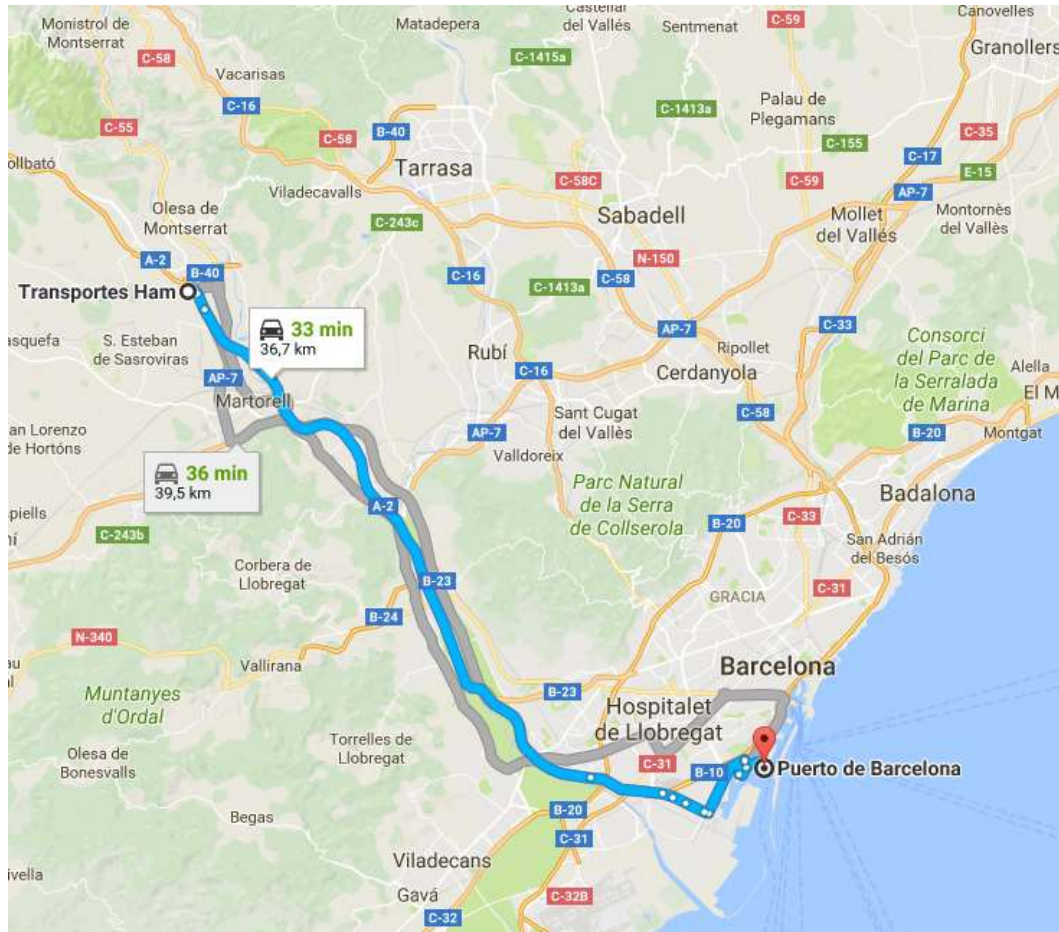


Figure 1. Transfer between HAM's facilities in Abrera and the port of Barcelona (Source: Google Maps).

In order to avoid unnecessary movements, it will be tried to move the tank container directly to the Poniente quay, north side, where the pilot tests will be carried out. In order to make the transfer as economical as possible, intermediate movements must be avoided, so coordination between the project partners and the parties involved in the transfer of the container (transport company, crane operator, terminal and the port itself) is essential. Before starting the transfer, all prior permits must be obtained to be able to carry out the tests at the Ponent North quay, as well as having the logistics ready to start the tests (fencing, new jerseys, fire extinguishers, electrical sockets to provide electricity to power the engine or for the alarm system in the tanks, etc.).

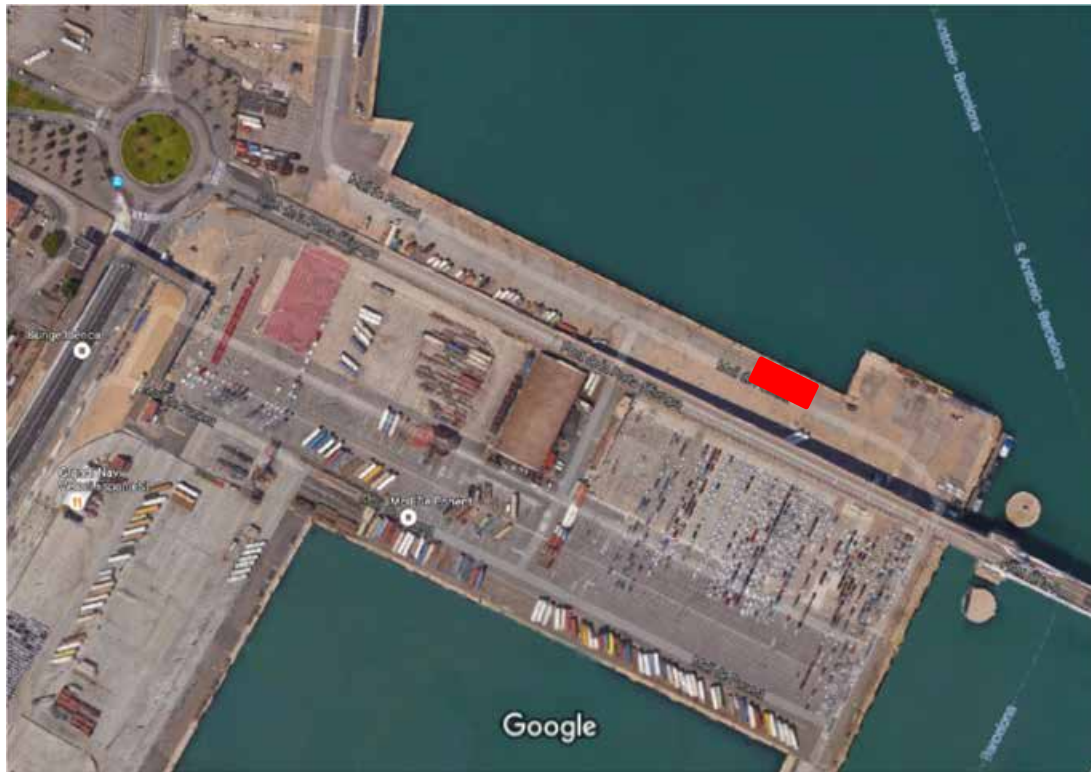


Figure 2: Location on the Ponent quay.

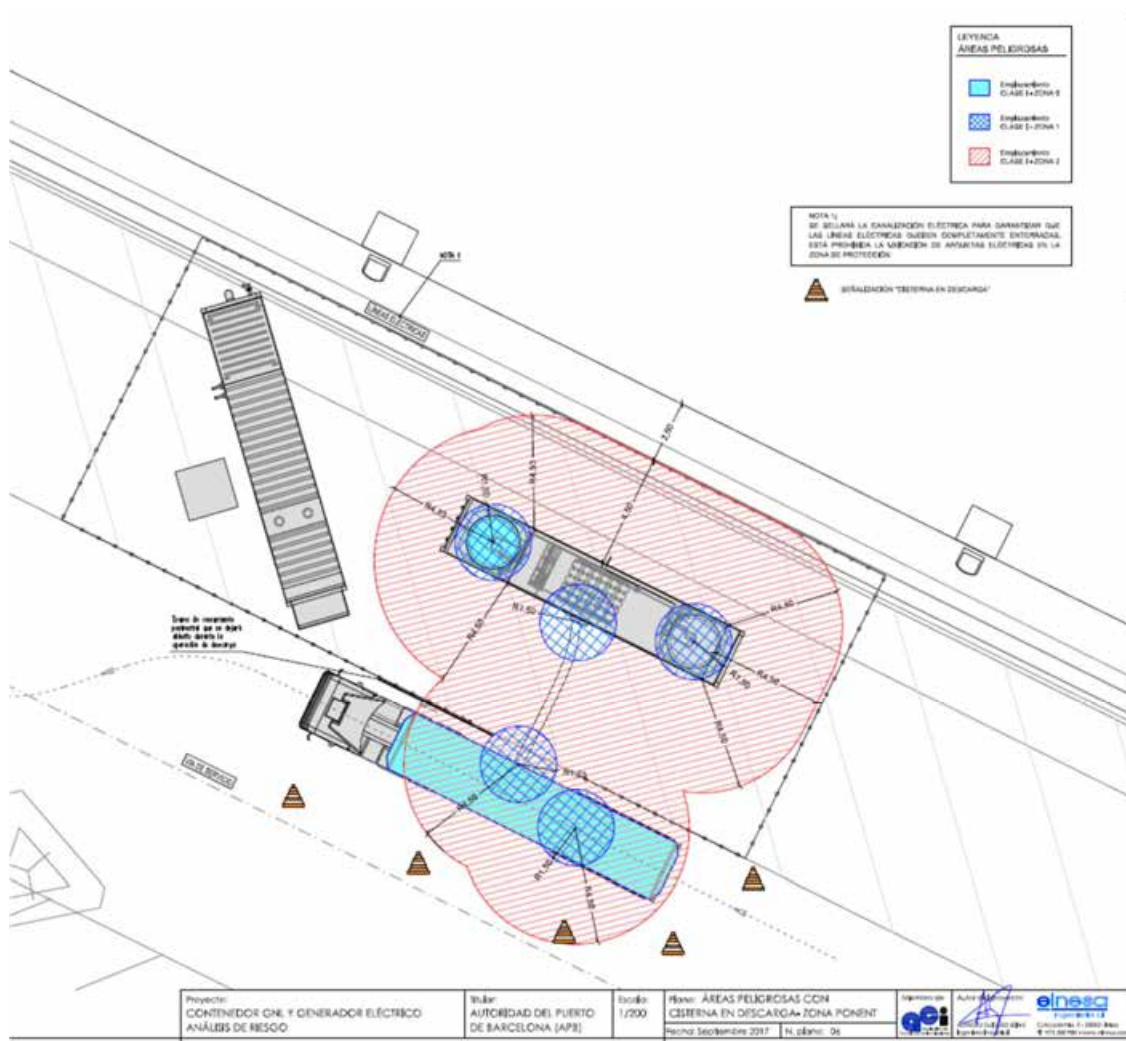


Figure 3: Location study of the containers and study of the ATEX zones in the Ponent quay (public area).

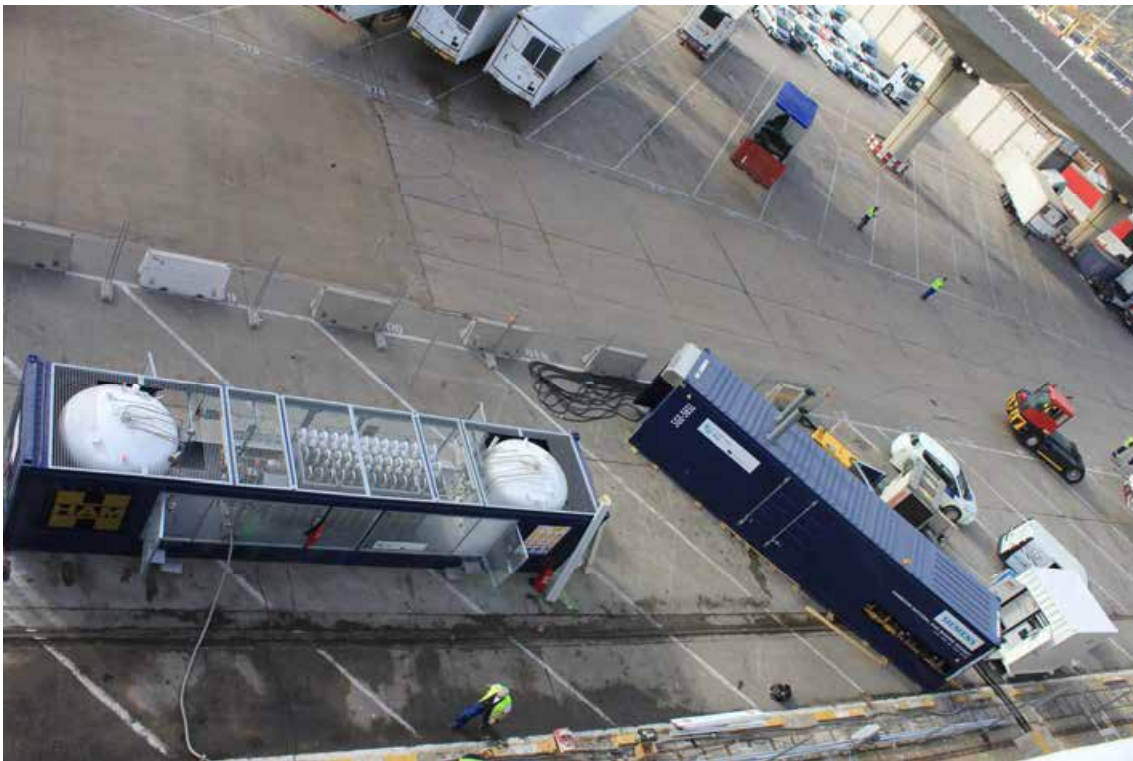


Figure 4: Location of the containers in the Ponent quay of the port of Barcelona: regasification plant on the left and engine and shore transformer on the right. Fencing and new jerseys.

The tank container is open at the top and, although it has been structurally reinforced, the manufacturer, HAM, recommends lifting the container vertically on both sides (with a straddle carrier, sidelifter or a reach stacker), but it cannot be lifted with a single crane, with a single loading point, as the container could become deformed.



Figure 5: Lifting the engine container with a Sidelifter (hitch on each side of the container).

HAM has sufficient space at its facilities in Abrera to store the tank container until the pilot phase. Whenever possible, in order to avoid intermediate movements that make logistics more expensive and complicated, the container will be transferred directly from the depots to the quayside for the pilot tests. Similarly, after the tests, it will be transferred to the HAM plant if it cannot be sent directly to the next port where the tests are carried out.

If the container cannot be stored at the HAM plant, the tank container will be stored, without gas, in the storage facility at Z Street (warehouse of the Conservation department of the Port Authority of Barcelona).



Figure 6: Location of the Z Street Warehouse.

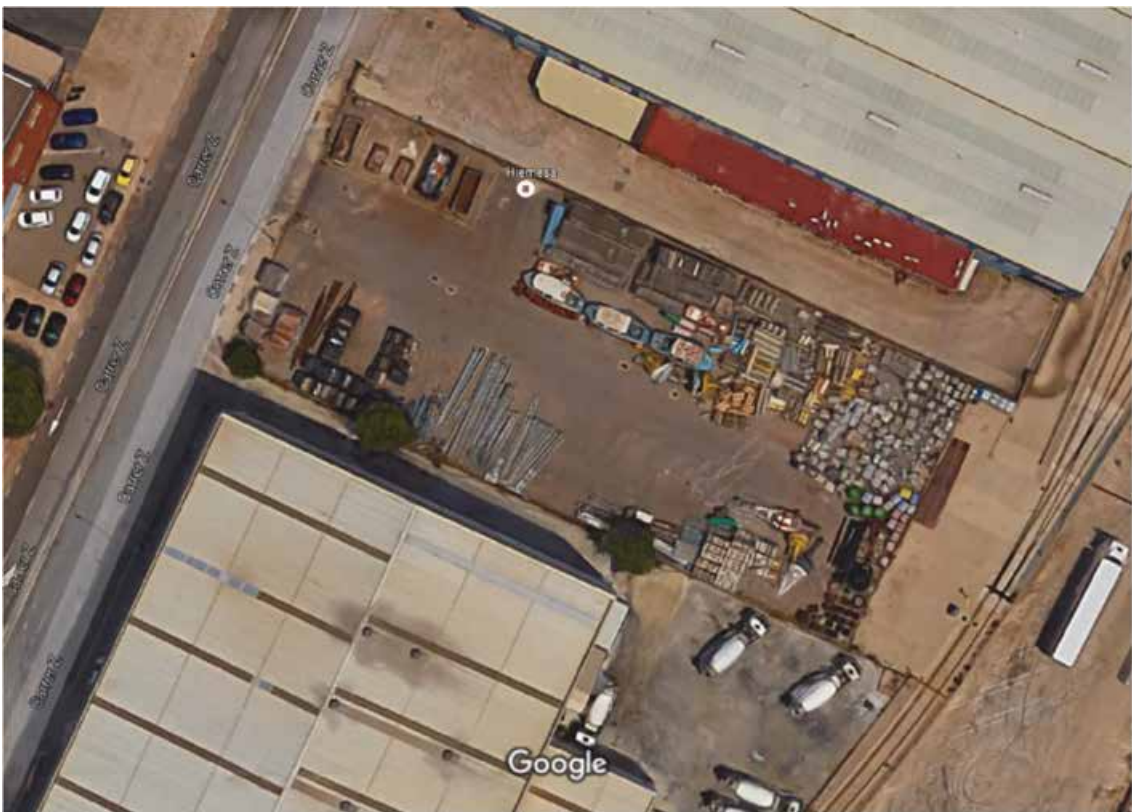


Figure 7: Location of the Z Street Warehouse. Detail.

3.2. Cooling down and inertisation

The cooling down will be carried out at the HAM plant, before being transferred to the Port of Barcelona, to avoid complicating logistics by having to supply nitrogen on the quay. The logistics of supplying nitrogen for the cooling down and inerting at the other ports will have to be taken into account.

The biggest problem in the process of loading or unloading cryogenic equipment is particles of other materials or gases that are solid at the operating temperatures and can therefore block the pipes, especially in the narrowest parts. The tanks are always delivered in a clean condition, free of liquids, especially moisture that could be in them. In order to remove possible traces of moisture from the inside of the tanks, sweeping with dry nitrogen gas is carried out to ensure that the gas expelled in the last sweep has a dew point below -30°C .

Once the tanks have been cooled and refilled with LNG, the aim is to leave them cold, leaving a residual of LNG between tests. In the event that the time between tests is eventually too long or the full tanks cannot be moved for safety reasons, it should be considered how to empty the LNG from the tanks to move them to the next port and then cooling down again and inertise them with nitrogen. Whenever possible, the gas will be emptied at the HAM plant. In order to be able to move the container, according to ADR Code, the gas content must be less than 300 kg, so in the last pilot test we will try to burn all the gas with the engine, to avoid having to empty it at the port.

It should be taken into account that if the time between tests is too long, the tank may become pressurised, which would cause methane venting through the safety valves and the accumulation of heavy components inside the tank due to the release of the lighter components, which could lead to the entry of heavy components (propane, butane, pentane, etc.) into the engine and cause detonation.

In order to avoid severe contraction of the tank material, a two-stage cooling down must be carried out: cooling with nitrogen gas and cooling with liquid nitrogen.

The cooling procedure shall be the same for all 3 ports. See annex 1: HAM N2 cooling procedure.

3.2.1 Nitrogen gas cooling

Cold nitrogen in the gas phase is introduced through the top of the shower and the pressure is increased to 1 bar below the maximum operating pressure, keeping all other valves closed. During this period, the hot interior environment decreases and the inner body of the equipment starts to cool down under pressure. It lasts between 5 and 15 minutes (it ends depending on the variation of noise produced by the contraction of the tanks). When the contraction process is finished, the liquid valve must be opened to release pressure from the tank up to 0.5 bar. This operation must be performed as many times as necessary until the outlet gas temperature is around -80°C .

3.2.2 Cooling with liquid nitrogen

Once the equipment is considered pre-cooled, nitrogen liquid can be injected, always from the top or showers, for periods of less than 30 seconds in the first moments and then progressively longer. If the pressure inside the tank increases, it means that the liquid is evaporating, which indicates that the tank is not cold enough. If the pressure rises, the tank must be depressurised. If the pressure does not rise, it means that the tank is cold enough and the liquid inlet time can be increased.

During cooling down, it shall be observed that there are no leaks in valves, regulators or piping.

When no significant increase in pressure is observed, the equipment shall be considered suitable for filling with the cryogenic liquid.

3.2.3 Nitrogen supply

As mentioned above, the cooling of the tanks will be carried out at the HAM plant. In the other ports, the nitrogen for the cooling process will be provided by HAM by means of a tanker truck.

3.2.4 Natural Gas (LNG) specifications for marine applications

The engine manufacturer, Siemens, has requested that natural gas must comply with a set of specifications in order to be used as a fuel in the engine. In case of non-compliance with the specifications, this may lead to malfunctions and the activation of the safety devices and the shutdown of the engine, which could result in a blackout in the vessel.

- CH₄ concentration (% vol)
- C₂H₆ Concentration (% vol)
- C₃H₈ Concentration (% vol)
- C₄H₁₀ Concentration (% vol)
- C₅H₁₂ concentration (% vol)
- Concentration of +C₆ (% vol)
- CO₂ concentration (% vol)
- N₂ concentration (% vol)
- O₂ concentration (% vol)
- CO concentration (% vol)
- H₂ concentration (% vol)
- H₂S Concentration (ppm or mg/mn³)
- Gas relative humidity (%)

Where there is doubt about the total composition of the gas, it is necessary to additionally check for the presence of the following compounds:

- Halide concentration (ppm or mg/mn³)
- Siloxanes concentration (mg/mn³): Minimum TMOH, TMS, L2, L3, L4, D3, D4, D5
- NH₃ concentration (ppm or mg/mn³)
- BTEX concentration (ppm or mg/mn³)
- Oil and tar concentration (mg/mn³)
- Particulate matter concentration (mg/mn³)

The lower calorific value must be between the following ranges:

30-43 MJ/m³ equals 7165- 10270 kcal/m³ natural gas.

The minimum value of methane number (AVL) is 70.



Given that the quality of the gas can vary depending on the origin, HAM has provided the average characteristics of the composition of the natural gas, as well as the delivery note that is delivered to the regasification plant with the most important parameters such as superior calorific value (PCS, for its Spanish acronym), inferior calorific value (PCI), specific weight or density. The gas is loaded at the Enagás plant, where all the gas origins are mixed and homogenised. There may be some differences depending on which day it is loaded, but the composition is fairly homogeneous.

Composición:

Componente	% Volumen.
C ₁	91,15
C ₂	7,33
C ₃	0,67
C ₄	0,03
NC ₄	0,03
N ₂	0,79

- P.C.S. (Poder Calorífico Superior).....	10,099 Te/Nm ³
- P.C.I. (Poder Calorífico Inferior).....	9,101 Te/Nm ³
- Densidad del Gas,.....	0,77 kg/Nm ³
- Capacidad de gasificación:.....	1 m ³ de G.N.L. proporciona 570 Nm ³ de G.N.
- Entalpía de cambio de fase entre líquido a -160 °C y gas a 0°C (presión 5 bar).....	200 kcal/kg
- Calor específico medio del gas entre -160°C y 0°C.....	0,48 kcal/kg°C
- Viscosidad del líquido a -160°C.....	0,1412 C.P.
- Viscosidad del boil-off a -157°C.....	0,0048 C.P.
- Viscosidad del gas natural a 0°C.....	0,0103 C.P.
- Densidad del líquido (GNL) a -160°C.....	0,46 kg/l.

Figure 8: Composition of the LNG to be stored in the depot.

		ALBARÁN DE ENTREGA DE GNL LNG DELIVERY NOTE		Nº Albarán: Delivery Slip No: 015043301
				Fecha: Date: 30-11-2017
CARGADOR Provider				
LIQUID NATURAL GAZ, S.L. Pol. Ind. Sant Ermengol, parcela 11 08630 ABRERA (BARCELONA) NIF: B-25526732				
DESTINATARIO Consignee				
Ham Cnogenica sl (Contenedor puerto BCN) CP 08039 Barcelona				
PRODUCTO Product		GAS NATURAL LIQUIDO REFRIGERADO NATURAL GAS REFRIGERATED LIQUID		
CALIDAD Quality				
P.C.S.	15'262			kWh/Kg
P.C.S.	41'691			kWh/Nm ³
P.C.I.	40'531			kWh/Nm ³
Peso específico Specific weight	0'7660			Kgs/Nm ³
Densidad Density	439'3000			Kgs/m ³
PESO NETO DE LA DESCARGA Net weight discharge		1038		Kgs
? $\frac{698 + 341}{= 1038}$				
TRANSPORTISTA Carrier				
Ham sl B-06654809				
EMPRESA Enterprise				
Ham Andelunia sl B-64812431				
MATRÍCULA TRACTOR Truck Plate Number		9336-5XG		
MATRÍCULA CISTERNA Tank Plate Number		R-2946-BCX		
Firma y sello del Expedidor Signature and stamp of the shipper			Firma y sello del Destinatario Signature and stamp of the consignee	
				

Pol. Ind. Sant Ermengol, Parcela 11 · 08635 Abrera · Tel. 93 770 47 60 · Fax 93 770 34 41

Figure 9: LNG delivery note, with quality characteristics.

The following table summarises the specifications of liquefied natural gas (LNG) as fuel for Siemens marine engines.

Table 1. specifications of liquefied natural gas (LNG) as fuel for Siemens marine engines.

Symbol	Parameter	Limit value	Engine/Application	Comments
LHV	Lower calorific value	30-43 MJ/m _n ³	All natural gas engines	Natural gas
ΔLHV	Variation LHV	<±10%	Electronic carburation	Continuous gas analyser is required
		>±10%	Electronic carburation Continuous gas analyser	
∇LHV	Gradient LHV	<1%PCI/min	All natural gas engines	
MN	Methane number	>70	All natural gas engines	
P & T	Pressure and temperature of the supplied gas	1 bar	Electronic carburation	
		10°C - 40°C	Electronic carburation	
φ	Moisture in the gas	<80%	All natural gas engines	Without condensation
WetDewT	Moisture dew point in gas	>15 ° les than T _{gas}	All natural gas engines	Recommended
O ₂	Oxygen in gas	>2% vol.	Electronic carburation	Continuous methane meter for automatic carburation adjustment
		>±1% carb. point		
H ₂	Hydrogen in gas	<12% vol. >1% LHV de H ₂	All natural gas engines	
C4+	Long-chain hydrocarbons	<2% vol.	All natural gas engines	
DryDewT	Dry gas dew point	>15° les tan T _{amb}	All natural gas engines	@max. Supplied gas P. recommended
H ₂ S	Equivalent	<300 ppm	W/o catalytic	Total sulphides:

	Hydrogen sulphide		converter	H2S equivalent
		<100 ppm	W/o catalytic converter	
CL ⁻	Chlorine equivalent	<14 ppm	W/o catalytic converter	F, Cl, Br, I organic & inorganic
		<6.5 ppm	W/o catalytic converter	
Si	Silica and siloxanes	<7 mg/m _n ³	W/o catalytic converter	Analyse: TMOH, TMS, L2, L3, L4, D3, D4, D5 Besides, <75 ppm of Si in the engine oil
		Nil	W/o catalytic converter	
NH ₃	Ammonia	< 600 ppm	All natural gas engines	
Tar	Oils and tar	Condensation not allowed	All natural gas engines	Condensable oil vapours
Dust	Solid particles	<5 µm	All natural gas engines	Larger size not allowed
		<10mg/m _n ³ (1-5µm)	All natural gas engines	

The following information is included in the delivery note, given by the tanker driver when refuelling the tanks: PCS (superior calorific value), PCI (inferior calorific value), specific weight and density. These data are provided at the Enagás plant when loading the tank. See Annex 2 of the delivery note.

3.3. LNG tank filling

3.3.1 LNG loading point

The Enagás regasification plant, located at the Energia quay in the Port of Barcelona, has 3 loading bays for LNG tanks, with a loading capacity of 50 tanker trucks per day. The LNG supply tanker truck for the Pilot project will be loaded at this loading bay.

Below is a map showing the location of the tanker trucks loading site:

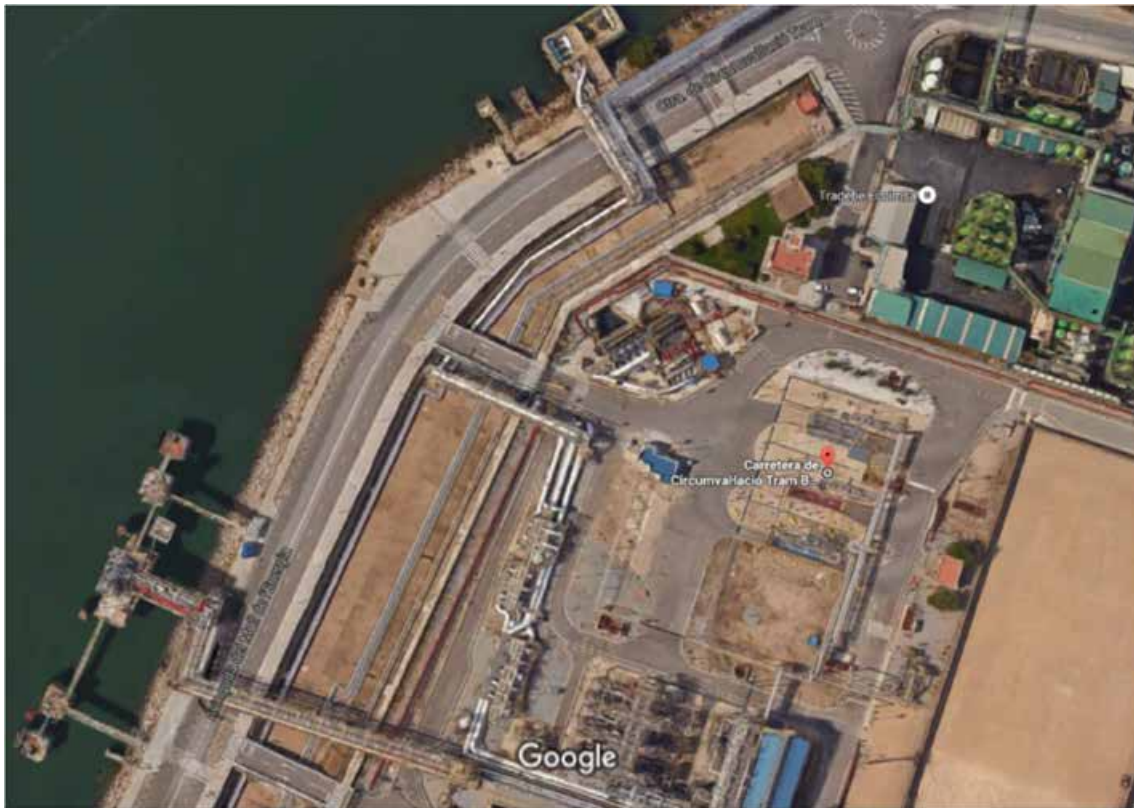


Figure 10. Location map of the LNG Tanker truck loading site.

An overview of the characteristics of the Barcelona regasification plant, located at the Energía wharf in the Port of Barcelona, is given below.



Figure 11. View of the Barcelona regasification plant.

The regasification plant began operating in 1969. It currently has six tanks (4 tanks of 150,000 m³ and 2 tanks of 80,000 m³). It incorporates the necessary technology for loading and unloading ships and has a total storage capacity of 760,000 m³ of LNG and an emission capacity of 1,950,000 m³(n)/h.

Table 2. Characteristics of the Barcelona regasification plant (Source: Enagás).

Number of tanks	6
Storage capacity	760.000 m ³ GNL
	5.206 GWh
Emission capacity	1.950.000 m ³ (n)/h
	544,3 GWh/día
Min. and max. berth	80.000 m ³ LNG (the berth was modified to allow the loading and unloading of LNG bunker vessels from 200 m ³ to 7000 m ³ .)
	266.000 m ³ LNG
	1 LS 1 SS: 2.000
Tanker trucks loading point	15 GWh/día
	(3 loading points, 50 tankers/day)
Vessel capacity unloading	Small ship ~ 3.000 m ³ LNG/h
	Medium vessel ~ 8.000 m ³ LNG/h
	Large vessel ~ 10 a 12.000 m ³ LNG/h
Vessel capacity loading	Max. 4.000 m ³ /h
Pressure	Minimum: 30 bar
	Maximum: 72 bares
Transshipment	Available

3.3.2 Tanker truck route between the Enagas plant and the wharf

The distance between the Enagás tanker truck loading bay and the Poniente Norte quay is 9.9 km, travelling along the port's internal roads. Having consulted the Port of Barcelona's Industrial Safety Department, lorries can drive either on the Port's ring road or on the Ronda Litoral ring road. They only need to comply with the ADR code and do not require special authorisation to circulate on the port's internal roads.

Below is the route between the tanker loading bay and the Poniente Norte quay:

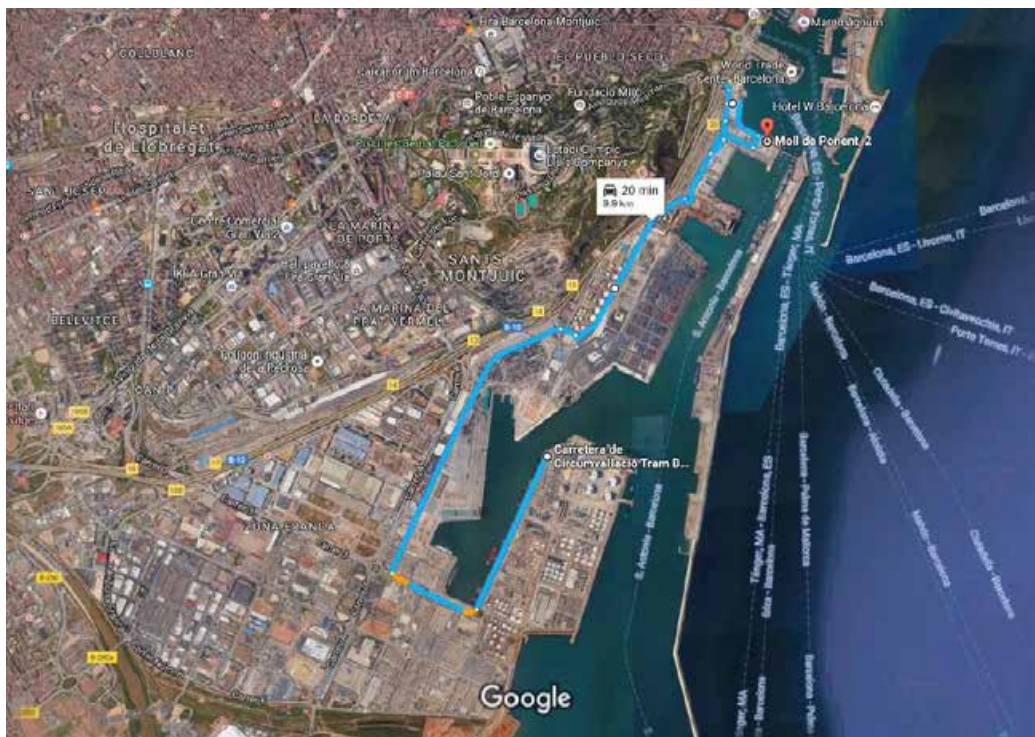


Figure 12. Itinerary between the Enagás LNG tanker loading bay and the Poniente Norte quay, running along the Ronda del Port.



Figure 13. Detail of the accesses to the Poniente Norte quay. In orange colour, entrance route through the Trasmediterranea access gate. In blue, exit routes.

3.3.3 LNG consumption

L'Audace vessel calls at Barcelona every Friday, for approximately 8 hours. It is estimated that in the pilot phase only 1 tank of 5 m³ could be refilled each week, as it is estimated that in 8 hours of stopover between 3 and 4 m³ of LNG will be consumed. Filling only one of the tanks each week will prevent the appearance of Boil Off gas or the accumulation of heavy components in the tanks (ageing or stratification of the LNG).

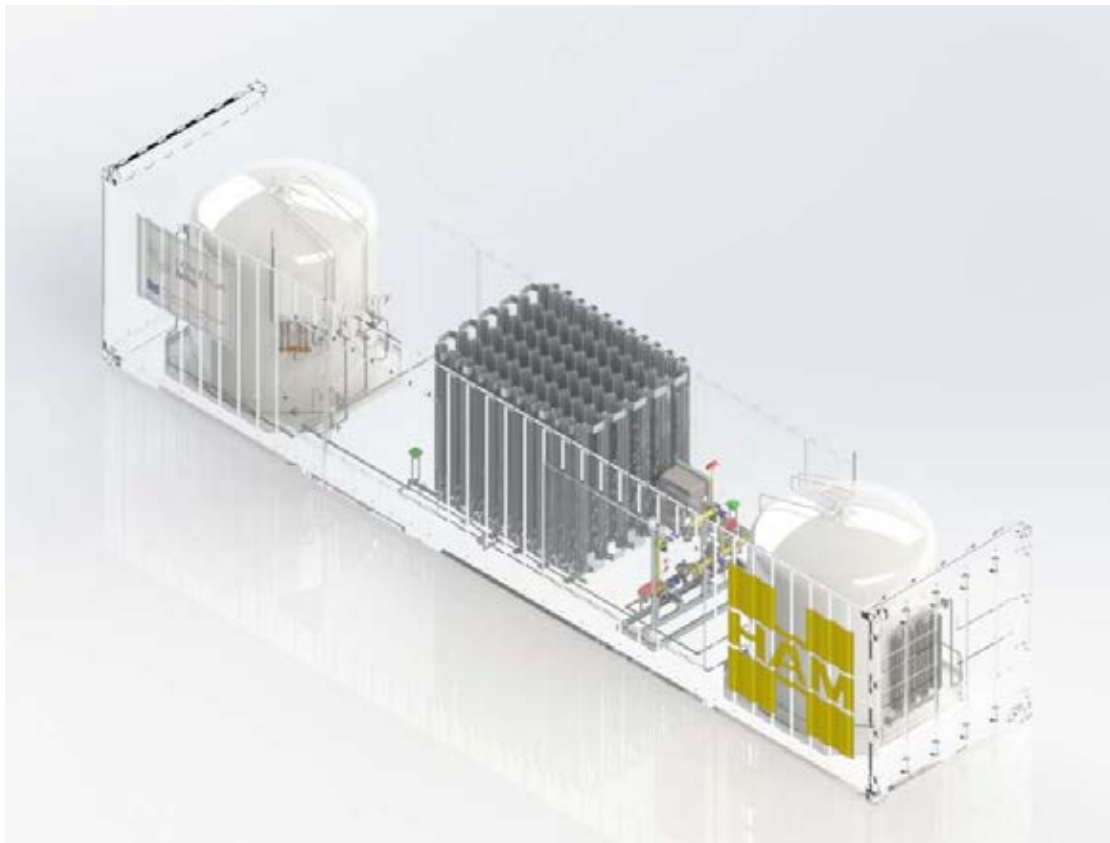
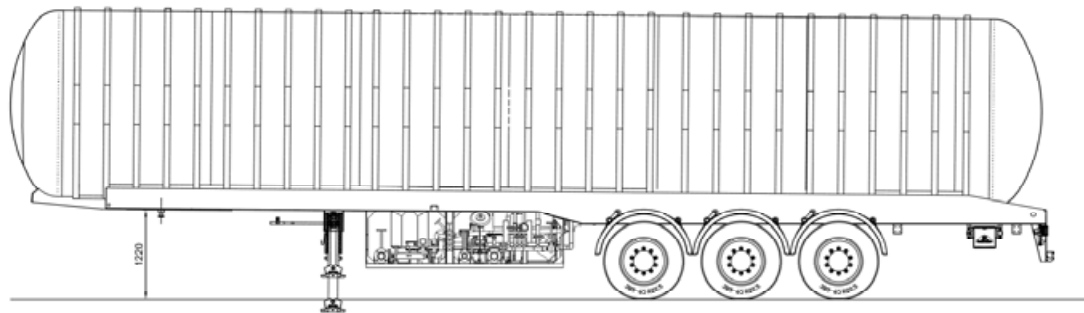


Figure 14. LNG tank container and LNG vaporizers.

It was initially estimated that in the 4 weeks foreseen for the pilot tests, some 20 m³ of LNG would be loaded. In the end, only 2 loadings of 1,707.52 kg and 1,038 kg of LNG were carried out in the Barcelona pilot test with a mobile refuelling station.

The estimated price of LNG supplied at the port is around 20 €/MWh (it should be considered that the price is indicative due to variations in the price of the product at source and the possibility of an alternative supply or not for the tanker. The tanker truck has 60 m³ of capacity, so if they could deliver the rest of the content in another place, it would be less expensive).

The characteristics of the mobile service station are given below (see annex 3, operation and maintenance manual for the cryogenic vacuum insulated tank with MLI):



REPARTO DE CARGAS Y PESOS			
	KING-PIN	TRIDEM	TOTAL
VACÍO	3.675 kg	8.525 kg	12.200 kg
LLENO (max)	12.615 kg	23.885 kg	36.500 kg
LLENO (GNL tpo)	12.615 kg	23.885 kg	36.500 kg

Datos Generales	
Normativa	TPED/ADR/EN 12530
Presión de Diseño	3,5 bar
Presión de Prueba	5,85 bar
Rango de Temperaturas	Interior: -196 a +20°C, Exterior: -20 a +50°C
Capacidad Geométrica	60.000 lbs
Materiales	Interior: Acero Inoxidable, Exterior: Acero Inoxidable
END	Recipiente a Presión: Radiografiado 100%
Producto a Transportar	Gas Natural Licuado (1972)
Grado de Llenado / Carga	(GNL-1972) - 90% / 23.072 kg

Figure 15. characteristics of the mobile service station

The tanker truck can carry 23,885 kg of LNG (90% of the cargo according to ADR), which means about 52 m3 of LNG, depending on the density.

Below are some photos of the tanker used in the Port of Barcelona:



Figure 16. Mobile service station.



Figure 17. Mobile service station. Detail of the dispenser and control panels.



Figure 18. Mobile service station. Detail of the dispenser and control panels.

3.3.4 Loading procedure.

The unloading of LNG from the tanker truck to the tanks will be by pump, not by pressure, which must be taken into account in the supply logistics, especially in the Canary Islands, where a tanker with a pump must be available.

The following is a brief description of the unloading procedure (the gas transporter will provide a detailed procedure):

1. The tanker truck shall be placed in the unloading position. It shall be specified in the risk analysis whether it is unloaded in reverse or forward. Subsequently the grounding clamp shall be connected.

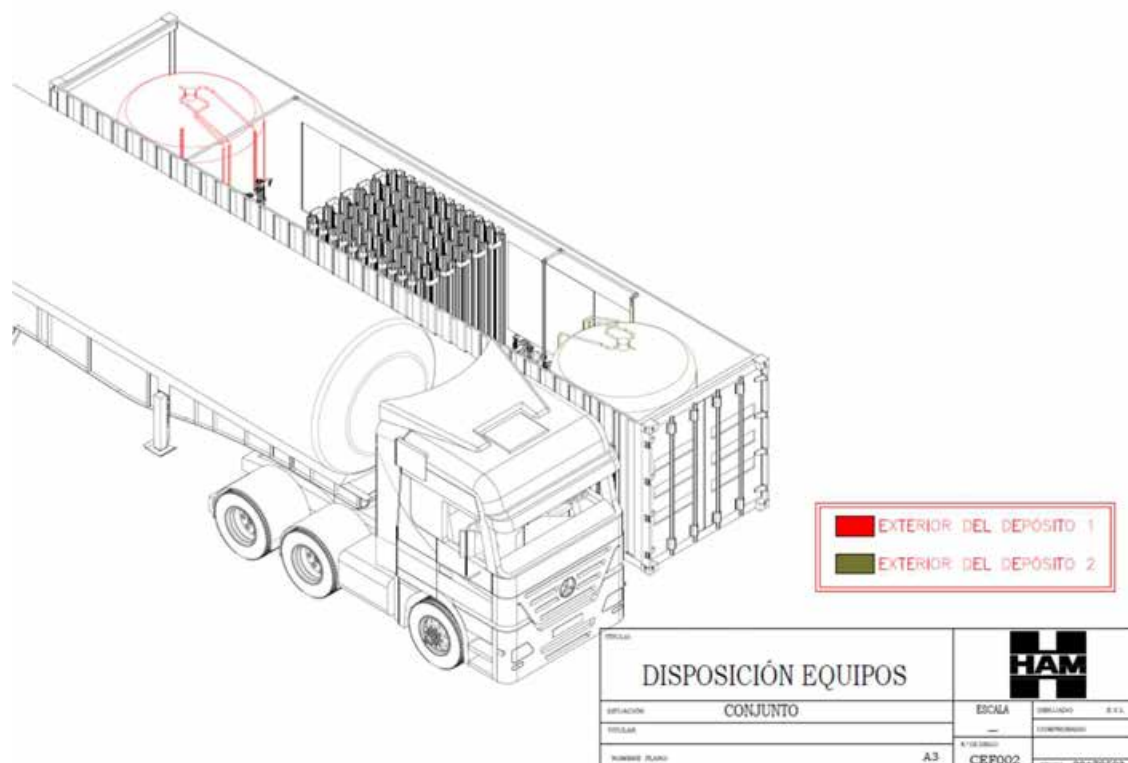


Figure 19. Position of the tanker truck during unloading.

At all times the tanker driver will monitor the working area by means of an explosimeter to ensure the absence of gas in the area. If gas is detected, the LNG discharge will be stopped. A limit of 20% of the lower explosive limit (LEL) will be set at which unloading will be stopped. This explosimeter shall be provided with an audible and visual alarm which is activated at this 20 % LEL. If the discharge is stopped, it shall only be restarted when the leakage is corrected and the % LEL is found to be less than 20 %.

2. Afterwards, the filling hose of the tanks shall be connected (2" Enagas coupling).
3. The filling circuit shall be selected:
 - Bottom filling circuit
 - Upper filling or shower circuit

It will be the tanker driver who will select the tank circuit through which the tank will be filled, depending on the tank pressure. However, it is usual to discharge by showers, to facilitate filling by lowering the pressure (the liquid at -160°C helps to liquefy the gas, reducing the pressure).

To start filling the tank, the valve on the discharge hose should be opened and the top filling valve of the tank should be opened. If the pressure drops below 3 bar, the lower or bottom valve will be opened and the shower valve will be closed.

4. 1. Once the 5 m³ have been filled, the top and bottom filling valves shall be closed. The LNG trapped in the hose shall gasify and will enter into the gas phase of the tank through the non-return valve existing in the tank.
5. Before the tanker truck leaves, the following must be done:
 - Depressurise the connection between the hose valve and the tanker outlet valve.
 - Disconnect the hose.
 - Disconnect the earth clamp (first open the electrical circuit by setting the switch on the earth clamp to "0").
 - Check with explosimeter that there is no gas atmosphere before starting the tractor unit from the tanker.

The loading procedure will be the same in the 3 ports. **Annex 4** includes the LNG unloading procedure, **Annex 5** the unloading check-list and **Annex 6** the LNG plant technical instructions.

3.3.5 Storage of tanks container between tests

The Z Street warehouse could be used to store the tanks until they are transferred to the next port, although it would be desirable, in order to avoid intermediate movements, to move the containers directly from the test area to the next port. It could also be stored at the HAM facilities until the next test.

In the case of storing the container between tests, the tanks should be emptied and inerted with nitrogen or emptied and left loaded only with natural gas, in the gas phase, so as not to increase the pressure and cause venting in the storage area. Subsequently, before loading with LNG in the next test, cooling down should be carried out.

It should be taken into account that emptying the tanks can lead to methane venting (with a greenhouse effect some 20 times greater than CO₂, so it is not conceivable at the operational level) or complicate logistics (and costs) by requiring a defueling system, in which the tanks would be discharged by pressure difference to another tank. In any case, when nitrogen is introduced for inerting, the methane residues inside the tanks will have to be vented or the nitrogen and natural gas residues will have to be introduced into a tank. Therefore, in the last pilot test, the gas to be loaded will be calculated so that it will be completely consumed in the engine, in order to avoid having to empty the excess of gas after the pilot tests.

If the tanks are still cold, LNG could be introduced to maintain the temperature. If they become warm, they will have to be cooled with liquid nitrogen, which would

produce methane vents. HAM will calculate the volume of LNG that could be left over to keep the tanks cool, but without triggering the safety valve.

It must be taken into account that there must be an electrical socket in the warehouse to supply the PLC of the tank container alarm system (in the event of an alarm, for example due to overpressure, the persons in charge will receive a message on their mobile phone). If there is no electrical socket (or solar panel), the container must be stored empty and inert.

If tanks are left loaded with LNG, heating and subsequent activation of the safety valves may occur. It should also be taken into account that if tanks are stored for a long time with LNG, product ageing could occur: the light components (N₂, CH₄) vaporise first (and are consumed or released by the safety valve in case of overpressure), so that the remaining LNG has over time more heavy components (ethane, propane, butane, pentane, etc.). Stratification may also occur, as the heavy components accumulate at the bottom. This process will occur especially in the LNG vaporizers in the event of a prolonged shutdown. If heavy components enter the engine, detonation and possible failure may occur (although there are alarm and automatic shutdown systems in case of detonation). To reduce the possibility of stratification, the two tanks are connected by a bypass. Before the engine is switched on, gas is circulated through the gasification grid and redirected to the reserve tank. In the event of ageing, the tanks should be emptied after a certain period of time in order to remove the heavy gas. In any case, HAM will study the best solution for emptying the tanks and when they should be emptied in order to avoid the appearance of condensates. From an operational point of view, to avoid ageing and stratification, a single tank will be refilled every week to practically use up the contents between vessel calls. In the last week of the test it is intended to completely burn the entire contents of the tanks to leave only gas (rendering them inert). This would avoid the problem of ageing or stratification, or the possible tripping of the safety valve due to overpressure in the tank.

3.4. Transfer to the next port

The two 40-foot containers, the one with tanks and the one with the engine, will be transferred to the next port with the ship L'Audace if the tests are carried out first in Tenerife, or by land if they are carried out first in Vigo. In case of transfer with the L'Audace, they will be loaded on a platform of the ship itself and loaded in its holds. The ship can carry dangerous goods, so the tanks could be loaded with LNG or NG, but to facilitate the logistics (much more complicated for dangerous goods) it is intended to inertise the tanks with nitrogen before the transfer.

As mentioned above, to avoid deformation of the containers, they will be loaded on the platforms with a sidelifter, straddle carrier or reach stacker, never with a crane with a single loading point.

4. Supply logistics in the port of Vigo in the pilot phase

This logistics study is only designed for the pilot phase of the project. During the commissioning and operation phase of the equipment, the supply logistics will be similar, but it will depend on the business model that is established in the future (port service, concession, purchase of the equipment by a port authority, etc.), so there are important unknowns that may vary the supply logistics.

4.1. Containers transport to the port

The Port of Vigo will host the second pilot test of the project, so that both the generator unit and the container of gas tanks will be transferred to the Port of Vigo, from the Port of Barcelona, on the Suardiaz company ship or directly by land.

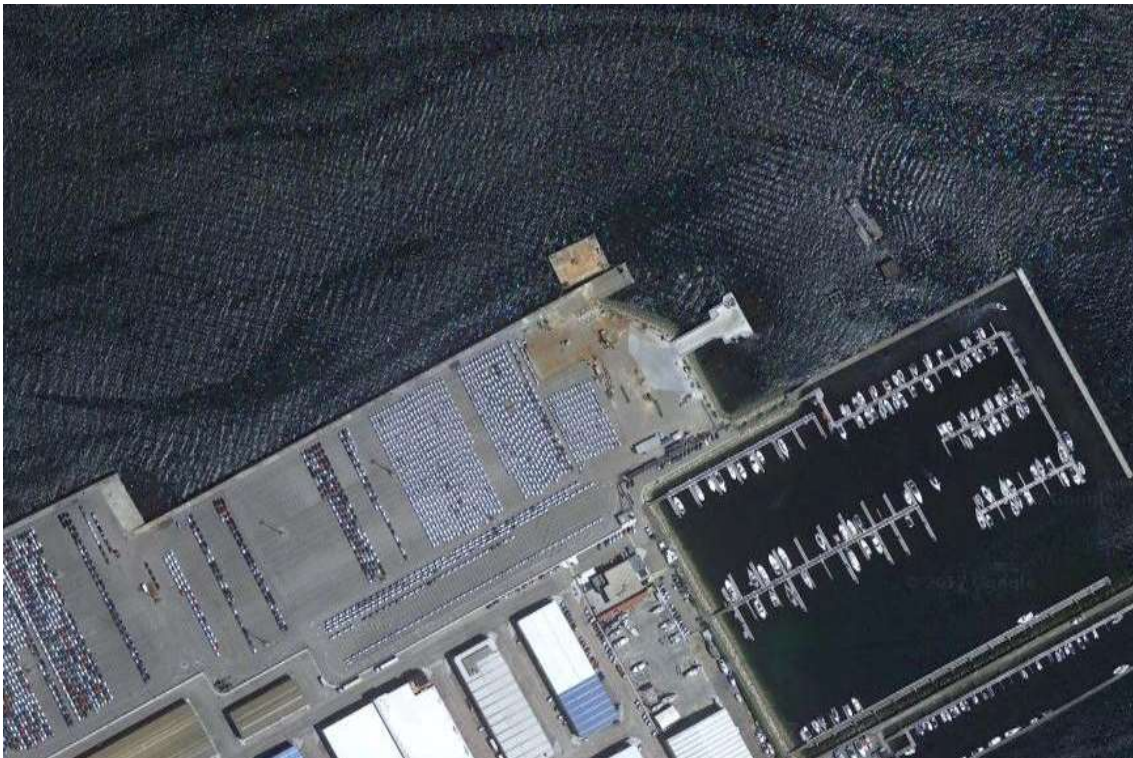


Figure 20. Docking and operations area of Suardiaz company ship in the Port of Vigo (Source: Google Maps).

The area where the pilot test will be carried out is located in the usual area of operations of the company Suardiaz, in the new mobile ramp of the Ro-Ro terminal in Bouzas.

To ensure the equipment installation is as efficient as possible, there must be total coordination between the project partners and the parties involved in the transfer of the container (transport company, crane operator, terminal and the port itself). Before starting the transfer to the Port of Vigo, all the prior permits must be obtained to be able to carry out the tests at the Ro-Ro terminal, as well as having

the logistics ready to start the tests (provision of fences, new jerseys, fire extinguishers, electrical sockets to provide electricity to start the engine or for the alarm system in the tanks, etc.).



Figure 21: Test area at the Ro-Ro terminal in the Port of Vigo.

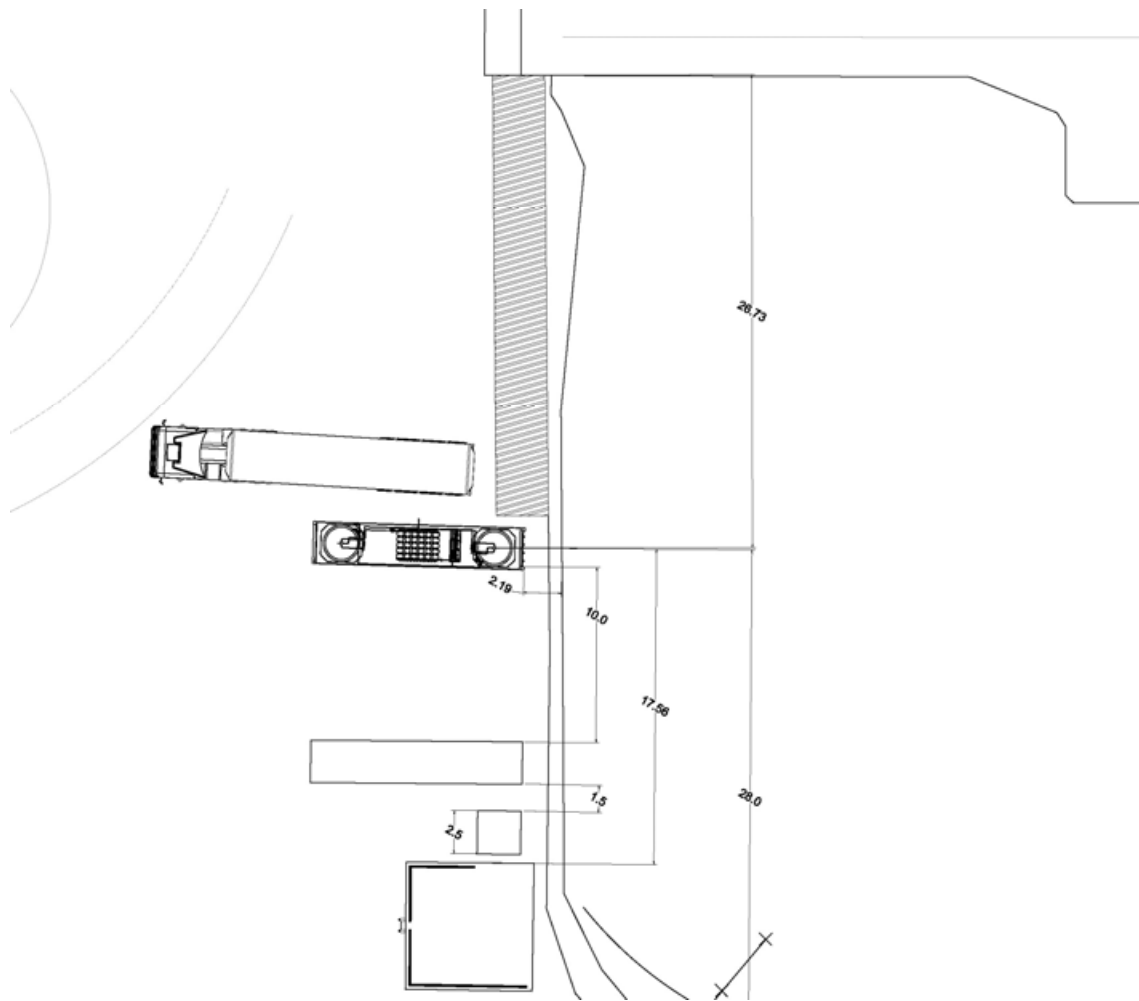


Figure 22: Container location and ATEX zones study in the Ro-Ro terminal of the Port of Vigo.

It will not be possible to lift the tanks container with a single crane, with a single loading point, as the container could become deformed.

Therefore, in the Port of Vigo, two cranes will be used operating simultaneously for the final positioning of the container in the test area.

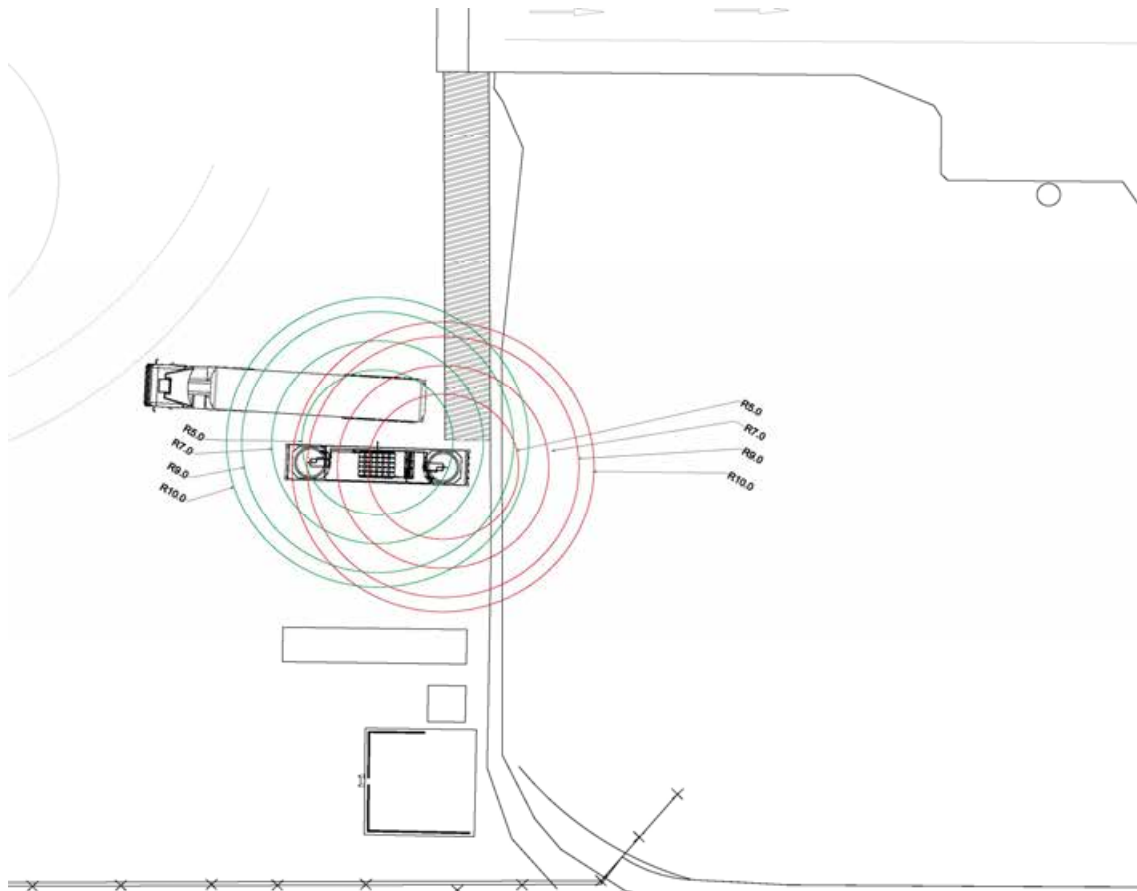


Figure 23: Container location and ATEX zones study in the Ro-Ro terminal of the Port of Vigo.

4.2. LNG tank filling

4.2.1 LNG loading point

The Reganosa regasification plant, located in Mugarodos (Port of Ferrol), has several loading bays for LNG tanker trucks, with a loading capacity of 35 tanks per day. The LNG supply tanker truck for the Pilot Project will be loaded at this loading bay:



Figure 24: Location map of the Reganosa plant in Mugardos. (Source Google Maps)

The following is a summary of the characteristics of the Reganosa plant.



Figure 25: View of the Reganosa regasification plant (source: Reganosa)

The Reganosa Mugarodos plant, in the port of Ferrol, came into operation in November 2007. It provides the system with a capacity of 3.6 bcm (billion cubic metres) of natural gas per year (14% of Spanish natural gas demand in 2014). Its design stands out for the use of cutting-edge solutions that guarantee the terminal's efficiency. Its jetty allows the berthing of any of the gas tankers in the world fleet. The unloading arms are connected to two tanks that can store up to 300,000 cubic metres of LNG and conserve the liquefied natural gas at a temperature of -160 °C at atmospheric pressure. The stored LNG can be loaded onto ships or tankers or sent to the plant's regasification facilities. These can change the LNG phase to its gaseous state through two seawater vaporisers and a submerged combustion reservoir. The natural gas is then injected into the transport network.

Table 3. Technical characteristics of the Reganosa regasification plant (Source: Reganosa).

Number of tanks	2
Storage capacity	300.000 m ³
Vaporiser capacity	3x160 Tn /hour
Vessel discharge capacity	12.000 m ³ /hour

Vessel loading capacity	2.000 m ³ /hour
Tanker truck loading capacity	35 tanker trucks/day
Measuring station	115,2 Gwh/d

Table 4. Gas Characteristics (Source Reganosa).

	Units	Minimum	Maximum
Wobbe Index	KWh/m ³	13,403	16,058
PCS	kWh/m ³	10,26	13,26
Relative Density	m ³ /m ³	0,555	0,700
S Total	mg/m ³	-	50
H ₂ S + COS (as S)	mg/m ³	-	15
RSH (as S)	mg/m ³	-	17
O ₂	mol%	-	0,01
CO ₂	mol%	-	2.5
H ₂ O (dew point)	°C a 70 bar (a)	-	+2
HC (dew point)	°C a 1-70 bar (a)	-	+5
Dust/particulates	-	Technically pure	Technically pure

4.2.2 Tanker truck route between Reganosa plant and Ro-Ro Terminal

The distance between the Reganosa tanker loading bay and the Ro-ro terminal in the Port of Vigo is approximately 180 km. As with any other supply within the port area, supply tanks require authorisation to carry out the service, which is issued by the Port Authority's Sustainability Department, and must also comply with ADR.

The route between the tank loading bay and the Ro-Ro terminal is shown below:

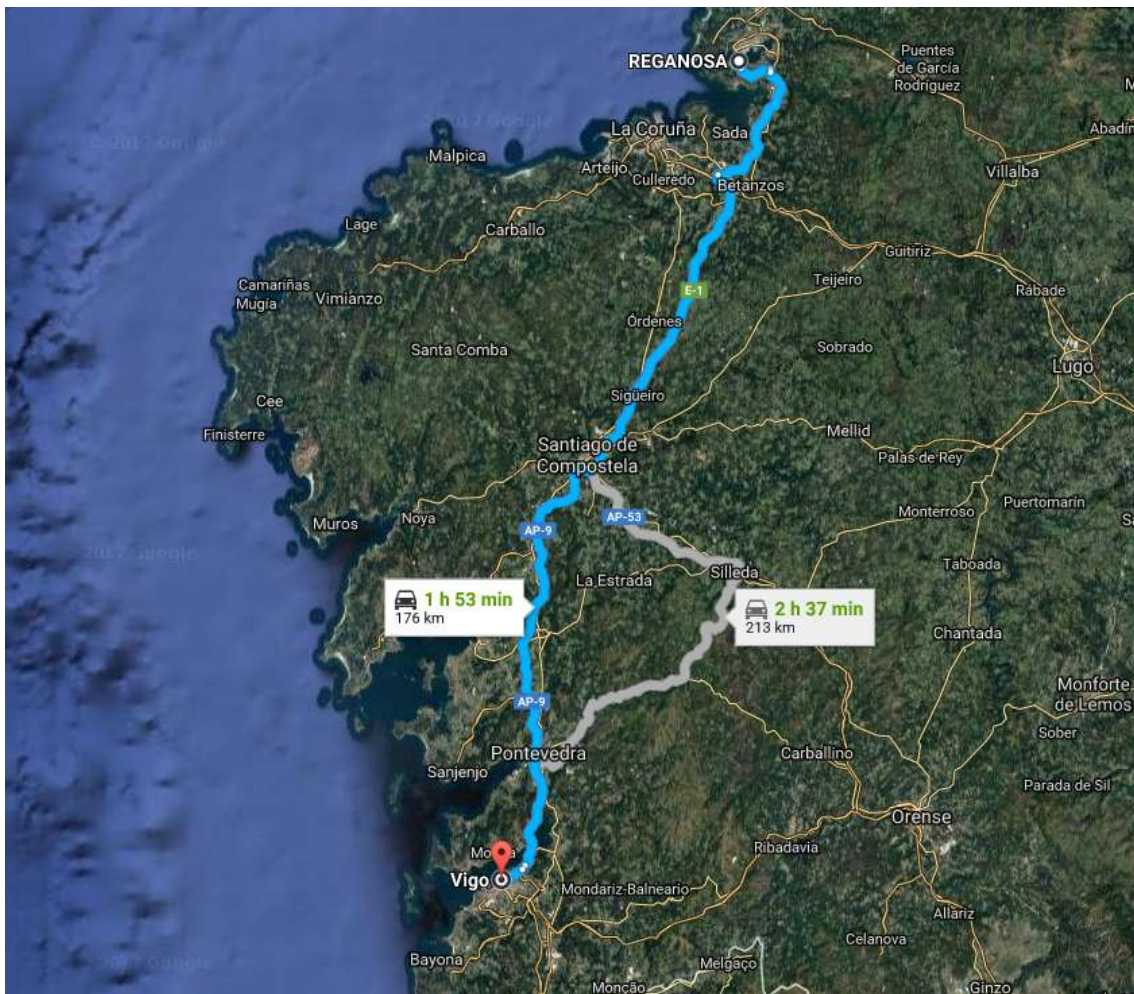


Figure 26: Itinerary between the Reganosa plant and the Ro-Ro terminal at the Port of Vigo (Source: Google Maps).



Figure 27: Detail of the access to the Ro-Ro Terminal. In blue, entrance and exit route.

4.2.3 LNG consumption

The tests in the port of Vigo will be carried out with the vessel Bouzas or with the vessel Suar Vigo, which call for 8 hours one day a week. It is estimated that in the pilot phase only 1 tank of 5 m³ could be filled each week, as it is estimated that in 8 hours of call between 3 and 4 m³ of LNG are consumed. Filling only one of the tanks each week will prevent the appearance of Boil Off gas or the accumulation of heavy components in the tanks (ageing or stratification of the LNG).

4.2.4 Container Tanks storage between tests

In the Port of Vigo, the containers will be stored in the test area itself until they are transferred to the Port of Tenerife.

If the container is stored for long periods of time between tests, it must be emptied and inerted with nitrogen.

4.2.5 Transfer to the next port

It is still to be determined how the containers and other equipment will be transferred to the port of Tenerife. Suardiaz does not have a direct line between Vigo and Tenerife, so the equipment may have to return to Barcelona by land to be loaded on the ship l'Audace to the port of Tenerife.

As mentioned above, to avoid deformation of the containers, they will be loaded on the platforms with a sidelifter, straddle carrier or reach stacker, with two cranes operating simultaneously, never with a crane with a single loading point.

5. Supply logistics in the port of Tenerife in the pilot phase

5.1. Containers transport to the port

The Port of Santa Cruz de Tenerife will host the third pilot test of the project. All the equipment was transferred from the port of Vigo to the Port of Barcelona and after that, it was transferred to Tenerife using L'Audace vessel.



Figure 28. Docking and operations area in the Port of Tenerife. La Ribera quay (Source: PATSC).

The area where the pilot test will be carried out is located in the usual area of operations of the company Suardiaz in La Ribera Quay.

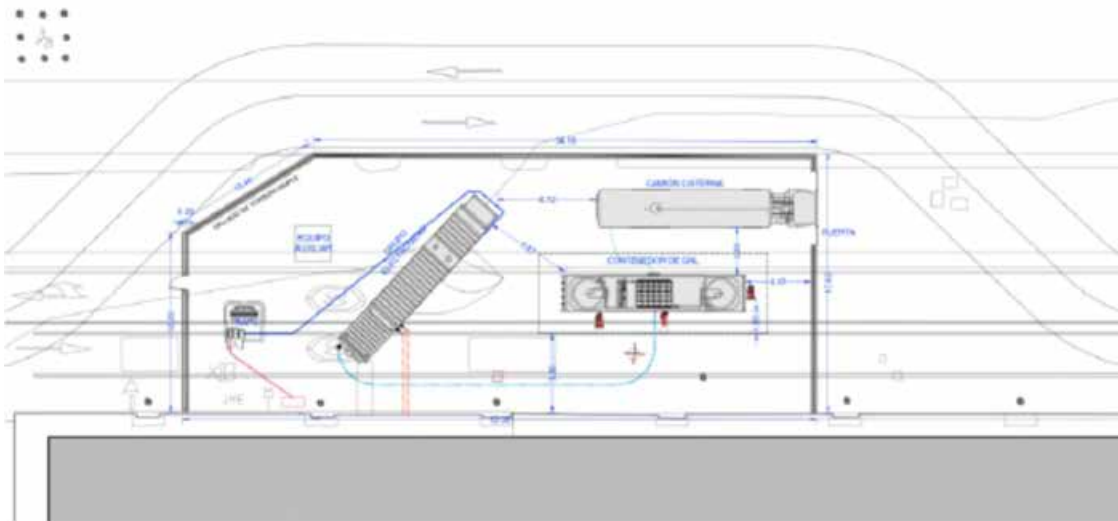


Figure 29: Test area at the Trasmediterranea terminal in the Port of Tenerife.

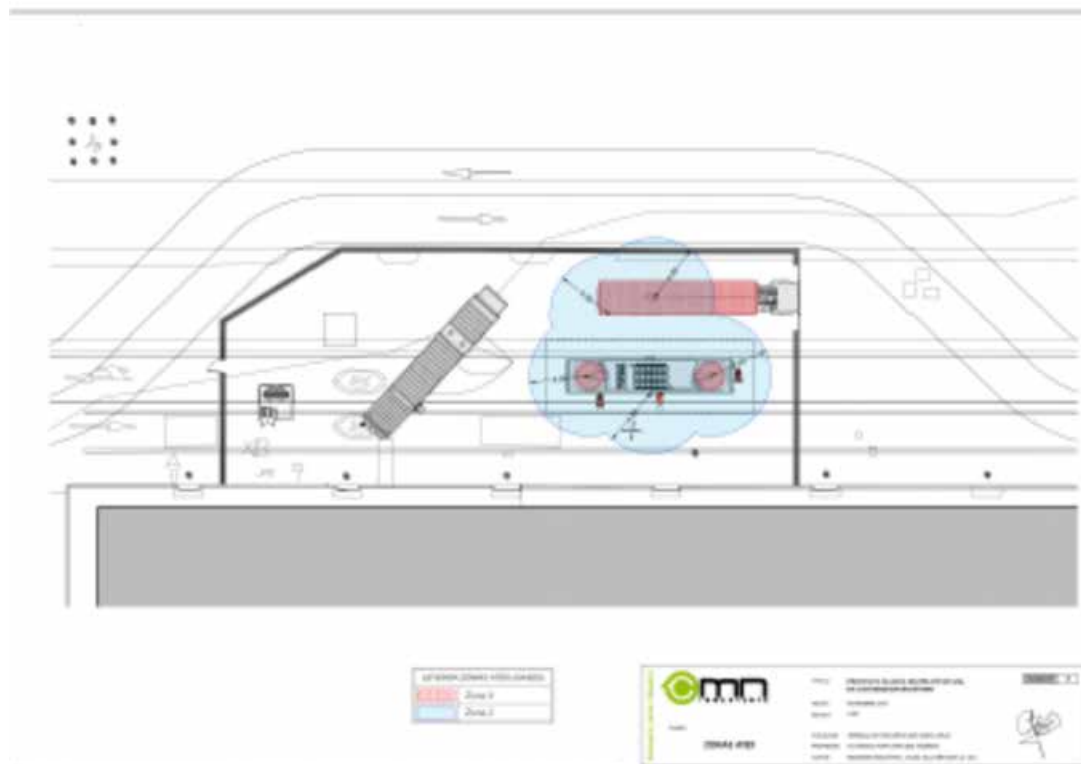


Figure 30: Container location and ATEX zones study in the Trasmediterranea terminal of the Port of Tenerife.

It will not be possible to lift the tanks container with a single crane, with a single loading point, as the container could become deformed.

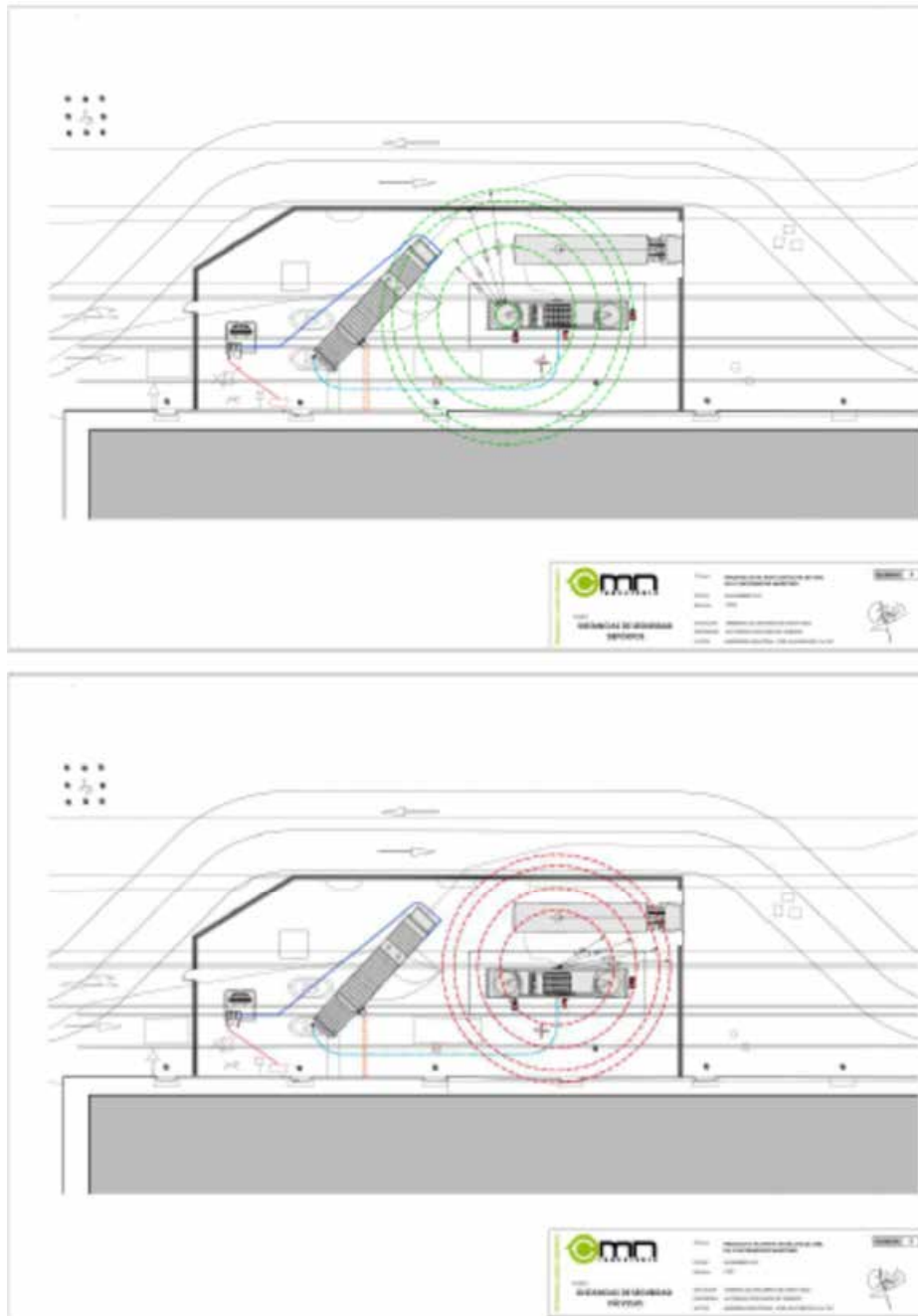


Figure 31: Container location and safety distances in the Trasmediterranea terminal of the Port of Tenerife

5.2. LNG tank filling

5.2.1 LNG loading point

The tanker truck was loaded in the Huelva Regasification plant, and the transferred to Tenerife using a regular ship line, between both ports.

The Huelva regasification plant, located in the Port of Huelva, has several loading bays for LNG tanker trucks, with a loading capacity of 50 tanks per day. The LNG supply tanker truck for the Pilot Project will be loaded at this loading bay:



Figure 32: Location map of the Huelva regasification. (Source Google Maps)

The following is a summary of the characteristics of the Huelva plant.



Figure 33: View of the Huelva regasification plant (source: Enagas)

The Huelva regasification plant, located at the mouth of the Tinto and Odiel rivers, began to be built in 1985 and occupies a surface area of 184,000 m².

This terminal has five tanks and the necessary technology to load and unload ships. Its total storage capacity is 619,500 m³ of LNG and its emission capacity is 1,350,000 m³ (n)/h.

Table 5. Technical characteristics of the Huelva regasification plant (Source: Enagas).

Number of tanks	5
Storage Capacity	619.500 m ³ LNG
	4.244 GWh
Emission capacity	1.350.000 m ³ (n)/h
	376,8 GWh/day
Berthing mn. & max.	29.500 m ³ LNGL
	180.000 m ³ LNG
	1 LS y 1 SS: 7.500
Tanker truck loading capacity	15 GWh/day
	(3 bays, 50 tankers/day)
Vessel unloading capacity	Small Ship ~ 3.000 m ³ GNL/h
	Medium ship ~ 8.000 m ³ GNL/h
	Big Ship ~ 10 a 12.000 m ³ GNL/h
Pressure	Minimum: 30 bar
	Maximum: 72 bar
Transshipment	Available

5.2.2 Tanker truck route between Huelva plant and Tenerife

The distance between the Huelva tanker loading site and the Trasmediterranea terminal in the Port of Tenerife is about 1,300 km (35 hours).

The route between the tank loading bay and the Ro-Ro terminal is shown below:

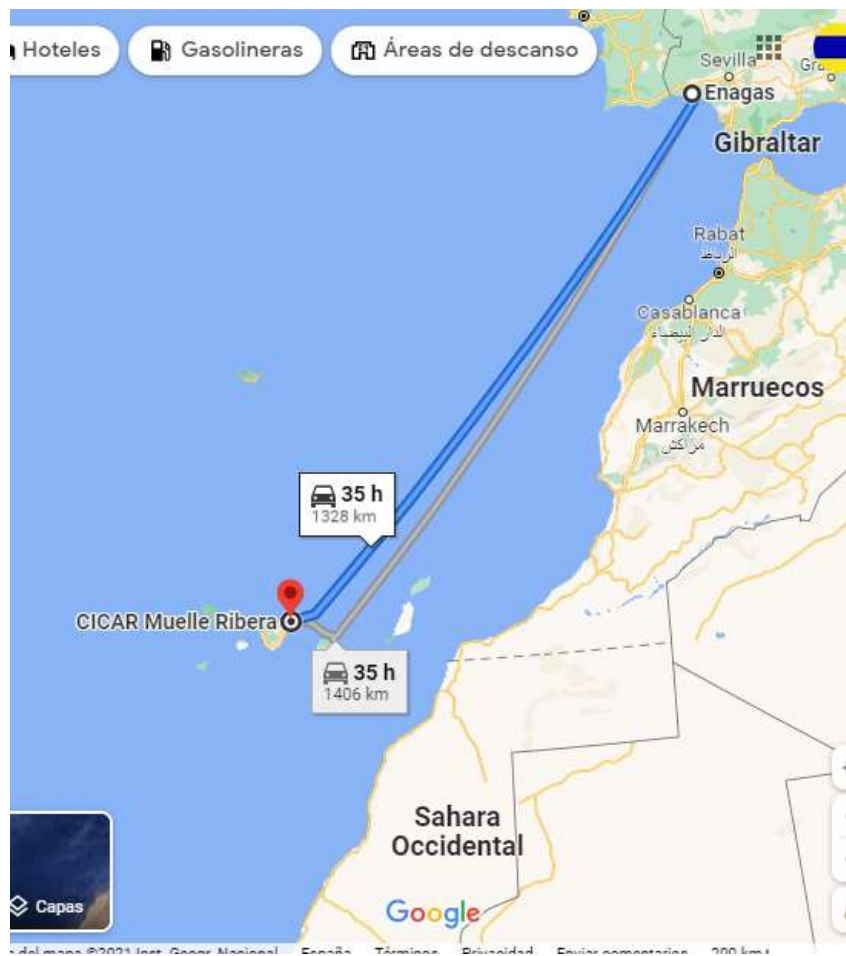


Figure 34: Itinerary between the Huelva plant and the Trasmediterranea terminal at the Port of Tenerife (Source: Google Maps).



Figure 35: General view of La Ribera Quay.

5.2.3 LNG consumption

The tests in the port of Tenerife will be carried out with the vessel L'Audace, which call for 8 hours one day a week. It is estimated that in the pilot phase only 1 tank of 5 m³ could be filled. Due to the difficulties and high cost of shipping LNG to the port of Tenerife, only one tanker truck was transferred to fill the tanks.

5.2.4 Transfer to the next port

When this last pilot phase in the Port of Tenerife was finished, all the equipment was transferred using L'Audace vessel to the Port of Barcelona and there, every partner load their own equipment to its facilities.

6. Conclusions

The most complicated point in the logistics of gas supply for its use in the pilot phase was in the port of Tenerife. The lack of a regasification plant meant that the gas had to be transported from Huelva. In addition, the price of the supply was expensive, as the supplier had to immobilise a tanker truck for almost a week.

The port of Barcelona has a regasification plant in the same port and the port of Vigo is about 130 km away, so the logistics for the supply were simpler.

Annexes:

- Annex 1: HAM N2 Cooling Procedure.
- Annex 2: LNG delivery notes at the Port of Barcelona
- Annex 3: Operation and maintenance manual for HAM's cryogenic vacuum insulated tank.
- Annex 4: Procedure for unloading LNG tanks with cryogenic pump for LNG plant into an isocontainer.
- Annex 5: Check-list for unloading of Dangerous Goods in tanks (Check-list).
- Annex 6: Technical Instructions Liquefied Natural Gas (LNG) Plant



Criogénica

Polígono Industrial Sant Ermengol, parcela 11
08630 Abrera (Barcelona)
Tel. 93 770 47 60
Fax 93 770 34 41
ham@ham.es

**PROCEDIMIENTO DE INERTIZADO MEDIANTE
NITROGENO EN UNA PLANTA SATÉLITE DE
REGASIFICACIÓN UNICADA EN UN ISOCONTENEDOR**



PROCEDIMIENTO DE ENFRIAMIENTO DE DOS TANQUES 5M3

INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente procedimiento es dar las pautas de actuación necesarias para el enfriamiento mediante Nitrogeno de dos depositos criogenicos de GNL.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

1. CONEXION PINZA DE TIERRA

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

¡ATENCIÓN! El circuito eléctrico de la pinza de tierra debe de estar abierto (posición “0” del interruptor de la pinza) en el momento de conectar la pinza a la cisterna y cerrarlo (posición “I” del interruptor) solo cuando la pinza este bien conectada a la cisterna.



2. COMPROBACIONES PREVIAS

- Verificar que la presión y nivel del depósito son cero. En caso contrario ventearémos hasta presión atmosférica y nivel 0.
- Verificar que todas las válvulas tanto del muelle de descarga como del depósito se encuentran cerradas.
- Sustituir el acople ENAGAS 2'' de la tubería de llenado del tanque por el acople correspondiente para la conexión de la manguera de la cisterna de Nitrógeno.
- Conectar la manguera de la cisterna y proceder al apretado de la misma. Durante la descarga se irá reapretando si se detecta alguna pequeña fuga.
- Abrir las válvulas del tanque de llenado por "duchas" al 100% y de llenado por fondo al 10%. Mantener cerradas las válvulas del muelle de descarga.
- Abrir la salida de gas de la cisterna, una vez subida la presión de ésta hasta donde sea posible. (según especificación de la cisterna de nitrógeno)
- Anotar el nivel de vacío del tanque.

(El vacío del tanque: El depósito criogénico está compuesto por dos depósitos. Uno exterior de acero y otro interior de inoxidable. Entre un depósito y otro, existe una cámara rellena de perlita a la que se le ha realizado el vacío para aumentar sus propiedades aislantes.)

3. PRIMERA FASE DEL ENFRIAMIENTO: Carga de Nitrogeno fase Gas

Esta fase de la puesta en frío se realizará por medio de dos operaciones:

- PRESURIZACIÓN: Dejar pasar gas hacia el depósito regulando el caudal de entrada con la válvula de la cisterna. La primera vez abrir un poco e ir abriendo gradualmente en las siguientes presurizaciones. Subir la presión entre 1 y 3 bares. Cerrar la válvula de la cisterna. (Abrir PPR de la cisterna de Nitrógeno, manteniéndola alta de presión).
- DESPRESURIZACIÓN: Abrir el venteo manual. Bajar la presión a un valor próximo a 0,5 bar. Cerrar la válvula de venteo. Anotar el vacío del tanque, usando un medidor de vacío, conectado en la válvula situada en la parte posterior del depósito.
- Repetiremos estas dos operaciones hasta observar que el gas sale frío en el extremo de la tubería de venteo, dependiendo del depósito a enfriar.
- También se puede alternar esta operación con la abertura de la válvula manual de entrada por el fondo del tanque en continuo abriendo el venteo.



- Anotar, para cada una de las presurizaciones, la hora, el valor de la presión alcanzada y el vacío del depósito

4. SEGUNDA FASE DEL ENFRIAMIENTO: Entrada Nitrogeno liquido

- La entrada de líquido se hará toda por duchas (100% abierta), con la válvula de fondo totalmente cerrada y una diferencia de 1 bar entre la cisterna y el depósito.
- Entrar líquido unos 30 segundos y reposar de 3 a 5 minutos.
- Entrar líquido entre 30 segundos y 1 minuto y reposar de 3 a 5 minutos.
- Entrar líquido entre 2 y 4 minutos y reposar de 5 a 10 minutos.
- Entrar líquido hasta alcanzar los kilos de nitrógeno deseados.

- Dar por finalizada la puesta en frío. Anotar el vacío y el nivel. Cerrar las válvulas de entrada al tanque.
- Una vez despresurizada la manguera de la cisterna, mediante venteos propios de la cisterna, desconectar-la y, cuando el acople que hemos colocado en la brida de llenado esté descongelado, proceder a sustituirlo conectando nuevamente la manguera correspondiente.
- Se cargará entre un 5% y un 10% de la capacidad total de los tanques.

5. VACIADO DEL NITRÓGENO DEL DEPOSITO

- Se procede a vaciar el nitrógeno del depósito justo antes de realizar la primera carga de gas natural. El tiempo de reposo del nitrógeno puede estar entre varias horas o un día.
- Asegurar que la brida del PPR situada entre la válvula y el gasificador está desembridada, y que al salir el nitrógeno no estropeará ningún aparato de la planta ni cableado, ya que realizaremos parte del vaciado por dicha conexión. También se puede realizar el vaciado del nitrógeno por la válvula de salida de líquido del tanque.
- En primer lugar se extraerá el nitrógeno líquido del tanque aprovechando la presión del mismo a través de la brida abierta anteriormente o mediante la válvula de salida de líquido del tanque.

6. SALIDA DE LA CISTERNA DE NITROGENO LA PLANTA DE GNL

Antes de la salida de la cisterna de la planta de GNL. se debe:

- Desconectar la manguera.
- Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna **¡ATENCIÓN!** Antes de desconectar físicamente la pinza de la cisterna, abrir el circuito eléctrico de la misma, poniendo en posición “0” el interruptor de la pinza tierra.
- Se verificará con explosímetro la ausencia de atmósfera de gas en la zona antes de arrancar la tractora de la cisterna.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN



ALBARÁN DE ENTREGA DE GNL
LNG DELIVERY NOTE

Nº Albarán: Delivery Slip No:	01501301
Fecha: Date:	30-11-2017

CARGADOR Freighter
LIQUID NATURAL GAZ, S.L. Pol. Ind. Sant Ermengaol, parcela 11 08630 ABRERA (BARCELONA) NIF: B-25526732

DESTINATARIO Consignee
Ham Criogenica sl (Contenedor puerto BCN) CP 08039 Barcelona

PRODUCTO Product:	GAS NATURAL LIQUIDO REFRIGERADO NATURAL GAS, REFRIGERATED LIQUID
-----------------------------	--

CALIDAD Quality		
P.C.S.	15'262	kWh/Kg
P.C.S.	41'691	kWh/Nm ³
P.C.I.	10'531	kWh/Nm ³
Peso específico Specific weight	0'7660	Kgs/Nm ³
Densidad Density	439'3000	Kgs/m ³

PESO NETO DE LA DESCARGA Net weight discharge	1038	Kgs
---	------	-----

? 693+345
= 1038

TRANSPORTISTA Carrier	Ham sl B-08654808
EMPRESA Enterprise	Ham Andaluca sl B-64012431
MATRÍCULA TRACTOR Truck Plate Number	9736-JXG
MATRÍCULA CISTERNA Tank Plate Number	R-2916-BCX

Firma y sello del Expedidor Signature and stamp of the shipper	Firma y sello del Destinatario Signature and stamp of the consignee

Pol. Ind. Sant Ermengol, Parcela 11 · 08635 Abrera · Tel. 93 770 47 60 · Fax 93 770 34 41



Nº Albarán:	1434430
Delivery Slip No:	1434430
Fecha:	21-11-2017
Date:	21-11-2017

CARGADOR Freighter
LIQUID NATURAL GAZ, S.L. Pol. Ind. Sant Ermengaol, parcela 11 08630 ABRERA (BARCELONA) NIF: B-25526732

DESTINATARIO Consignee
Puerto de Barcelona 08039

PRODUCTO Product:	GAS NATURAL LIQUIDO REFRIGERADO NATURAL GAS, REFRIGERATED LIQUID
-----------------------------	--

CALIDAD Quality		
P.C.S.	15'243	kWh/Kg
P.C.S.	11'905	kWh/Nm ³
P.C.I.	10'931	kWh/Nm ³
Peso específico Specific weight	0'7810	Kgs/Nm ³
Densidad Density	445'7000	Kgs/m ³

PESO NETO DE LA DESCARGA Net weight discharge	1707'57	Kgs
---	---------	-----

TRANSPORTISTA Carrier	Man Antelucia sl B-64812431
EMPRESA Enterprise	
MATRÍCULA TRACTOR Truck Plate Number	9A30-SX6
MATRÍCULA CISTERNA Tank Plate Number	R-29A-BCX

Firma y sello del Expedidor Signature and stamp of the shipper	Firma y sello del Destinatario Signature and stamp of the consignee
	

Pol. Ind. Sant Ermengol, Parcela 11 · 08635 Abrera · Tel. 93 770 47 60 · Fax 93 770 34 41



CISTERNA CRIOGÉNICA AISLADA AL VACÍO CON MLI

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



UNIDADES: 4709, 4863

Rev.	Afectación	Descripción	Fecha	Realizado
0	Completo	Emisión inicial para Documentación	25/06/16	JRE



Contenido

1	NORMAS PARA EL CORRECTO USO DEL MANUAL	6
1.1	CONTACTO	6
2	RECOMENDACIONES GENERALES DE USO.....	7
2.1	NORMAS BASICAS PARA UTILIZACION DE LA CISTERNA:.....	7
2.2	USO CORRECTO DE LA CISTERNA	8
3	CONDICIONES DE GARANTÍA	9
1.1	Periodo De Garantía:	9
1.2	Alcance garantía:	9
1.3	Solicitud y Trámite De La Garantía:	9
1.4	Retirada De La Garantía:	9
4	PUESTA EN SERVICIO DEL VEHICULO CISTERNA:.....	11
4.1	VERIFICACIONES ANTES DEL ACOPLA:	11
4.2	SECUDENCIAS ENGANCHE/DESENGANCHE A VEHÍCULO TRACTOR:	11
4.2.1	SECUENCIA DE OPERACIONES PARA ENGANCHE A VEHICULO TRACTOR.....	11
4.2.2	SECUENCIA DE OPERACIONES PARA DESENGANCHE DEL VEHICULO TRACTOR	11
4.3	COMPROBACIONES ANTES DE INICIAR LA MARCHA	12
4.4	PARADAS DURANTE LA MARCHA.....	12
4.5	AMARRE DE LA CISTERNA.....	12
4.6	PUESTA EN FRIO DE LA CISTERNA:.....	12
4.7	PERIODOS NO OPERATIVOS:	12
5	CONSTRUCCIÓN.....	13
5.1	NORMAS DE CONSTRUCCIÓN	13
5.2	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	13
5.3	CONTINUIDAD ELÉCTRICA Y PUESTA A TIERRA.....	13
5.4	MARCADO	13
5.5	PRODUCTO A TRANSPORTAR	13
5.6	AISLAMIENTO.....	13
6	DESCRIPCIÓN / FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LA CISTERNA.....	14
6.1	VÁLVULAS DE SEGURIDAD	14
6.2	PROTECCIÓN DE FASES	14



6.3	VÁLVULAS	14
6.3.1	FASE LÍQUIDA (FL3")	14
6.3.2	CONEXIÓN FASE GAS (FG2")	14
6.3.3	CONEXIÓN FASE LÍQUIDA DE PUESTA EN PRESIÓN (FL2")	15
6.4	MANÓMETROS	15
6.5	TOMA DE TIERRA	15
6.6	JUNTAS	15
6.7	TUBERÍAS, BRIDAS Y MANGUITOS	15
6.8	COMPROBACIÓN DEL NIVEL DE LÍQUIDO	16
6.8.1	NIVEL DIFERENCIAL	16
6.8.2	MÁXIMO LLENADO DE SEGURIDAD AL 95%	16
6.8.3	MÁXIMOS LLENADOS DE CARGA	16
6.9	PROTECCIÓN CALORÍFUGA	16
7	INSTRUCCIONES DE UTILIZACIÓN / OPERACIONES DE LA CISTERNA	17
7.1	INTRODUCCIÓN	17
7.2	PROCEDIMIENTO DE ENFRIAMIENTO	18
7.2.1	ANTECEDENTES	18
7.2.2	PRECAUCIONES GENERALES	18
7.2.3	PREPARACIÓN DEL EQUIPO DE ENFRIAMIENTO	19
7.2.4	CONTROL FINAL DEL EQUIPO ENFRIADO	21
7.2.5	PROBLEMAS DURANTE EL ENFRIAMIENTO	21
7.3	PROCEDIMIENTO DE CARGA / descarga	22
7.3.1	PROCEDIMIENTO DE CARGA	22
7.3.2	PROCEDIMIENTO DE DESCARGA	24
7.4	FINALIZACIÓN	DESCARGAS
		¡E
	rror! Marcador no definido.	
7.5	PERIODOS NO OPERATIVOS	26
8	MANTENIMIENTO	27
8.1	COMPROBACIÓN DEL PAR APRIETE DE LOS TORNILLOS Y LAS TUERCAS	27
8.2	PLAN DE MANTENIMIENTO	28
8.2.1	ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL PROPIETARIO	28
8.3	TRABAJOS DE ENGRASE- LUBRICACIÓN	30
8.4	TRABAJOS DE MANTENIMIENTO de LOS COMPONENTES MECÁNICOS	30



8.4.1	RUEDAS Y NEUMÁTICOS	31
8.4.2	TREN DE RODAJE (Suspensión y EJES)	33
8.4.3	SISTEMA DE FRENOS.....	33
8.4.4	SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	34
8.4.5	SISTEMA HIDRÁULICO	36
8.4.6	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	38
8.4.7	OTROS ELEMENTOS.....	38
8.4.8	LIMPIEZA DE LA CISTERNA	39
9	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD	40
9.1	RIESGOS PARA LA SALUD	40
9.1.1	HERIDAS POR CONGELACIÓN	40
9.1.2	ASFIXIA	40
9.2	VESTIMENTA.....	41
9.3	FORMACIÓN DE NIEBLA	41
9.4	LÍQUIDO ATRAPADO	41
9.5	FUEGO	41
9.6	FORMACIÓN A LOS TRABAJADORES	42
10	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	43
10.1	GENERALIDADES	43
10.2	SISTEMA DE FRENOS.....	43
10.3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	44
11	ANEXO 1 - CONDICIONES PARTICULARES DEL EQUIPO	45
11.1	IDENTIFICACIÓN Y REGLAMENTACIÓN	45
11.2	NUMEROS DE FABRICACIÓN	45
11.3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN.....	46
11.4	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO	47
11.5	EQUIPOS PRINCIPALES DEL DEPÓSITO	47
11.6	ELEMENTOS PRINCIPALES DEL TREN DE RODAJE.....	48
11.7	PRODUCTOS A TRANSPORTAR	49
1.5	ESQUEMAS	49
12	ANEXO 2 - COMPONENTES.....	50



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS
CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO

Documento:
GC-VK-001

Rev:
0

Fecha:
Febrero de 2015

CISTERNA TIPO 102.10



1 NORMAS PARA EL CORRECTO USO DEL MANUAL

Este manual deberá estar siempre a disposición del operario.

Leer detenidamente este manual antes de comenzar cualquier operación con el vehículo.

Deberá prestar también especial atención a las instrucciones (tanto de mantenimiento como de uso) que recomiendan los fabricantes de los componentes que forman parte del vehículo.

Las reparaciones a efectuar en el vehículo deberán ser realizadas por personal cualificado.

El vehículo deberá ser utilizado de acuerdo con las especificaciones dadas en este manual o en los datos técnicos.

La empresa no se hará responsable de daños causados en el vehículo por una mala utilización del mismo o por modificaciones no autorizadas.

Las instrucciones de uso debe leerlas, comprenderlas y aplicarlas cualquier persona que vaya a realizar los siguientes trabajos en el vehículo de remolque:

- Conducción y realización de maniobra
- Carga y descarga
- Limpieza del depósito del remolque
- Resolución de averías durante el desarrollo del trabajo
- Eliminación de materiales operativos y auxiliares y
- Tareas de conservación (cuidados, mantenimiento, reparaciones).

La información técnica de este manual de instrucciones así como los consejos de utilización y la lista de repuestos corresponden al estado último de suministro. La empresa se reserva el derecho de realizar cualquier tipo de modificación técnica.


En caso de problemas técnicos o preguntas sobre la utilización de la cisterna dirigirse siempre al fabricante.

Las etiquetas de indicación, advertencia y prohibición instaladas en el vehículo de remolque son parte de las instrucciones de uso. Mantenga las etiquetas limpias y legibles, y no las retire en ningún caso, ni las tache ni pegue nada encima.

Reemplace inmediatamente las etiquetas ilegibles o ausentes.

1.1 CONTACTO


Vakuum Barcelona s.l.

 Polígono Industrial Sesrovires. Carrer Joan Oró núm 1
08635 San Esteve Sesrovires (Barcelona)

 : +34 93 779 87 32

 : +34 937798734

 : reparaciones@vakuum.es

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

2 RECOMENDACIONES GENERALES DE USO

Respetar las presiones máximas de servicio indicadas en la placa de identificación que lleva instalada el vehículo-cisterna. Las válvulas de seguridad, discos de ruptura, etc., van montados para asegurar al depósito frente a una sobre-presión peligrosa, no para que actúen de forma ordinaria.

Han de atenderse también las instrucciones dadas por los distintos fabricantes cuyos productos forman parte de la cisterna. Dichas instrucciones se encuentran formando parte de este Manual de Instrucciones.

Cumplir con los grados de llenado indicados en el ADR o normativa local, por cada una de las materias que se transporten.

No hay que olvidar conectar a tierra la cisterna antes de la carga y la descarga.

Una vez al año deberá revisarse visualmente el estado de todas las juntas de los equipos instalados en la cisterna y, si se ven defectuosos, deberán ser sustituidos.

Comprobar periódicamente el grado de llenado de los extintores, manteniéndolos siempre en perfecto estado de uso. Deberá comprobarse regularmente la placa con fecha de validez en el propio extintor.

Antes de realizar cualquier operación de carga en la unidad, se comprobará el correcto estado de las juntas de cierre.


Renovar anualmente con la entidad de control homologada la certificación ADR.

No se permite fumar o utilizar el teléfono durante las operaciones de carga y descarga de la cisterna.

2.1 **NORMAS BASICAS PARA UTILIZACION DE LA CISTERNA:**

Para su seguridad y la de aquellos que le acompañan en el trabajo, siga siempre estas normas:

- Prestar una especial atención al enganchar y desenganchar la cisterna del vehículo tractor.
- Familiarícese con todos los elementos de accionamiento, así como en el funcionamiento de la cisterna antes de ponerla en marcha.
- Utilizar la cisterna de manera coherente y dentro de las condiciones (presión-temperatura- tipo de mercancía) para las que ha sido diseñada, que vienen marcadas en la misma.
- No se manipularán los dispositivos de seguridad de la cisterna a no ser que lo indique en el manual.
- Vigilar el galíbo del vehículo, prestando especial atención a la posición de los elementos que se pueden abrir-cerrar como son puertas de armario.
- Desconectar las conexiones de energía eléctrica y neumática antes de efectuar cualquier revisión, ajuste, limpieza, etc.
- Tener sumo cuidado con la ropa suelta, se engancha con mucha facilidad en piezas en movimiento y partes extremadamente frías.
- Tenga mucho cuidado cuando este junto a piezas en movimiento.
- Esté atento a personas que estén delante o alrededor de la cisterna cuando ésta esté funcionando. Queda totalmente prohibido la circulación de personal no autorizado dentro de un radio de 15m de la cisterna durante las operaciones de la misma.
- Cuando la cisterna quede desacoplada del vehículo tractor, esté atento al correcto posicionamiento de las patas de apoyo y calzos.
- Tenga cuidado y precaución al transportar la cisterna en barco, atendiendo a las recomendaciones del transportista y amarrándola correctamente por los dispositivos especialmente diseñados para este fin.
- En transporte por carretera, respetar la normativa y las señales de tráfico, así como las ordenanzas respectivas.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

- Prestar una especial atención al estado del sistema de señalización y alumbrado de la cisterna como elemento crítico de seguridad. Realizando los cambios de luces necesarios para asegurar que la cisterna va señalizada de manera correcta y segura en su transporte.
- Prestar una especial atención al estado del sistema de frenos y suspensión de la cisterna como elemento crítico de seguridad. Realizando las operaciones de revisión, reglaje y mantenimiento expuestas por el fabricante.

2.2 USO CORRECTO DE LA CISTERNA



La cisterna a la que pertenece este Manual de Instrucciones está destinada al transporte de gases licuados refrigerados dentro de su capacidad de carga y para las que esté autorizada (ver la placa de producto); igualmente le corresponden las operaciones de carga y descarga de estas mercancías.

La propia definición como semirremolque supone que para su transporte es necesario acoplarla a un vehículo tractor.


Las limitaciones máximas del diseño constructivo son las siguientes:

El uso correcto de la cisterna implica:

- No sobrepasar las limitaciones de trabajo para las que está diseñado
- Ser manejada por personal capacitado e instruido en su manejo.
- Ser mantenida por personal competente e instruido de acuerdo con lo indicado en este manual de instrucciones.
- Trabajar con los sistemas de seguridad de que va provisto el vehículo, revisarlos y mantenerlos de acuerdo con este manual
- Observar las medidas y normas de seguridad expresadas en la señalización adosada al vehículo y en este manual
- El cumplimiento de las instrucciones técnicas de seguridad y procedimientos de trabajo establecidos en este manual.

La cisterna no se encuentra diseñada para:

- Transporte de mercancías para las que no esté autorizada.
- Transporte de mercancías fuera de las condiciones expuestas en sus límites de utilización, en especial lo referido a presión y temperatura.
- Transporte de personas.
- Esfuerzos de tracción o compresión sobre cargas situadas en su plano horizontal.
- Uso en condiciones distintas a las previstas en el contrato de venta y en las condiciones de utilización y conservación expuesta.
- Cualquier otro uso que no quede definido explícitamente por el fabricante.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

3 CONDICIONES DE GARANTÍA

1.1 PERIODO DE GARANTÍA:

- El periodo de garantía es de doce (12) meses a partir de la fecha que figura nuestro albarán de entrega al primer comprador. Salvo condiciones pactadas en el momento de garantía acordado.
- Las intervenciones en garantía no tiene en ningún caso el efecto de prórroga el periodo de garantía acordado.

1.2 ALCANCE GARANTÍA:

- La presente garantía ampara únicamente los equipos fabricados y/o comercializados por VAKUUM BARCELONA S.L.
- La garantía se aplica exclusivamente a las piezas que hayan sido reconocidos como defectuosos por el servicio técnico de VAKUUM BARCELONA S.L. después de tener en cuenta todas las circunstancias que concurran en la avería; la aplicación de la garantía consistirá en la entrega de piezas nuevas para sustitución de las defectuosas, o bien la reparación de las mismas, a juicio del servicio técnico de VAKUUM BARCELONA S.L., así como la mano de obra para este cambio en las instalaciones de VAKUUM BARCELONA S.L.
- La presente garantía ampara únicamente al primer propietario de la unidad y no podrá ser transferida sin el consentimiento escrito de VAKUUM BARCELONA S.L.
- VAKUUM BARCELONA S.L. no asume responsabilidad alguna por los daños y perjuicios que puedan derivarse de los defectos de pieza o de construcción de los equipos, aun en los casos que se produjera algún accidente, limitándose únicamente a la aplicación expresada en el punto 1.2 en ningún caso se tendrán en cuenta ni se aceptaran cargos ni responsabilidad por daños indirectos, a terceros, pérdidas consecuenciales, lucro cesante ni interrupción de la actividad laboral.
- No son sujeto de esta garantía las intervenciones como consecuencia de desgastes por el uso, revisiones y verificaciones generales, reglajes, accidentes, vuelcos, vaporización de la cisterna, desplazamientos del personal, remolcado ni las consecuencias de la inmovilización del vehículo.
- En caso de que la reparación deba efectuarse fuera de nuestros talleres, los gastos de desplazamiento de nuestro personal y dietas correrán a cargo del cliente.

1.3 SOLICITUD Y TRÁMITE DE LA GARANTÍA:

- Todo defecto que implica la ejecución de la garantía debe ponerse en conocimiento de VAKUUM BARCELONA S.L.
- Para poder solicitar cualquier intervención en garantía, el equipo deberá ser atendido necesariamente bien en la fábrica de VAKUUM BARCELONA S.L., bien por un técnico de su servicio de asistencia técnica, o bien por nuestro servicio oficial de la zona. La solicitud la efectuar el cliente siempre por escrito (e-mail, correo) y solo en casos de urgencia se podrá efectuar vía telefónica, debiéndose ratificar posteriormente por uno de los medios anteriormente indicados.

1.4 RETIRADA DE LA GARANTÍA:

La garantía se considerara extinguida y sin efecto de forma automática y en su totalidad cuando:



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS
CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO

Documento:
GC-VK-001

Rev:
0

Fecha:
Febrero de 2015

CISTERNA TIPO 102.10

- El comprador-usuario no haya hecho efectivos los pagos en los plazos establecidos en su orden de compra o contrato compraventa.
- El comprador-usuario utilice el equipo para un servicio distinto al provisto por el mismo.
- El comprador-usuario no siga las instrucciones de utilización, limpieza, engrase y mantenimiento especificados para cada equipo, es decir, que haga un uso inadecuado del mismo.
- El comprador-usuario efectúe sobre el equipo modificaciones sin autorización expresa de VAKUUM BARCELONA S.L.



4 PUESTA EN SERVICIO DEL VEHICULO CISTERNA:

4.1 VERIFICACIONES ANTES DEL ACOPLE:

- Estado del king-pin
- Altura entre king-pin y 5ª rueda
- Colocación de protectores cisterna
- Estado patas de apoyo
- Estado de calzos
- Estado de ejes suspensión y neumáticos
- Estado cabeza de acople eléctrico y neumático
- Estado mangueras de acople eléctrico y neumático
- Sistema de frenos


4.2 SECUDENCIAS ENGANCHE/DESENGANCHE A VEHÍCULO TRACTOR:

4.2.1 SECUENCIA DE OPERACIONES PARA ENGANCHE A VEHICULO TRACTOR

- 1.- Se parte de la cisterna parada, calzada y apoyada en sus patas.
- 2.- Maniobra de marcha atrás del vehículo tractor, dirigiendo la abertura de la quinta rueda. Ambos elementos deben estar a la misma altura para realizar un correcto acople.
- 3.- Comprobación de la correcta altura entre king-pin y quinta rueda. Ambos elementos deben estar a la misma altura para realizar un correcto acople. Si la altura no es la correcta habría que mover la posición del king-pin de la cisterna, subiendo o bajando las patas de apoyo en función de la diferencia de altura, para ajustarla a la altura de la quinta rueda o altura de trabajo del vehículo tractor.
- 4º.- Conectar las mangueras eléctricas y neumáticas del vehículo tractor a las cabezas de acople de la cisterna de acuerdo con la señalización dispuesta. (Ver punto 8.5.2.1)
- 5º.- Subir las patas de apoyo hasta su posición de transporte marcada.
- 6º.- Liberar las ruedas quitando los calzos, colocándolos en su lugar de transporte.

4.2.2 SECUENCIA DE OPERACIONES PARA DESENGANCHE DEL VEHICULO TRACTOR

- 1º.- Se parte de conjunto tractor-cisterna totalmente parado.
- 2º.- Calzado de la cisterna en el último eje en ambas ruedas.
- 3º.- Desconectar las mangueras eléctricas y neumáticas del vehículo tractor a las cabezas de acople de la cisterna de acuerdo con la señalización dispuesta. (Ver punto 8.5.2.1)
- 4º.- Bajar las patas de apoyo hasta que toquen con el suelo, comprobando que soportan correctamente la cisterna.
- 5º.- Accionar el dispositivo de desenganche la quinta rueda, tirando del gancho dispuesto a tal efecto.
- 6º.- Maniobra hacia delante del vehículo tractor, con la dirección lo más recta posible.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

4.3 COMPROBACIONES ANTES DE INICIAR LA MARCHA

Gálibo del vehículo:

- Protecciones abatibles
- Armarios y cajones cerrados

Estado del sistema de frenos:

- Aire en calderines
- El sistema frena correctamente

Elementos de carga/descarga

- Válvulas de salida cerradas
- Tapones de acople montados

4.4 PARADAS DURANTE LA MARCHA

Los sistemas de frenos de que dispone la cisterna se accionan desde el sistema de frenos del vehículo tractor mediante el circuito neumático, las mangueras flexibles, las cabezas de acople y el circuito de frenos de la cisterna.

En el caso de largos periodos de parada y especialmente si estos se realizan colocando el vehículo en superficies con pendiente, se recomienda que además de accionar el sistema de freno de parking del sistema de frenos de la cisterna, se calce al vehículo colocando los calzos en las ruedas del eje trasero para asegurar su posición y evitar una posible deriva del conjunto.

4.5 AMARRE DE LA CISTERNA

En el caso que el vehículo esté clasificado para el transporte IMO, para su colocación y amarre dentro de las bodegas de carga del buque, dispone de unos puntos de amarre colocados a lo largo del vehículo, debidamente señalizados.



Los puntos de amarre IMO van señalizados de acuerdo con el cartel mostrado en la siguiente figura.



Figura 1. Adhesivo IMO

Advertencia que también sirve para amarre barco.


Además se atenderá a las condiciones de carga de los ferris o barcos de transporte, teniendo en cuenta y ajustándose a lo dispuesto por los límites en el espacio, (dimensiones, anchura, altura, etc.) del vehículo y del propio barco.

4.6 PUESTA EN FRÍO DE LA CISTERNA:

- Referencia al punto 7 del manual

4.7 PERIODOS NO OPERATIVOS:

- Si la cisterna pasa un largo periodo (Superior a 1 semana) sin producto en el interior, se deberán seguir las instrucciones del punto 7.4 de este manual.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

5 CONSTRUCCIÓN

5.1 NORMAS DE CONSTRUCCIÓN

La cisterna cumple el Reglamento Internacional para Transporte de Mercancías Peligrosas por carretera (ADR), así con la Directiva 2010/35EU de Equipos a Presión Transportables.

5.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El cuerpo interior de la cisterna está construido en acero inoxidable austenítico, del tipo descrito en las condiciones de la oferta técnico-económica.

El recubrimiento de la cisterna es de acero inoxidable y está descrito en la oferta técnico-económica.

El resto de elementos tales como: refuerzos, soporte pies de apoyo, etc. están contruidos asimismo en materiales compatibles con los anteriormente descritos de espesores variables según de que pieza se trate, cumpliendo en todo con las características del proyecto homologado.

5.3 CONTINUIDAD ELÉCTRICA Y PUESTA A TIERRA

La cisterna tiene garantizada una continuidad eléctrica de todas las partes mercancías y cuenta también con un *sistema de puesta a tierra* de latón debidamente señalizada para la descarga de electricidad estática que se pudiera producir tanto en la descarga como en la carga.

La cisterna puede incorporar un carrete de cable para la puesta a tierra.

5.4 MARCADO

Cada cisterna de esta serie lleva una placa metálica de identificación (ADR + π), en esta placa a parte de los límites de diseño del equipo también figuran el nombre de los productos a transportar y la carga máxima admisible en 'kg'. Esta placa está fijada de forma permanente en un lugar fácilmente accesible para la inspección y marcado de revisiones.

Según modelo y tipo de aprobación, puede llevar también una placa IMDG.

5.5 PRODUCTO A TRANSPORTAR

Los productos disponibles para el transporte se encuentran reflejados en las placas ADR.

5.6 AISLAMIENTO

El cuerpo interior está forrado por varias capas de MLI, que consiste en capas separadas de hojas de aluminio y fibra separadora, superpuestas.

Este se cubre con un cuerpo exterior diseñado para que pueda soportar una presión externa de 1bar junto con todas las cargas de trabajo del funcionamiento normal.

Finalmente al espacio anular entre ambos recipientes se le extrae todo el aire para alcanzar un alto nivel de vacío.



6 DESCRIPCIÓN / FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LA CISTERNA

6.1 VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Este tipo de cisternas, lleva dos válvulas de seguridad independientes, que permiten un alivio de gases tal no se supere nunca en el depósito en más del 10% la presión de servicio del mismo.

Estas válvulas estarán taradas a la presión máxima de servicio, indicada en la placa de características de la misma, su instalación está protegida contra el daño por el aislamiento y por el armario de válvulas.

6.2 PROTECCIÓN DE FASES

Cualquier tramo donde pueda quedarse líquido en su interior, estará protegido contra sobre presiones por una válvula de seguridad 1/4" de diámetro nominal tarada a una presión inferior a la de diseño de las tuberías.

6.3 VÁLVULAS

Todos los orificios de este modelo de cisterna, excepto los de las válvulas de seguridad y la fase gas del nivel, están situados en la generatriz inferior de la cisterna.

En el caso de las válvulas de fondo accionadas neumáticamente, tienen una doble función:

- Actúan como válvulas de cierre normal, accionadas manualmente mediante un dispositivo neumático.
- Actúan como seguridad de cierre a distancia en caso de emergencia por fuego y cortando el circuito neumático, la válvula cierra a falta de aire de accionamiento.

6.3.1 FASE LÍQUIDA (FL3")


La línea de fase líquida sirve para cargar y descargar de líquido la cisterna.

Se trata de una línea consistente en una válvula neumática normalmente cerrada que sirve como obturador externo, una válvula de corte y finalmente un acople con tapón roscado o brida ciega que sirve de cierre final. Completando un total de 3 cierres tal y como se detalla en el apartado 6.8.2.2.2 del ADR.

6.3.2 CONEXIÓN FASE GAS (FG2")

Por la fase gas circulan los gases tanto en la carga como la descarga de la cisterna.

Durante la carga, los gases existentes en el depósito son desplazados a través de la F.G. hacia el exterior por el líquido que va llenando el depósito. Durante la descarga, el espacio libre que va dejando el líquido que sale es llenado con gas procedente del vaporizador exterior.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

6.3.3 CONEXIÓN FASE LÍQUIDA DE PUESTA EN PRESIÓN (FL2”)

Esta conexión es opcional, compruebe si su cisterna la lleva instalada.

Es una fase auxiliar que permite presurizar la cisterna en las operaciones de descarga. En efecto, mediante esta fase se extrae líquido del depósito que pasándolo por un evaporador exterior se gasifica y vuelve a introducirse en la cisterna a través de la fase gas.

6.4 MANÓMETROS Y NIVELES

Las cisternas de esta serie llevan un manómetro que sirve para medir directamente la presión de la fase gas del depósito.

El nivel continuo es un nivel de presión diferencial, que indica el porcentaje de llenado de la cisterna.

6.5 TOMA DE TIERRA

Con el fin de garantizar la ausencia de electricidad estática durante la operación de descarga, existe un *sistema de puesta a tierra* de latón debidamente señalizada.

La cisterna puede incorporar un carrete de cable para la puesta a tierra en planta.

6.6 JUNTAS

La experiencia en trasvase y manipulación de productos criogénicos, ha demostrado que los materiales más eficaces para las juntas de cierre es la fibra de vidrio con NBR (Klingsil C-4430 o similar) o el PTFE (Garlok GYLON), ya que ambos materiales soportan perfectamente las temperaturas criogénicas y tienen un buen comportamiento con el GNL.


Se puede utilizar también PTFE y cinta de PTFE para conexiones roscadas.

6.7 TUBERÍAS, BRIDAS Y MANGUITOS

Las tuberías de las conexiones exteriores de servicio de la cisterna son todas de tubo sin soldadura, SCH 10S según la norma ANSI B-36.19, que soportan perfectamente las presiones de servicio de la cisterna.

Los manguitos son ANSI B-16.11 de 3.000 Lb.

Las bridas internas de montaje y desmontaje del equipo son según EN 1092-1 y las de conexión a proceso según ANSI B-16.5 de 150 lb.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

6.8 COMPROBACIÓN DEL NIVEL DE LÍQUIDO

6.8.1 NIVEL DIFERENCIAL

El manómetro del nivel indica aproximadamente el porcentaje de líquido que hay dentro del recipiente. Esta medida se corresponde a la altura de líquido que hay dentro del equipo y es altamente dependiente de la densidad del líquido.

Ver tablas de calibración para más información.

6.8.2 MÁXIMO LLENADO DE SEGURIDAD AL 95%

La lectura del nivel de máximo llenado se realiza abriendo la válvula y observando la salida de gas o líquido. En caso que salga líquido, se ha alcanzado el máximo nivel de la cisterna.



Este nivel indica el máximo llenado admisible de la cisterna, en caso de tener líquido por encima de este punto, se deben tomar medidas urgentes para vaciar la cisterna.

Puede ser que en lugar de una salida de líquido bajo el armario, la cisterna lleve incorporado un sistema de detección mediante termómetro. En este caso la conducción del escape es directa a venteo y la lectura de la presencia o no de líquido se realiza mediante el termómetro. En concreto, si el termómetro refleja una $T^a < -150^{\circ}$ estamos frente a una salida de líquido.

6.8.3 MÁXIMOS LLENADOS DE CARGA

Su funcionamiento es exactamente igual que el del 95% pero sirven como referencia para la carga de la cisterna en frío. Usualmente se sitúan entre el 85% y el 90% de llenado dependiendo de las condiciones de diseño.



Usualmente este nivel marca el volumen de líquido en condiciones de carga que, una vez expandido el líquido a causa de la temperatura, en condiciones de disparo de válvulas de seguridad, no rebase el nivel de 95%.

6.9 PROTECCIÓN CALORÍFUGA

La protección calorífica está compuesta por una una envolvente metálica que contiene el material aislante, que es del tipo Multicapa, a la que se le ha realizado el vacío con un grado inferior a 1 E-03 mbar.

Dicha envolvente metálica va provista de una tapa de seguridad que protege la cámara de vacío ante sobrepresiones. A su vez, esta, va provista de un sistema de conexión para bombas de vacío, y un sistema sonda para controlar el grado de vacío (Teledyne).



7 INSTRUCCIONES DE UTILIZACIÓN / OPERACIONES DE LA CISTERNA

En este apartado se explican las diferentes operaciones que se pueden realizar para este modelo de cisternas. Para ello se separa las operaciones en los siguientes apartados.

7.1 Introducción

7.2 Procedimiento de ENFRIAMIENTO

7.3 Procedimiento de CARGA / descarga

7.4 Procedimiento finalización descarga

7.5 periodos no operativos

7.1 INTRODUCCIÓN

Antes de cualquier operación de la cisterna, leer detenidamente el apartado de recomendaciones de seguridad

Equipo de protección personal

Para realizar cualquier operación de carga, descarga o puesta en frío en la cisterna, es aconsejable dar al personal que realice estas operaciones el siguiente equipo de protección personal para evitar cualquier daño debido a las bajas temperaturas del producto que se almacena en ese tipo de cisterna:

- Casco, para proteger contra caídas de líquido criogénico.
- Escudo facial o, alternativamente, gafas protectoras.
- Protección Auditiva.
- Guantes protectores criogénicos para las manos
- Calzado de seguridad para la protección contra derrames de líquidos criogénicos y los impactos.




Al mismo tiempo, deberá proporcionarse, cerca del lugar donde se llevará a cabo las operaciones de carga, descarga o puesta en frío, un punto de suministro de agua a temperatura ambiente. Se usará para quitar la escarcha de las zonas que queden totalmente congeladas.

En el caso de cargas líquidas inflamables como gas natural licuado, los operadores deben usar un detector de gas inflamable para estar en todo momento informados de la posible presencia de atmósferas explosivas/inflamables de gas en la zona.

Obviamente, en el manejo de cualquier líquido inflamable debe estar prohibido el uso de teléfonos móviles o cualquier dispositivo que pueda tener un punto de inflamación.

Como consecuencia de las vibraciones de transporte y de los sucesivos cambios de temperatura, pueden desajustarse algunas uniones roscadas y bridas.

Cualquier desajuste debe ser corregido por un instalador cualificado siguiendo las instrucciones de mantenimiento descrito en este manual.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

7.2 PROCEDIMIENTO DE ENFRIAMIENTO



PELIGRO DE ROTURA DEL TANQUE

Es muy importante, para el buen funcionamiento posterior de la cisterna, que el proceso de enfriamiento se realice con mucho cuidado y siguiendo las siguientes indicaciones.

7.2.1 ANTECEDENTES

Cualquier equipo criogénico está fabricado a temperatura ambiente, aunque en el diseño de los equipos se ha tenido en cuenta las contracciones debido a las bajas temperatura de las mercancías a transportar, el equipo debe ser enfriado antes de cargar el líquido criogénico a fin de evitar cualquier daño.

Generalmente se utiliza un gas inerte para enfriar el equipo, pero siempre se debe utilizar un gas enfriador de al menos a la misma temperatura de uso que la cisterna.

7.2.2 PRECAUCIONES GENERALES

El mayor problema en el proceso de carga o descarga de un equipo criogénico son las partículas de otros materiales o gases que son sólidos a las temperaturas de operación y por lo tanto puede bloquear los tubos, especialmente en las partes más estrechas, tales como asientos de válvula.

El equipo se entrega siempre en estado limpio, libre de líquidos, sobre todo de la humedad que podría estar en ella, por esta razón, el equipo se suministra con presión positiva de gas nitrógeno y con un punto de rocío por debajo de -30°C , a fin de que pueda nunca llegar partículas externas en su interior y que este lo suficientemente seca.

Si no está seguro de que el equipo está libre de humedad, se deben realizar barridos con nitrógeno gas seco, a fin de garantizar que el gas expulsado en el último barrido tiene un punto de rocío por debajo de -30°C , evidentemente medido con un medidor de humedad.

La forma habitual de llevar a cabo estos barridos es por presurización del equipo criogénico con un gas inerte, generalmente nitrógeno, a una presión por debajo de la presión de funcionamiento máxima y despresurizar inmediatamente a la presión atmosférica. Esta operación arrastra partículas disueltas en el gas portador hacia el exterior.

Es inapropiado usar un flujo continuo de gas que entra desde una brida y salir por el otro, porque a pesar de que la presión se mantiene en el interior que podría garantizar una buena solución, puede crear zonas que no estén inertes.


Es muy importante comprobar que el gas utilizado para la refrigeración está dentro de los materiales adecuados en el diseño del tanque de modo que puede prevenir problemas graves durante el proceso de enfriamiento.



Durante el primer llenado, las uniones bridadas y atornilladas, pueden sufrir desajustes que se deben solucionar en ese momento.

El tiempo de enfriamiento depende de muchos factores, pero depende principalmente de los siguientes factores:

- Temperatura del gas criogénico utiliza para la refrigeración
- Volumen de equipos a presión

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

Evidentemente, el tiempo de residencia del gas en el interior del tanque debe ser suficiente para poder realizar la transferencia de calor entre el gas y el tanque metálico, si se va demasiado rápido se pierde algo de masa fría y si es demasiado lento será una pérdida de tiempo

7.2.3 PREPARACIÓN DEL EQUIPO DE ENFRIAMIENTO

Con el fin de evitar una fuerte contracción del material de enfriamiento es en dos etapas muy distintas:

Para realizar las operaciones de puesta en frío, es muy importante disponer de un termómetro capaz de medir bajas temperaturas de hasta -160°C

7.2.3.1 FASE I - ENFRIADO CON GAS

Durante la primera etapa, el gas criogénico se utiliza en la fase gaseosa (en el caso de gases del aire y de gas natural licuado, se utiliza comúnmente nitrógeno líquido en fase gaseosa).

El nitrógeno frío en la fase de gas se introduce por la parte superior de la ducha en fase gaseosa (FG2"), y la presión se incrementa hasta 1 bar por debajo de la presión máxima de funcionamiento, manteniendo el resto de las válvulas cerradas.

Durante este período, el ambiente interior caliente disminuye y se empieza a enfriar el cuerpo interior del equipo a presión. Entonces se espera un tiempo entre 5 ' a 15 '.

Este proceso termina en función de la variación del ruido producido por la contracción del tanque.

Dependiendo del material de construcción y el diseño, el recipiente interno tendrá diferentes contracciones, cuando finaliza el proceso de contracción, la válvula de fase líquida (FL3") se debe abrir para soltar la presión del tanque hasta ser inferior a 0,5 bar.

Esta operación debe realizarse tantas veces como sea necesario hasta que la temperatura del gas de salida sea de alrededor de -80 ° C.

Con el fin de evitar cambios en la posición de las mangueras, por lo general la despresurización del tanque se hace por la fase líquida del tanque a un lugar adaptado para este fin.

Hay dos tipos de precauciones a tener en cuenta en este punto:

- Se requiere protección por el ruido producido por el escape de gas el ruido que provoca la despresurización puede ser perjudicial para el oído humano, por lo que es necesaria la protección auditiva.
- La despresurización debe ser controlado en todo momento, ya que hay un riesgo que puede ser derramado gotas de gases criogénicos a temperaturas muy bajas y podría tener un impacto en las personas




El área adyacente al equipo que está siendo enfriado debe ser acordonada para impedir que personas ajenas entren en la zona sin la protección adecuada.

El tiempo de enfriamiento depende de muchos factores, pero depende principalmente de los siguientes factores:

- Temperatura del gas criogénico utiliza para la refrigeración
- Volumen de equipos a presión

Evidentemente, el tiempo de residencia del gas en el interior del tanque debe ser suficiente para poder realizar la transferencia de calor entre el gas y el tanque metálico, si se va demasiado rápido se pierde algo de masa fría y si es demasiado lento será una pérdida de tiempo

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

7.2.3.2 FASE II- ENFRIADO CON LÍQUIDO

Una vez que el equipo se considera pre-enfriado, (cuando el gas sale desde el interior del tanque por debajo de -80 °C) se puede proceder a la inyección de líquido. Siempre por la parte superior o duchas, por períodos de menos de 30 segundos en los primeros momentos y después se pueden alargar progresivamente.


Los pasos para esta operación de enfriado deben ser:

1. Abrir la válvula de entrada para inyectar líquido en la parte superior durante unos 30 segundos.
2. Cierre la válvula de entrada de líquido.
3. Espere unos 5 minutos para ver cómo reacciona el tanque. En este caso, pueden ocurrir dos cosas:

- La presión se acumula, lo que indica que el tanque no está lo suficientemente frío, y en el siguiente paso debe ser despresurizado.
- Esa presión no se eleva, lo que indica que el depósito es lo suficientemente frío y el tiempo de entrada de líquido puede ser aumentada.

Para cada inyección de líquido y durante el tiempo de observación de presión, debería haber una inspección visual de todos los tornillos y las abrazaderas o cualquiera de los componentes (válvulas, reguladores, etc.). Estos no deberían tener fugas a través de sus elementos de unión.

4. Con el tiempo habrá un momento en el que el aumento de presión en cada inyección de líquido será insignificante, en ese momento el equipo se considera apto para de ser utilizado lleno de líquido criogénico.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

7.2.4 CONTROL FINAL DEL EQUIPO ENFRIADO

El tiempo empleado para la refrigeración del equipo criogénico dependerá de varios factores, como se explicó anteriormente, pero es muy importante que una vez que este equipo este enfriado, comprobar todos los puntos de posibles fugas debido a las contracciones causadas por la variación de temperatura, tales como las válvulas, reguladores, bridas, mangueras, acoplamientos, etc.

En este punto se pueden realizar trabajos de mantenimiento requeridos antes de puesta en marcha.

Estos trabajos no se pueden realizar con el gas, si ese es inflamable, tales como gas natural licuado.

Durante el proceso de enfriamiento se deben controlar los siguientes puntos:

- a) La temperatura de salida de la despresurización de gas debe ser constantemente medida y debe ser verificada comprobando que va bajando progresivamente, pero de una manera controlada, más o menos constante. Esta es una señal de que el enfriamiento se lleva a cabo correctamente.
- b) En los equipos con aislamiento al vacío, el vacío inicial debe ser medido y comprobado que el nivel de vacío disminuye, si el vacío no evoluciona disminuyendo, todo el equipo debe ser revisado.
- c) La contracción del cuerpo interior puede dar lugar a ruido interno debido principalmente al desplazamiento del cuerpo interior, sin riesgo directo.
- d) Para tener una idea de la magnitud de la contracción, los depósitos normales de alrededor de 12 metros de largo pueden tener una disminución de alrededor de 10 cm, por lo que realmente tiene que anticiparse a estos movimientos debido a las heladas durante la etapa de diseño (obviamente las cifras son orientativas).
- e) Es normal que durante el enfriamiento, incluso durante la carga, que los tornillos en la tubería de descarga se deban de volver a apretar como un resultado de las contracciones del material a las temperaturas bajas.

7.2.5 PROBLEMAS DURANTE EL ENFRIAMIENTO.

Pueden surgir varios problemas durante el proceso de enfriamiento:

- a) La presencia de un exceso de humedad puede bloquear una válvula. Es muy conveniente haber realizado los barridos con nitrógeno como se ha explicado anteriormente.
- b) Algunos de los equipos (válvulas, reguladores, bridas, etc...) comienza a perder gas criogénico, lo que indica que el equipo no estaba suficientemente protegido y por lo tanto se debe proceder a calentar el equipo y luego proceder a apretar los tornillos. Cualquier equipo que NUNCA debe apretarse en estado frío con riesgo de romper sus sellos.
- c) Durante las primeras inyecciones de líquidos, un aumento de la presión y disparo de los conjuntos de las válvulas de seguridad. Esto indica que la temperatura interna no es suficientemente baja, por lo que se aconseja volver a la Fase I, ya que el enfriamiento no fue lo suficientemente satisfactorio.
- d) Durante la despresurización se arrastraron algunas gotitas o partículas criogénicas. Indica que el tanque ya está lo suficientemente frío, por lo que la presión puede permanecer relativamente estable, lo que en este punto hay que prestar mucha atención a la despresurización para no causar daño a los equipos, redirigiendo el exceso de gas a la fase líquida del tanque o a la antorcha.



7.3 PROCEDIMIENTO DE CARGA / DESCARGA

7.3.1 PROCEDIMIENTO DE CARGA

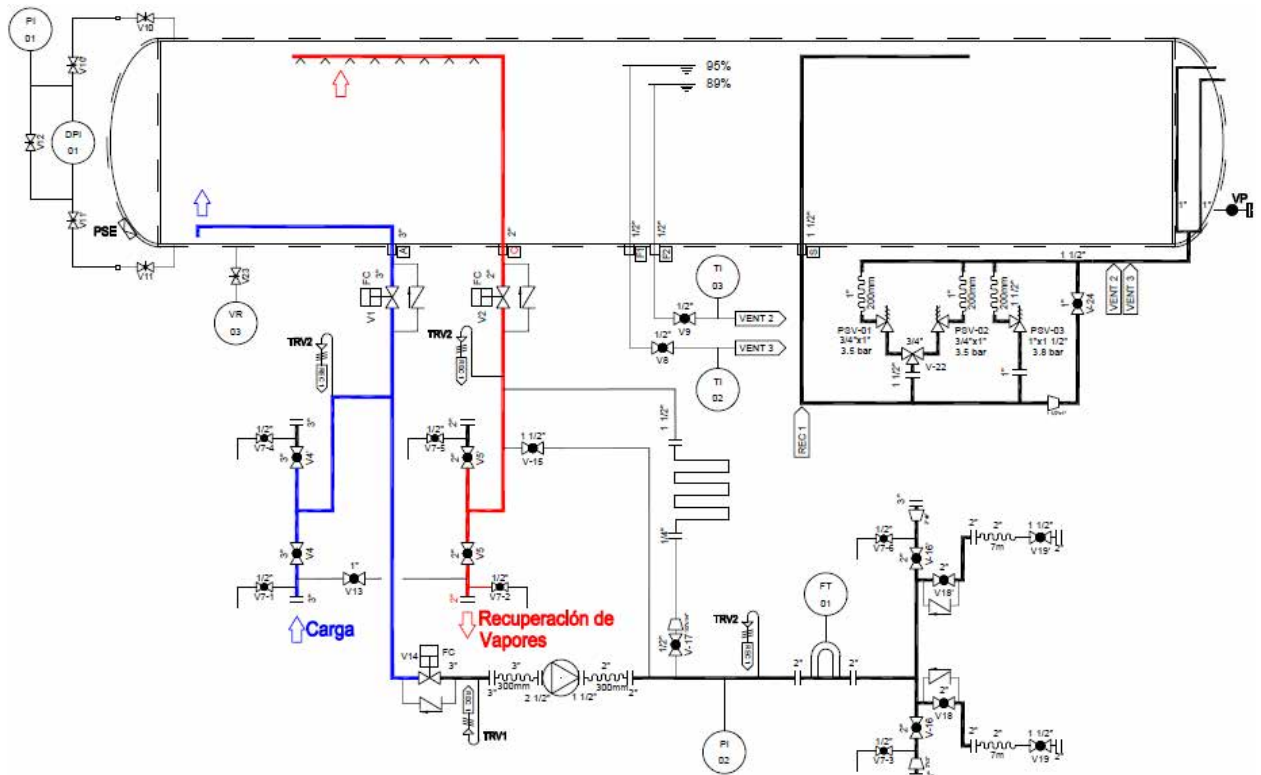


Antes de iniciar la carga de líquido criogénico en la cisterna, se deberá tener la seguridad de que el depósito se encuentra frío e inertizado o con gas residual procedente de un transporte anterior.

Nunca introducir líquido a una cisterna caliente ($T_a > -110^\circ\text{C}$).
Temperatura medida a la salida de la fase gas.



A la llegada del vehículo-cisterna a la planta de carga, este se encontrará normalmente a una presión interior de entre 1 y 1'5 bar.




Nota : Esquema genérico, puede que falten o sobren algunos elementos, consultar el P&I en el anexo de planos

Los pasos para la operación de carga deben ser:

1. Situar el vehículo en el punto de carga, calzándolo.

La situación deberá ser tal que se utilice siempre el mismo lateral de la tubería de descarga del vehículo a fin de que las juntas de los acoplamientos se adapten al terminal de la manguera.

2. Conectar la toma de masa del vehículo al punto correspondiente de la planta.
3. Verificar que el manómetro este a 1 bar aproximadamente.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

4. En ese momento los operadores de planta procederán a realizar el conexionado de mangueras, comprobaciones y manipulación de válvulas.

5. Se realizará la conexión de las mangueras de la siguiente forma:

Fase líquida de carga V4 → Salida de bomba planta.

Fase gas V5 → Línea de gases de la planta.

6. Se abren la fase gas de 2" (V2 + V5) y la líquida de 3" (V1 +V4).



Para realizar las operaciones de apertura de válvulas se actuará primeramente sobre la válvula de fondo y posteriormente sobre la válvula de corte, de forma progresiva hasta su apertura total.

5. La carga del vehículo estará controlada por los terminales informáticos de la planta.

6. Una vez finalizada la carga, los operadores de planta procederán al cierre de las válvulas, al purgado de las mangueras y se desconectarán los acoplamientos de las mangueras.

Se cerrarán los grifos de purga (V7) y se montarán los tapones en los racores de salida.

Asegurarse que se han purgado las tuberías de la cisterna antes de la puesta en marcha del camión.

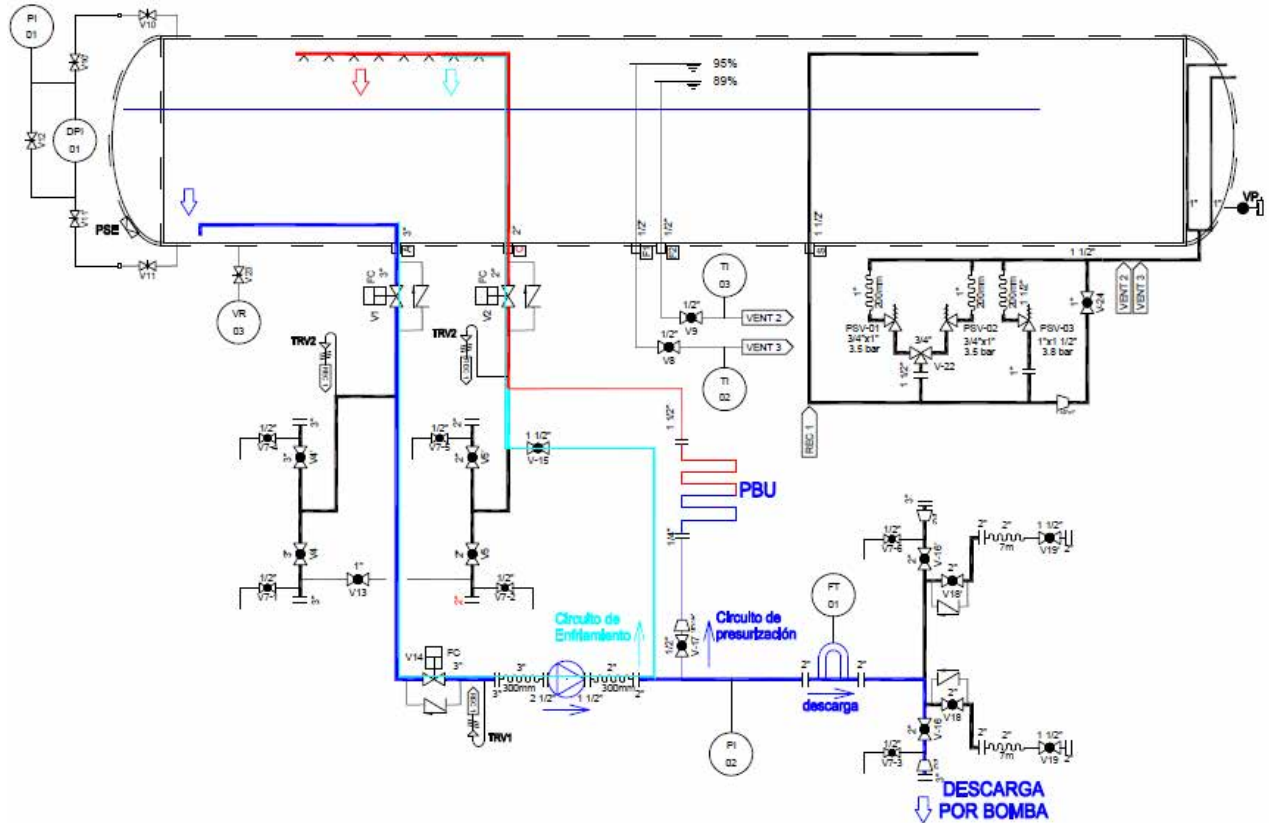
7. La cisterna quedará lista para el transporte con una presión interior próxima a 1 bar.



7.3.2 PROCEDIMIENTO DE DESCARGA

En el momento de descarga la presión de la cisterna se adaptara a la presión de los tanques receptores que deberá mantenerse más o menos constante durante todo el proceso.

DESCARGA CON BOMBA



Nota : Esquema genérico, puede que falten o sobren algunos elementos, consultar el P&I en el anexo de planos.

En Esquema MID solo existirá una única descarga por V-16, no Existirán las mangueras V18/V19

Los pasos para esta operación de descarga con bomba deben ser:

1. Situar el vehículo en el punto de descarga, calzándolo.


La situación deberá ser tal que se utilice siempre el mismo lateral de la tubería de descarga del vehículo, a fin de que las juntas de los acoplamientos se adapten al terminal de la manguera, con objeto de evitar fugas por los tapones de los extremos de tubería no utilizados.

2. Conectar la toma de masa del vehículo al punto correspondiente de la planta.

3. Se realiza la conexión de las mangueras de la siguiente forma:

Fase líquida de salida bomba a entrada tanque receptor.

4. Se abrirá la válvula de fondo de 3" (V1), después la válvula de entrada a bomba (V14) y lentamente se abrirá la válvula de corte de retorno bomba (V15), a fin de iniciar el enfriamiento de la bomba, recirculando líquido hacia el interior de la cisterna. Se debe asegurar que V16 está cerrada

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

5. Cuando la bomba esté convenientemente fría (comprobar T_a en termómetro TI por debajo de -100°C), se permitirá el accionamiento de la bomba.

Ese modelo de cisterna lleva incorporado un sistema de lectura de la temperatura PT-100 en la impulsión de líquido de la bomba el cual envía una señal a un PLC que actúa en la activación de la bomba por debajo de la temperatura de consigna asignada por el fabricante.

En el momento de dar tensión al sistema de control de la temperatura se pone en marcha el contador. No permitiéndose la descarga con bomba si el contador no está en marcha.

6. Se accionará la bomba y se empezará a circular líquido por el circuito de enfriamiento.

8. En ese momento, se finalizará la recirculación de líquido y abriendo gradualmente la válvula de paso (V16) que va hacia al tanque y cerrando lentamente la de reciclo (V15), iniciándose de esta manera el trasvase de líquido al tanque.

Se debe observar una sobrepresión en el manómetro de impulsión de bomba con respecto al de la presión interna de la cisterna. Este hecho indica que la bomba está convenientemente cebada.

Si la presión bajara de 2 bar, se puede abrir poco a poco la válvula (V17) que alimenta líquido al vaporizador de presurización, que incrementará la presión de la bomba.

9. Cuando la bomba cambie de sonido por falta de líquido y la presión, entre tanque y cisterna sea de 1 bar ó inferior, y la cisterna este prácticamente vacía, se parará la bomba, se cierran las válvulas de fondo de fase líquida (V1) a continuación (V14), (V16), (V17) y (V18); finalmente V3.

10. Para el purgado, se procederá a la apertura de las válvulas de drenaje V7 y progresivamente y con precaución se abren las válvulas (V4), (V5) y (V6) para purgar el circuito; cerrándolas a continuación.

11. Se desconectarán los acoplamientos de las mangueras y se montarán los tapones en los racores de salida.


Debe asegurarse que se han purgado las tuberías de la cisterna antes de la puesta en marcha del camión o de la desconexión de cualquier manguera.



Una vez finalizadas las operaciones de descarga es aconsejable realizar una limpieza de las zonas de cierre de las juntas, tanto de las válvulas de corte como de fondo, para garantizar un correcto funcionamiento en la próxima carga.



Si la cisterna está parada durante una semana o más deberá ser preparada para una nueva carga realizando previamente el proceso de enfriamiento descrito anteriormente.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

7.4 PERIODOS NO OPERATIVOS

Durante periodos no operativos el cuerpo interior de la cisterna pierde el frío y ocasiona que el depósito deje de estar en estado "contraído" y pasa a estar "distendido".

Estos periodos no operativos son los que deben usarse para realizar las previstas revisiones periódicas del vehículo, así como su puesta a punto para la campaña siguiente.

La cisterna deberá dejarse fuera de uso, inertizado y con una pequeña presión positiva de nitrógeno (0,5 bar).

En el caso de que fuera necesario realizar algún tipo de reparación, prueba hidráulica, inspección interior etc. una vez finalizadas se deberá dejar el depósito en las condiciones descritas en el párrafo anterior.

No se aconseja dejar el depósito con los orificios y válvulas abiertas, ya que pueden originarse condensaciones interiores así como entrada de suciedad, que dificultaran la nueva puesta en servicio del vehículo.



Cuando el vehículo deba ponerse nuevamente en funcionamiento, deberá realizarse en el enfriamiento según el procedimiento descrito.



8 MANTENIMIENTO

Los vehículos deben ser inspeccionados con la frecuencia que sea necesario, pero al menos una vez al año por un especialista autorizado para asegurarse de que están en condiciones para circular.

Se tiene que inspeccionar tanto el vehículo como el depósito. Esta inspección deberá ser completada con éxito por un especialista autorizado de acuerdo con los requisitos del fabricante del vehículo siguiendo las siguientes normas:



- *Observe siempre las normas de prevención de accidentes durante los trabajos de mantenimiento.*
- *Observe las pautas de conservación del medio ambiente.*
- *Apague el motor antes de iniciar los trabajos de mantenimiento.*
- *Los componentes dañados deben ser sustituidos por piezas de repuesto originales.*

Al realizar los trabajos de mantenimiento se deben observar las normas de prevención de accidentes.

Apague el motor antes de iniciar los trabajos de mantenimiento.

Obsérvense las directivas sobre conservación del medio ambiente.


8.1 COMPROBACIÓN DEL PAR APRIETE DE LOS TORNILLOS Y LAS TUERCAS

Rosca métrica	Pares de apriete (Nm)		Rosca métrica	Pares de apriete (Nm)	
	8.8(*)	10.9(*)		8.8(*)	10.9(*)
M5	5.5	8.1	M20	425	610
M6	0.6	14	M20x1.5	475	680
M8	23	34	M22	580	820
M8x1	25	37	M22x1.5	630	900
M10	46	67	M24	730	1050
M10x1.25	49	71	M24x2	800	1150
M12	79	115	M27	1100	1150
M12x1.5	83	120	M27x2	1150	1650
M14	125	185	M30	1400	2000
M14.15	135	200	M30x2	1500	2150
M16	195	290	M36	2450	3500
M16x1.5	210	310	M36x2	2650	3780
M18	300	430	M42	3930	5600
M18x1.5	340	485	M42x2	4280	6050

Los pares de apriete indicados son válidos hasta M16x1.5 para tornillos con superficie galvanizada (coeficiente de fricción $\mu = 0.125$)

En el caso de los tornillos con un diámetro más grande, la base para el coeficiente de fricción es $\mu = 0.14$

(*) Los valores numéricos especificados 8.8 y 10.9 describen las categorías de resistencia según DIN ISO 898 Parte 1.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

Los pares de apriete descritos en la tabla anterior, no se aplican en caso de:

- Tuercas de Ruedas (par de apriete: 650 Nm)

CATEGORIA DE LOS TORNILLOS

Clase de resistencia	8.8	10.9
La resistencia mínima en N/mm ²	800 (hasta M16: 830)	1040
Límite elástico mínimo en N/mm ²	640 (hasta M16: 660)	940

Los tornillos y tuercas deben ser revisados periódicamente para un ajuste firme. Esto también incluye todos los tornillos de las conexiones en el chasis y otros accesorios.

Cuando se quitan los tornillos, asegúrese de que:

- Se utilizan tuercas nuevas.
- En el caso de los tornillos autoblocantes, reemplace por completo el mismo.

Ver ANEXO 2 para mas información referente a los pares de apriete del tren de rodaje.

8.2 PLAN DE MANTENIMIENTO

Todos los intervalos que se indican en el siguiente plan de mantenimiento se han establecido a partir de la experiencia y debe ser utilizado para las situaciones de operación tal como se describe.

La extensión de los intervalos de mantenimiento dados por la experiencia adquirida, sólo se permiten con el acuerdo del fabricante. Vakuum Barcelona S.L.

Las referencias que figuran en el plan de fabricante se refieren a los trabajos de mantenimiento descritos en las páginas siguientes.

El plan de mantenimiento tiene dos tipos de alcance:

- Actividades realizadas por el propietario,
- Las actividades de mantenimiento regular realizado por terceras partes autorizadas.

8.2.1 ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL PROPIETARIO

Trabajos de mantenimiento	Diarios	Semanal
Fugas en el sistema neumático	X	
Funcionamiento del sistema eléctrico	X	
Inspección visual	X	
Funcionamiento de las válvulas de fondo y su panel de control	X	




MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS
CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO

CISTERNA TIPO 102.10

Documento: GC-VK-001 Rev: 0
Fecha: Febrero de 2015

Drenar el calderín de aire comprimido		X
Inspección visual de hermeticidad de:		
Tuberías		X
válvulas		
Uniones bridadas		
Limpieza de cisterna		X

Trabajos de mantenimiento	Después de los primeros			Cada		
	50 km	500 km / 1 día con carga	1500 km	5000 km / 14 días	10.000 km / 1 mes	50.000 km / 6 meses
Revise el par de apriete de las tuercas de rueda	•	•	•	•		
Compruebe que todos los tornillos de fijación estén correctos y apriete si es necesario		•	•			•
Revise la presión de los neumáticos			•	•		
Sistema de frenos : Trabajos de mantenimiento		•	•	•		•
Compruebe el ajuste del freno si es necesario		•	•	•		
Instalación eléctrica :revisión más mantenimiento					•	
Revise el montaje de la rueda de repuesto y lubrique las piezas de montaje		•	•			•
Lubricar quinta rueda			•	•		
Quinta rueda revise tornillos			•			•
Revisar par de apriete quinta rueda / pivote ver hoja pares apriete					•	
Lubricar todas las piezas en movimiento			•		•	
Compruebe el bastidor y apoyos en busca de grietas y daños						•

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

8.3 TRABAJOS DE ENGRASE- LUBRICACIÓN

Cuando no hay un sistema de lubricación central, debe llevarse a cabo todo el trabajo siguiente lubricación.

Para engrase utilizar únicamente equipos de engrase de alta presión con una presión máxima de 250 bar. Si el lubricante utilizado no está equipado con un dispositivo de seguridad pueden ocurrir daños en los cojinetes, sellos, etc.

- Ejes

Consulte las instrucciones de funcionamiento del fabricante.

- Quinta rueda, pivote, placa quinta rueda

La placa y el pivote central, así como la parte superior de la plataforma de la quinta rueda, las piezas de desgaste y el anillo de desgaste deben ser recubiertas con grasa de larga duración/alta presión que contiene molibdeno o aditivo de grafito (por ejemplo, BP L21 M; BP: HTEP 1 ; Esso : grasa multiuso M; Sheel Retinax AM)

Las ranuras de lubricación en la plataforma de la quinta rueda deben estar completamente llenas de grasa.

Cada vez que se acople el semirremolque pero sobre todo antes de que el semirremolque se acople al vehículo tractor por primera vez y después de cada servicio, se debe engrasar la quinta rueda.

- Patas de apoyo

Consulte las instrucciones de funcionamiento del fabricante de las patas de apoyo.

8.4 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

Por razones de seguridad todos los componentes mecánicos importantes, tales como:


- Ejes
- Frenos
- Cilindros hidráulicos
- Tornillos
- Las conexiones de tubería
- La seguridad de tuercas de fijación.

Deben ser inspeccionados y revisados por el chófer habitual a intervalos regulares no mayores de una semana.

Indicaciones de mantenimiento para los siguientes subconjuntos se pueden encontrar en los manuales de operación y mantenimiento del fabricante:

- Ruedas y neumáticos
- Tren de rodaje (Suspensión y Ejes)
- Frenos
- Sistema de aire comprimido
- Mantenimiento eléctrico.
- Otros elementos.

A continuación se describen las siguientes operaciones / instrucciones de mantenimiento y reparación que se refieren únicamente a los componentes mecánicos que forman parte del semirremolque.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

8.4.1 RUEDAS Y NEUMÁTICOS



Los neumáticos sólo pueden ser instalados por especialistas debidamente cualificados

Comprobación de la Presión de los neumáticos:

- La presión de los neumáticos puede encontrarse en los manuales del fabricante del neumático.
- Comprobar al menos una vez cada dos semanas y ajustar si es necesario (incluyendo la rueda de repuesto).
- Inflar rueda de repuesto a la presión máxima utilizada en el vehículo.
- La presión de los neumáticos debe comprobarse cuando los neumáticos están fríos (antes de comenzar el viaje o después de un paro largo en el tiempo de conducción).
- Cuando la presión es demasiado alta o demasiado baja, se reducirá considerablemente la vida útil de los neumáticos.

Apriete de las tuercas de las ruedas:

Se deben respetar los siguientes pares de apriete para todas las tuercas de las ruedas:


Métrica tornillos	Par de apriete (Nm)
M22x1.5	630 ± 30 Nm



Es muy importante respetar los pares de apriete indicados

No respetar los pares de apriete indicados puede ser causa de accidente.

- Revise las tuercas de las ruedas o los pernos periódicamente para un ajuste firme.
- Siempre vuelva a apretar tuercas o tornillos tras:
 - Las primeras horas de uso (50 km).
 - Después del primer viaje con carga completa (máx. 500 km).
 - Después de los primeros 5000 km, y, posteriormente,
- Si se cambia el neumático, volver a apretar las tuercas de las ruedas tornillos después de 20 a 100 horas de servicio.


	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

Cambio de rueda:

Al cambiar una rueda, siempre prestar atención a los siguientes puntos:



- Asegurar el vehículo contra movimientos accidentales
- Utilice los neumáticos y tamaños de llanta especificados
- Compruebe la planitud del asiento.
- Guía con cuidado los pernos de las ruedas sobre las llantas
- Cambie los tornillos de rueda si está dañado
- Compruebe la presión de los neumáticos
- Conserve el mismo sentido de giro de las ruedas
- Aceite las roscas ligeramente antes de colocar las tuercas de las ruedas (no utilice aceite con un aditivo disulfuro de molibdeno (MoS₂))
- Apriete siempre los tornillos de rueda en cruz
- Re-apretar las tuercas de la rueda de nuevo, después de al menos 1 hora de conducir y después de cada 200 horas de conducción

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

8.4.2 TREN DE RODAJE (Suspensión y EJES)

La cisterna va montada sobre una suspensión de características diferentes según el diseño demandado.

La suspensión neumática es de libre mantenimiento, sin embargo se deben observar las instrucciones de mantenimiento y cuidado del fabricante del eje.

Para todos los trabajos de mantenimiento y reparación vea las instrucciones de mantenimiento del fabricante del eje.

Ver el manual de la suspensión para las características de la misma.

8.4.3 SISTEMA DE FRENOS

Los frenos son componentes de seguridad, por lo tanto es muy importante respetar los puntos descritos a continuación:



- *Deben ser observadas las normas de circulación.*
- *Las inspecciones principales sólo deben ser realizadas por talleres autorizados.*
- *Comprobar regularmente el sistema de frenado*
- *¡Los trabajos en los sistemas de freno sólo se puede llevar a las personas con los niveles apropiados de conocimiento y experiencia!*
- *Los defectos encontrados en el sistema de frenos deben ser reparados de inmediato por un taller autorizado.*
- *Los ajustes de la válvula de freno especificados por el fabricante no deben alterarse.*
- *Cuando se cambian las pastillas de freno utilice siempre componentes homologados.*

Para todos los trabajos de mantenimiento y reparación vea las instrucciones de mantenimiento del fabricante del eje.

Al cambiar las pastillas de freno, sólo se utilizan componentes autorizados por el fabricante de los ejes. El uso de otros revestimientos anulará la garantía del eje.


Linea de alimentación para frenos:

Los enchufes del EBS/ABS se colocaran estando la tractora parada, sin llegar a arrancar, puesto que en caso contrario el EBS/ABS dará fallo.

El conector EBS/ABS (ISO7638) debe estar siempre conectado. El vehículo de remolque puede estar equipado con una luz de advertencia o de indicadores para las distintas funciones y control del sistema.

Válvula de doble aflojamiento con emergencia:

En el lateral izquierdo sentido marcha (derecho en U.K), nos encontramos con la válvula de doble aflojamiento con emergencia. Esta válvula cumple las funciones del frenado de emergencia, en caso

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

que se rompa el conducto neumático de reserva y también la función de la válvula de desfrenado doble.

- Con el botón negro (botón de desfrenado del sistema de frenos de servicio) puede desbloquearse manualmente el sistema de frenos tras un frenado automático, estando el vehículo estacionado, sin alimentación de aire comprimido, si existe suficiente presión de reserva en el calderín.
- Con el botón rojo (activación del sistema de frenos de estacionamiento) se podrá poner o soltar el freno de estacionamiento, aplicando la fuerza almacenada por el muelle.

En caso de que el vehículo este desacoplado (conducto de reserva purgado), se efectuara un frenado automático a través del freno de servicio y, al mismo tiempo, un puenteado de la válvula de retención integrada en la válvula de seguridad de desfrenado en estacionamiento del circuito de fuerza almacenada por el muelle. En caso de una caída de presión de reserva del remolque estacionado, la fuerza almacenada de muelle se encarga de forma automática del frenado y asegura el vehículo para que no se desplace.

Todas las funciones de regulación permanecen activas en caso de rotura de la línea de alimentación

8.4.4 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

El circuito neumático de los equipos de servicio es una prolongación del circuito neumático principal de frenos y suspensión del vehículo.

Dicho circuito esta precedido de un filtro mano-reductor lubricador. Este dispositivo sirve para controlar la presión en todo el circuito neumático de los equipos de servicio y garantizar así una calidad del aire.

Este dispositivo tiene que estar en perfectas condiciones de uso y de mantenimiento.



Los trabajos de mantenimiento que se describe a continuación deben realizarse por el conductor antes de iniciar cada viaje.

Conexiones roscadas:

- Verifique que las conexiones de tornillo periódicamente para un ajuste firme.
- Apriete de nuevo en caso de fugas.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

Cabezas de acoplamiento:

- Cuando el remolque se ha desacoplado, las tapas de los acoplamientos deben estar cerradas.
- Las superficies de contacto de las cabezas de conexión deben limpiarse con alcohol antes del acoplamiento.
- Sustituya las juntas de sellado dañadas.



- *No utilice gasolina o diesel con fines de limpieza.*
- *No permita que los anillos de sellado entren en contacto con grasa.*

Filtro de red:

El filtro de línea debe ser retirado y limpiado una vez cada tres meses. Antes, si el vehículo ha recorrido 25.000 kilómetros desde el último servicio.

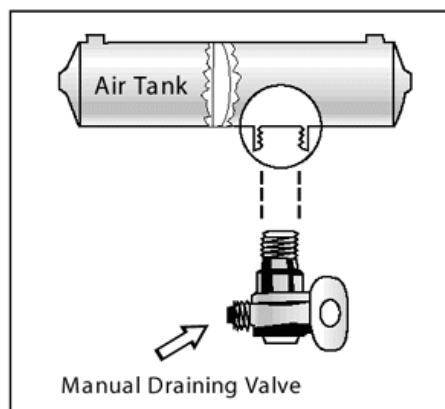
- Al desmontar el filtro de red, tener cuidado al retirarlo ya que los resortes internos son pre-tensado.
- Limpiar el cartucho de filtro con aire comprimido.
- Reemplace el cartucho del filtro si está dañado.
- Al volver a montar el filtro de red, compruebe que la junta tórica de la tapa de sellado y reemplácelos si esta dañados.

Tanque de aire comprimido (purgado):

En los vehículos con válvulas de drenaje manual, los tanques deben ser vaciados periódicamente y las válvulas de drenaje con fugas deben ser reemplazados.

Para vaciar el depósito de aire comprimido, el pasador de accionamiento de la válvula de drenaje atornillado en la parte inferior del tanque debe ser tirado o empujado a un lado. Esto hace que el agua condensada salga del depósito por la presión del aire comprimido. Cuando no salga más condensación, se cierra la válvula de drenaje.

- Esta operación no es necesaria en los vehículos equipados con válvulas de drenaje automáticas.





8.4.5 SISTEMA HIDRÁULICO

En la sección de los planos se puede ver el esquema de equipo impulsor por aceite hidráulico.

La finalidad de este circuito es realizar el accionamiento de la bomba de gas-oil y del enrollado a través de motores hidráulicos.

- El manómetro del circuito hidráulico indica la presión a la que se encuentra el circuito hidráulico, llegando a su máximo valor con la bomba accionada nunca tienen que sobrepasar los 180 Kg./cm².
- Cada 200.000 litros comprobar el nivel de aceite hidráulico en el depósito de aceite hidráulico. Su nivel tiene que estar por encima de los 30 cm. Si es necesario añadir aceite.
- Los aceites hidráulicos a emplear deberán responder a las exigencias mínimas de aceites, según la norma ISO/DIS 6743/4.

A temperatura de funcionamiento, el aceite ha de tener una viscosidad entre 10 y 30 cst (de 3 a 4° E). El aceite que se usa por nuestros operarios es, (pudiendo variar según destino del equipo):

- Cepsa hidráulico HLP.

Din 51524 Parte 2 (HLP)	ISO 6743-4 (HM)	AFNOR NF 48-603 HM
-------------------------	-----------------	--------------------

- Características Típicas.

CARACTERISTICAS	NORMA ASTM	CEPSA HIDRAULICO HLP	
Grado ISO		46	68
Densidad 15 °c , kg/l	D-4052	0.880	0.882
Punto de inflamación V/A °c	D-92	204	210
Punto de congelación , °c	D-5950	-21	-18
Viscosidad a 40°c , cst	D-445	46.0	68.0
Indice de viscosidad	D-2270	100	98


A continuación se dan algunas marcas de aceites .También pueden usarse otros aceites equivalentes si el suministrador ofrece una garantía del producto.



Marca	Referencia	Temp min. De arranque 400 cSt	Temp. de funcionamiento		Punto de congel. °C
			75 cSt	16 cSt	
CEPSA	LISSUR HIDRAULICO EP 24	+ 2	+ 23	+ 58	- 18
	LISSUR HIDRAULICO EP 25	+ 8	+ 30	+ 67	- 18
	LISSUR HIDRAULICO EP 26	+ 15	+ 38	+ 76	- 18
BP	BP ENERGOL HLP 40	- 18	6 0	+ 33	- 33
	BP ENERGOL HLP 65	- 4	+ 17	+ 52	- 33
	BP ENERGOL HLP 80	+ 5	+ 22	+ 63	- 30
	BP ENERGOL HLP 100	+ 11	+ 33	+ 72	- 27
ESSO	NUTO H 36	- 17	+ 2	+ 35	- 48
	NUTO H 44	6 0	+ 22	+ 58	- 30
	NUTO H 54	+ 12	+ 34	+ 72	- 29
TOTAL	Azolla ZS-22	- 9	+ 12	+ 49	- 27
	Azolla ZS-32	- 1	+ 23	+ 59	- 21
	Azolla ZS-46	+ 5	+ 30	+ 67	- 21
	Azolla ZS-68	+ 11	+ 39	+ 77	- 18
EMP	TELEX - 3	- 1	+ 24	+ 60	- 20
	TELEX - 4	+ 5	+ 31	+ 69	- 20
	TELEX - 5	+ 11	+ 37	+ 76	- 20
SHELL	Shell Tellus Oel 917, Tegula Oil 17	- 12	+ 6	+ 36	- 51
	Shell Tellus Oel 923, Tegula Oil 23	- 6	+ 15	+ 50	- 30
	Shell Tellus Oel 927, Tegula Oil 27	+ 3	+ 25	+ 63	- 24
	Shell Tellus Oel 933, Tegula Oil 29	+ 11	+ 35	+ 72	- 21
TEXACO	Seramit 2	- 4	+ 16	+ 51	- 31
	Rando Oil HD A	+ 1	+ 22	+ 58	- 29
	Rando Oil HD B	+ 7	+ 28	+ 64	- 26
	Rando Oil HD C	+ 14	+ 36	+ 73	- 21

Precauciones:

- El llenado del depósito hidráulico se realizara siempre a través de un filtro para evitar la entrada de cuerpos extraños en el circuito, los cuales provocarían un rayado y bloqueo del motor hidráulico o bomba hidráulica.
- Cambiar los cartuchos de filtrado cada 1.000.000 lts de servicio o después de cualquier reparación del sistema hidráulico.
- No mezclar diferentes marcas o tipos de aceites entre si.
- No se debe hacer funcionar bajo ningún concepto la bomba en seco o en CALIENTE.
- No acelerar nunca el camión con la toma de fuerzas accionada.
- Asegurarse de que la toma de fuerza esté desconectada al iniciar el desplazamiento del camión.
- Embragar siempre a fondo al conectar la toma de fuerza.
- La temperatura del aceite no excederá de los 75 °c después de la descarga total de la cisterna, si se somete a temperaturas superiores a 80 °c este se degradara rápidamente perdiendo sus propiedades químicas provocando una falta de rendimiento y gripando los motores (En caso de superar los 80°, para tener un óptimo funcionamiento es necesario substituir el aceite).

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

8.4.6 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

- Sólo personal cualificado es autorizado a trabajar en los sistemas eléctricos.
- La instalación eléctrica debe ser revisada una vez al mes o 10.000 kilómetros desde el último servicio.
- Los conectores deben estar limpio, seco y tratarlos con un inhibidor de la corrosión.

¡CUIDADO!

Los cortocircuitos pueden causar incendios

Riesgo de lesiones quemaduras

Antes de trabajar en el sistema eléctrico siempre:



- *Desconectar todos los enchufes de conexión del vehículo tractor*
- *Desconecte todos los conectores conexiones de fuentes de alimentación externas*
- *Desconecte todos los consumidores y*
- *Desconecte la conexión del polo negativo (-) de la batería*
- *Utilice herramientas aisladas*

8.4.7 OTROS ELEMENTOS

SOPORTE rueda repuesto

- Comprobación visual regularmente por roturas, deformaciones, corrosión y limpiado y engrasado si es necesario.
- Se recomienda usar guantes de protección.
- Los cables de fibras artificiales deben ser reemplazados al menos cada 3 años.


En general, todos los soportes atornillados al cuerpo de la cisterna o al bastidor deben ser comprobados regularmente.

PINTURA, ROTULACION

Todos los semirremolques VAKUUM están pintados con resina sintética de secado al horno o pintura de 2 componentes de pintura acrílica.

Los trabajos de pintura se secan bajo condiciones controladas, por lo que se obtienen mejores condiciones de acabado.

Ninguna precaución especial se tomará desde el material de pintura esté completamente seca.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

8.4.8 LIMPIEZA DE LA CISTERNA

Recomendaciones relacionadas con la limpieza de la cisterna:

- Limpiar el vehículo sólo en las instalaciones de lavado adecuadas para este fin.
- Observe las directrices de protección del medio ambiente.
- No utilice ningún producto de limpieza agresivo (por ejemplo, el tricloroetileno, detergentes que contienen sosa o detergentes alcalinos).
- Cualquier tipo de daño a la pintura debe ser reparado lo más rápido posible para evitar posible corrosión.
- No ponga en contacto los tubos de freno y las mangueras hidráulicas o con la gasolina, aceites bencina, petróleo o mineral.
- Eliminar la suciedad adherida utilizando solamente agua.
- Al engrasar asegúrese que los tubos de freno y las mangueras hidráulicas no hacen contacto con los agentes de pulverización o grasa.
- No limpie las juntas ó sellos con aceite mineral, benceno o disolventes.
- Antes de limpiar, engrasar todos los puntos de engrase hasta que la grasa comienza a emerger
- La distancia mínima entre el chorro de alta presión y objeto a limpiar:
 - En el caso de boquillas redondas, aproximadamente 700 mm
 - Con 25 ° boquillas planas aprox. 300 mm
- Durante el proceso de limpieza, mantenga siempre el chorro de agua en movimiento. .
- No dirija el chorro de agua directamente en:
 - Huecos de puertas, sellos
 - Pistones cilindros hidráulicos, la cubierta del depósito de aceite o
 - Frenos / latiguillos hidráulicos
- El uso de productos de limpieza de alta presión está permitido hasta una presión de 50 bares y una temperatura máxima de 80 ° C
- Las boquillas redondas no deben ser utilizadas para la limpieza de neumáticos. El chorro de agua puede dañar los neumáticos.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

9 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

Los estándares y normas generales de seguridad de aplicación en el área de operación del equipo se deben seguir de forma estricta.

Este equipo no debe ser manejado por ninguna persona sin los conocimientos necesarios ni ajena a la empresa.

Se prohíbe ninguna intervención para la reparación del equipo cuando este está en servicio.



Un gas a temperaturas criogénicas, ya sea en estado líquido o gaseoso, se considera una sustancia peligrosa. Este hecho se debe a que presenta una serie de riesgos para la salud y el medio ambiente que deben ser tenidos en cuenta a la hora de manipularlo.

El no cumplimiento de las instrucciones de seguridad puede resultar en un daño severo o fatal.

9.1 RIESGOS PARA LA SALUD

9.1.1 HERIDAS POR CONGELACIÓN

Un gas a baja temperatura (en forma líquida o gaseosa) causa heridas muy similares a quemaduras si entra en contacto directo con la piel.

Por lo tanto el personal debe llevar medios de protección adecuados contra el contacto directo con los líquidos criogénicos, tales como máscaras y guantes.

Si alguna parte del cuerpo insuficientemente protegida contacta con superficies o componentes fríos no aislados como tuberías o válvulas, la piel puede fácilmente quedarse adherida por congelación al objeto, en el momento de intentar separarla se pueden arrancar la piel y el tejido subdérmico.

Por lo tanto el personal debe llevar medios de protección adecuados contra los contactos con las tuberías.


A consecuencia de la baja temperatura de los gases, el ambiente es muy frío; por lo tanto, el personal que manipule estos equipos debe llevar ropa de abrigo.

9.1.2 ASFIXIA

Existe riesgo de asfixia o dificultades respiratorias si el contenido de oxígeno en el aire desciende por debajo del 20,9% en volumen. En casos extremos, puedes caer inconsciente sin previo aviso.

Como norma, no se debe permanecer en ningún área donde exista niebla sin usar mascarillas u otros aparatos especiales para la respiración.

Es extremadamente importante, antes de que nadie entre en estas áreas, medir el contenido de oxígeno. Esto aplica a depósitos de almacenamiento o equipos similares que incluyan zonas donde el gas pueda ser liberado de forma no intencionada.

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

9.2 VESTIMENTA

Todo el personal que manipule gases a baja temperatura debe utilizar prendas para protegerse de las posibles heridas que puedan ocurrir por contacto directo con el gas o con accesorios fríos del equipo.

Utilizar guantes especiales para bajas temperaturas. En general utilizar ropa adecuada para ese tipo de trabajos que puede contactar ocasionalmente con producto criogénico.

En toda operación donde haya un peligro de fuga, por ejemplo en la descarga desde una cisterna hasta un depósito de almacenamiento utilizando una manguera provisional, debe llevarse una máscara para proteger la cara.

Los zapatos o botas no deben llevar piezas metálicas para evitar la posible formación de chispas.

En caso de manipular equipos para oxígeno, chequear que toda la vestimenta está limpia.

9.3 FORMACIÓN DE NIEBLA

Cuando el gas es liberado aparece la niebla, ya que el gas frío que se mezcla con el aire hace descender la temperatura del aire hasta condensarse.

La formación de esta niebla pueda ocasionar heridas a la gente que tenga que abandonar el área por falta de visión. Por este motivo, se deben planificar rutas de escape, preferiblemente con barandillas o sistemas de guiado.

9.4 LÍQUIDO ATRAPADO

Cuando el líquido criogénico queda atrapado en una tubería entre dos válvulas o en un depósito sin válvula de escape, la presión puede incrementarse y hacer que la tubería o el depósito fallen.

Este hecho puede causar heridas en el personal. Por este motivo cada sección de tubería o cada depósito debe ir provisto de válvulas de seguridad.

9.5 FUEGO

Si se origina fuego en una zona próxima o en una instalación criogénica, existe un peligro importante.

Por este motivo debe haber una organización especializada. Lo mejor es hacerlo con cooperación con el propio cliente, el responsable de prevención de incendios y una empresa que proporcione los equipos antiincendios.

Algunos puntos a tener en cuenta son:

A) Los depósitos con aislamiento al vacío llevan un aislante no inflamable, con un cuerpo exterior de acero. Esto significa que si el depósito está envuelto en llamas, se puede apagar rociando agua directamente. Evitar en lo posible rociar agua sobre las válvulas de seguridad

B) Evacuar en lo posible todas las tuberías

C) Organizar y entrenar a todo el personal para prevención de incendios

D) Está prohibido fumar en las inmediaciones del equipo y durante su manipulación

E) En instalaciones con gases inflamables, un sistema de aviso permanente debería ser instalado para detectar fuego y fugas de gas. Alarmas automáticas deben ser conectadas al circuito

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO	Documento: GC-VK-001	Rev: 0
	CISTERNA TIPO 102.10	Fecha: Febrero de 2015	

9.6 FORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Todo el personal tiene que recibir la formación necesaria y adecuada para su puesto de trabajo.

La formación referida al cuidado de personal herido, medidas a tener en cuenta para equipos y la prevención de incendios tiene que ser dada en intervalos de tiempo regulares.



Queda totalmente prohibido el uso de todo este equipo a cualquier persona que haya ingerido cualquier bebida alcohólica en las 8h previas al momento de la manipulación del mismo.



10 SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

10.1 GENERALIDADES

Esta sección contiene información relativa a posibles fallos del vehículo. Las notas tienen por objeto hacer que sea más fácil encontrar el origen de un fallo y que pueda ser resuelto lo suficiente como para conducir hasta el centro de servicio autorizado más cercano.

Cualquier fallo debido a la omisión de las instrucciones de funcionamiento o de mantenimiento insuficiente no está cubierto.

Es evidente que no es posible para cubrir todas las eventualidades o problemas que puedan ocurrir.

Por favor, En caso de fallo proporcione la siguiente información:

Tipo de vehículo

Número de identificación del vehículo (VIN)

El horario de atención

Aspecto del fallo

La causa del fallo, si se conoce

Cualquier intento de reparar o desmontar componentes de vehículos o sb-conjuntos resultará en la pérdida de la cobertura de la garantía

10.2 SISTEMA DE FRENOS

1. El suministro de aire comprimido no llega a la presión máxima

- Regulador de presión defectuoso. Reemplace el regulador de presión.
- Compresor defectuoso. Reemplace el compresor.

2. Frenos zapatos raspado, el freno no libera o liberar correctamente

- No frena correctamente ajustadas. Ajuste el freno.
- El muelle del freno no retorna. Reemplace los resortes.
- El eje del freno se atasca.
- Fallo en el sistema de aire comprimido.

3. Freno bloqueado

Los frenos se han pegado al tambor. Suelte el freno y vaya hacia adelante.

4. Efecto de freno es insuficiente, se desplaza hacia un lado.

- Forro de freno desgastado, contaminado con aceite o grasa. Vuelva a pulir los revestimientos o reemplace.



- Frenos zapatos doblada o revestimiento defectuoso. Reemplace los zapatos completos con revestimientos de frenos.
- No frena correctamente. Ajuste el freno.
- Zapata de freno dañada en la zona de contacto de la leva S. Vuelva a colocar la zapata de freno.
- Fallo en el sistema de aire comprimido.

5. Chillidos y tiende a bloquear

- Freno de tambor fuera del alojamiento.
- Forro de freno contaminado con aceite o no contacto completo.

10.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1. Cableado

- Los terminales sueltos o contaminados. Limpie y vuelva a apretar.
- Cable roto o terminal dañado. Reparar o sustituir el terminal del cable.

2. Iluminación no funciona

- Bombilla gastada. Cambie la bombilla.
- Interruptor no funciona. Accionar el interruptor correctamente.
- Los terminales sueltos o contaminados. Limpie y vuelva a apretar.
- Cable roto. Cambie o repare terminal o cable.
- Cortocircuito en el circuito eléctrico o una interrupción de la corriente. Reparar el cortocircuito o reemplazar la pieza defectuosa.
- Relé de dirección defectuoso. Reemplace relé (opcional).



11.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL RECIPIENTE A PRESIÓN

- Presión de diseño: 3,5 bar
- Presión de prueba: 5,85 bar
- Presión Máxima de servicio: 3,5 bar
- Temperatura de trabajo: -161 °C
- Temperatura de diseño: -196 °C
- Material de construcción: 1.4301 EN 10028-7
- Volumen total nominal: 59.997 litros
- Número de rompeolas: 7
- Espesor de la virola interior / forro: 3 / 3 mm
- Espesor de los fondos interior / forro: 5 / 5 mm
- Espesor de los rompeolas: 3 mm
- Diámetro del depósito: 2.430 mm
- Longitud total nominal: 12.150 mm



11.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO

	Máx. autorizado	Máx. Tec. Adm.
Peso máximo autorizado(kg):	44.000	44.000
Peso sobre el eje nº 1 (kg):	8.000	9.000
Peso sobre el eje nº 2 (kg):	8.000	9.000
Peso sobre el eje nº 3 (kg):	8.000	9.000
Tara aproximada:	12.240	
Ancho máximo:	2.550	
Altura máxima:	4.000	
Longitud máxima:	14.040	

Distancia entre king-pin y primer eje: 6.800 mm

Distancia entre ejes nº 1 y nº 2: 1.310 mm

Distancia entre ejes nº 2 y nº 3: 1.310 mm

Voladizo posterior: 2.100 mm

11.5 EQUIPOS PRINCIPALES DEL DEPÓSITO

Denominación	Cantidad	Referencia	Observaciones
Boca de hombre	NO		
Válvula de seguridad	2	HEROSE typ. 06388	Pt: 7 bar
Aislamiento térmico	1	MLI+VACÍO	55 mm
Forro, virola	1	ACERO AL CARBONO	
Forro, fondos	2	ACERO AL CARBONO	
Válvula de fondo FL	Ver P&I	HEROSE typ. 09343	Compuerta/Ac. Neum.
Válvula de fondo FG	Ver P&I	HEROSE typ. 09343	Compuerta/Ac. Neum.
Válvulas de corte	Ver P&I	HEROSE typ. 01321	Globo



11.6 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL TREN DE RODAJE

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	OBSERVACIONES
Pivote King-pin	1	JOST 2"	162,4 KN
Pies de apoyo	2	MECANICOS JOST	MODUL 04-05
Ejes de rodadura	3	BPW 9T	Freno de disco
Suspensión	1	BPW	9T
Elevador eje 1º	0	NO	
EBS	1	WABCO 4 CANALES	(4S / 2M)
Calderín de aire	2	100 LTS	ALUMINIO
Actuadores	4	20/24	
Cámaras	2	16	
Paragolpes	1	ACERO	
Neumáticos	6	MICHELIN	385/65 R22.5
Llantas	6	ACERO	11,5 x 22,5
Guardabarros	6	PVC	
Soporte rueda recambio	2	-	
Calzo	2	PVC	
Extintores	2	9 Kg	
Toma de tierra	4	Latón	
Luces	2	ASPÖCK	
Armario de descargas	1	Inoxidable	
Bloqueo de frenos	1	Interlock	
Amarres para barco	8	IMO 8	



11.7 PRODUCTOS A TRANSPORTAR

Volumen geométrico: (VER PLACAS EN CISTERNA)

Carga por producto: (VER PLACAS EN CISTERNA)

Producto	Volumen (l)	Peso (kg)
GNL	Ver placa	Ver placa

1.5 ESQUEMAS

A continuación se adjuntan los siguientes documentos:

- Ficha técnica de la cisterna.
- Esquema General del Equipo
- Esquema Neumático
- Esquema Hidráulico
- Esquema Frenos
- Esquema de Luces



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CISTERNAS
CRIOGÉNICAS AISLADAS AL VACÍO

Documento:
GC-VK-001

Rev:
0

Fecha:
Febrero de 2015

CISTERNA TIPO 102.10

12 ANEXO 2 - COMPONENTES

INFORMACIÓN DEL SISTEMA EBS

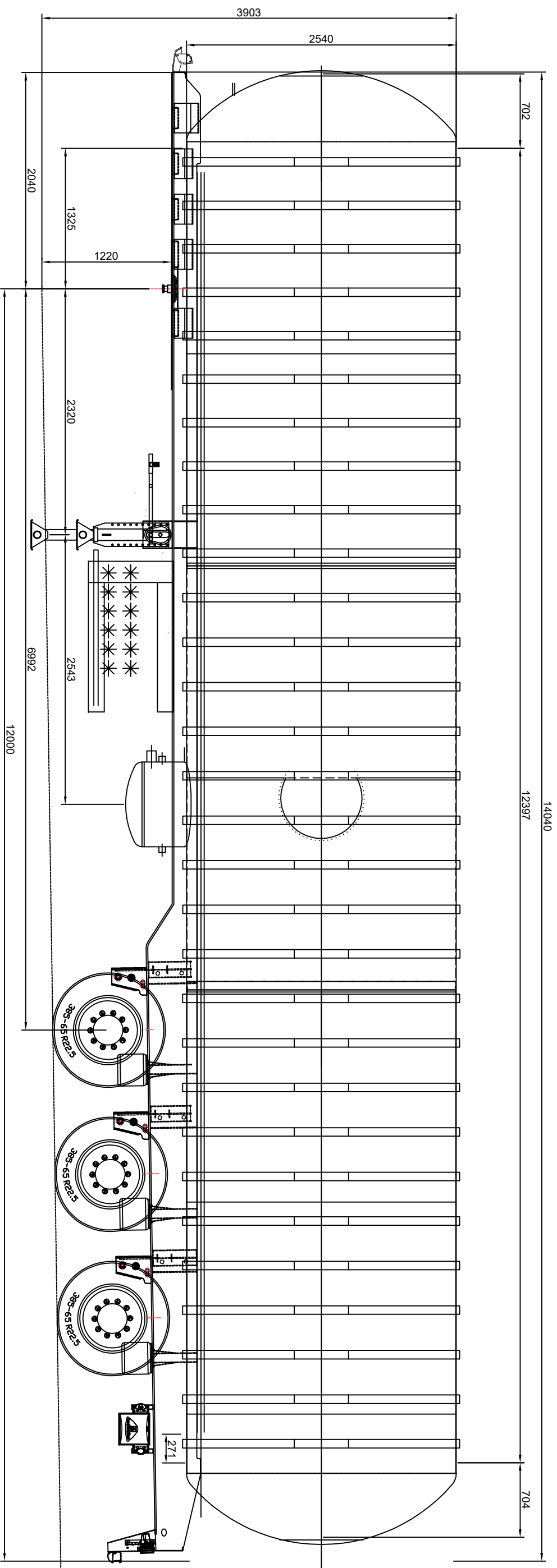
INFORMACIÓN DEL TREN DE RODAJE

INFORMACIÓN DE LA BOMBA

INFORMACIÓN DEL NIVEL DIFERENCIAL

INFORMACIÓN VÁLVULAS EQUIPO

INFORMACIÓN DE OTROS COMPONENTES DEL EQUIPO



REPARTO DE CARGAS Y PESOS			
	KING-PIN	TRIDEM	TOTAL
VACÍO	3.675 kg	8.525 kg	12.200 kg
LLENO (max)	12.615 kg	23.885 kg	36.500 kg
LLENO (GNL tipo)	12.615 kg	23.885 kg	36.500 kg

Datos Generales	
Normativa	TPED/ADR/EN 13530
Presión de Diseño	3,5 bar
Presión de Prueba	5,85 bar
Rango de Temperaturas	Interior: -196 a +20°C, Exterior: -20 a +50°C
Capacidad Geométrica	60.000 lts
Materiales	Interior: Acero Inoxidable, Exterior: Acero Inoxidable
Producto a Transportar	Recipiente a Presión: Radiografiado 100%
Grado de Llenado / Carga	Gas Natural Licuado (1972) (GNL-1972) - 90% / 23.072 kg

DIN A-3		Plano: Ficha Técnica		Dibujado		Aprobado		Nombre	
ESCALA	1:40			JRE	JRE			08.00-102.10-GEFT-0	
REF.	106							08.00	
Proyecto: 102.10									

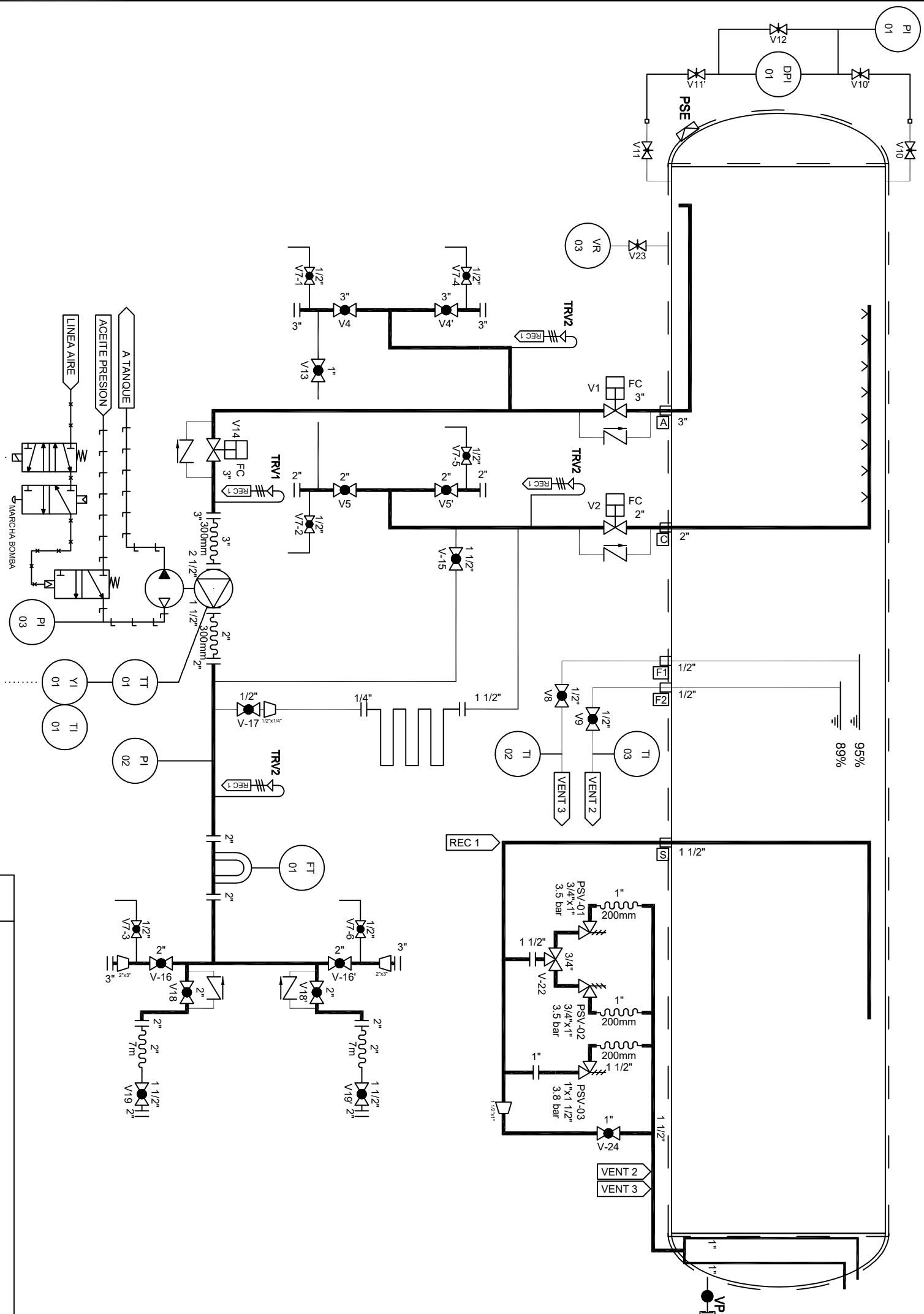
Cisterna Criogénica tipo Europea 60m³ / 3,5 bar



VAKUUM BARCELONA, S.L.
 Polígono Industrial Sesrovires
 Carrer Joan Oró núm 1
 08635 San Esteve Sesrovires (Barcelona)
 www.ham.es
 Telf: 93 779 87 32 - Fax: 93 779 87 34

Listado de Válvulas

id.	Tipo	DN/PN
V1	Válvula de Fondo Líquido	DN80/PN50
V2	Válvula de Fondo Vapor	DN50/PN50
V4	Válvula Corte Carga Inferior	DN80/PN50
V5	Válvula Corte Carga Superior / Retorno Vapor	DN50/PN50
V7	Válvulas de Drenaje	DN50/PN50
V8	Válvula Máximo Llenado 95%	DN80/PN50
V9	Válvula Máximo Llenado 89%	DN15/PN50
V10	Válvula Corte Nivel -	1/2"
V11	Válvula Corte Nivel +	1/2"
V13	Válvula By-Pass (Líquido / Vapor)	DN25/PN50
V14	Válvula Corte Aspiración de Bomba	DN80/PN50
V15	Válvula Corte Retorno a Vapor para Enfriado Bomba	DN40/PN50
V16	Válvula Corte Descarga por Bomba	DN50/PN50
V17	Válvula Corte Alimentación Forzada a Vaporizador	DN15/PN50
V18	Válvula Corte Entrada Manguera	DN50/PN50
V19	Válvula Corte Punta Manguera	DN50/PN50
V23	Válvula de corte del medidor de Vacío	1/8"
V24	Válvula de Venteo	DN25/PN50
TWV	Válvula de Tres Vías / Divertor Válvulas de Seguridad	(1"1" x 2) 3/4"
PSV1	Válvulas de Seguridad	3/4" - 6bar
PSV2	Válvulas de Seguridad	3/4" - 7.8bar
TRV1	Válvula de Alivio	1/4" - 20 bar
TRV2	Válvula de Alivio	1/4" - 3 bar
CK1	Válvula Antirretorno	1/2"
PPR	Vaporizador de Puesta en Presión	2x8ud x2m
P	Bomba	
FT	Contador	2"
VR	Toma del medidor de Vacío	1-1000 mTorr
VP	Boca para conexión de Vacío	
PSE	Protección de la cámara de Vacío	



Rev.	Descripción	Dibujado	Aprobado	Fecha
0	Inicial	JRE	JRE	30.09.15

DIN A-2	Plano:	Dibujado	Aprobado	Nombre
ESCALA 1:25	P&I	JRE 30.09.15	JRE 30.09.15	04.00-102.10-P&I-0
REF. 101	Diagrama de Instrumentos			
Proyecto: 102.10				

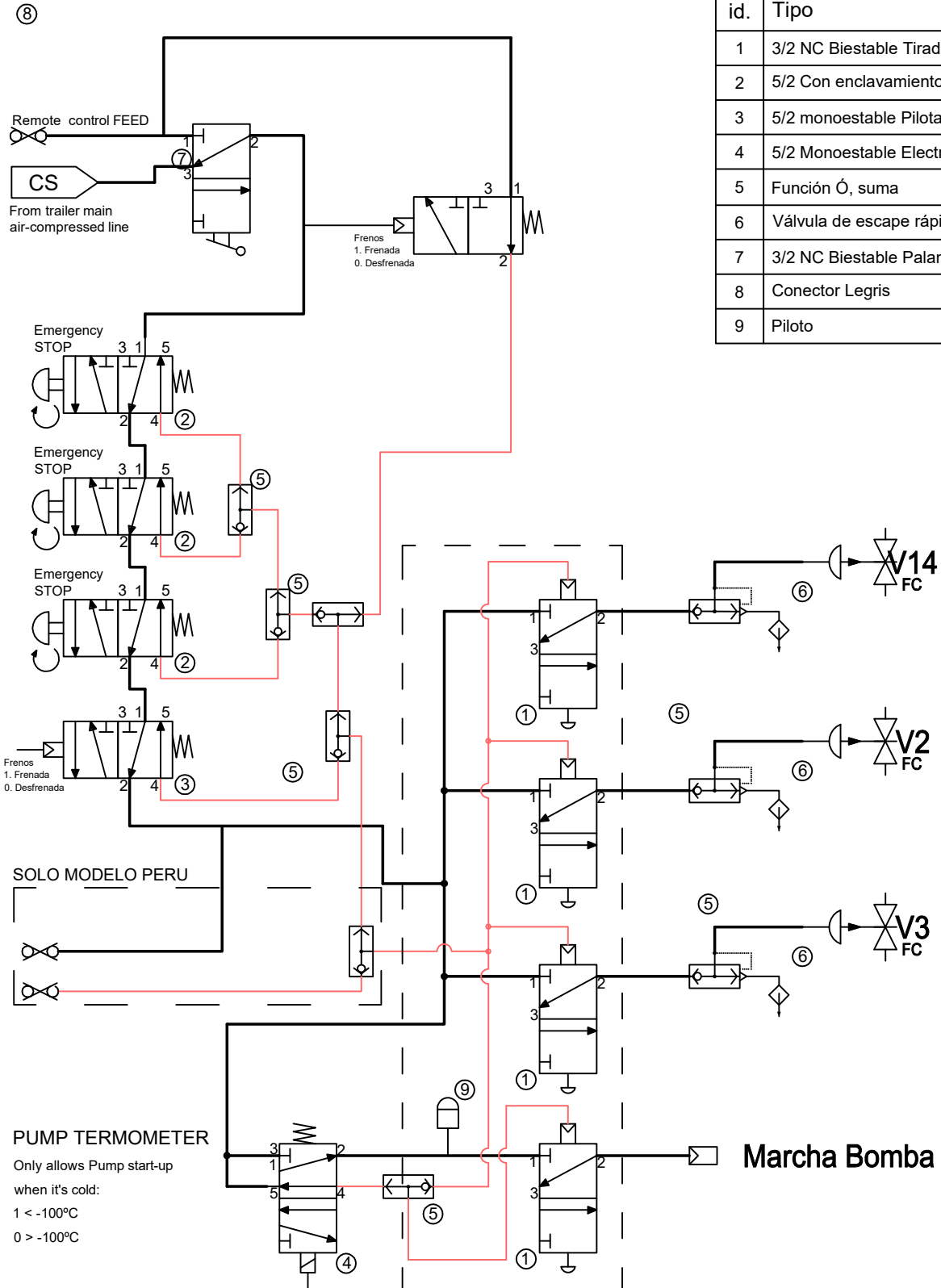
CISTERNA TIPO EUROPEA




VAKUUM BARCELONA, S.L.
 Polígono Industrial Sestrovires
 Carrer Joan Oró núm 1
 08635 San Esteve Sestrovires (Barcelona)
 www.ham.es
 Telf: 93 779 87 32 - Fax: 93 779 87 34

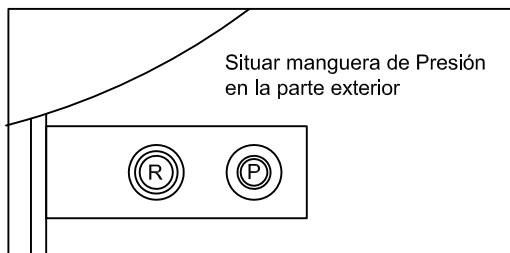
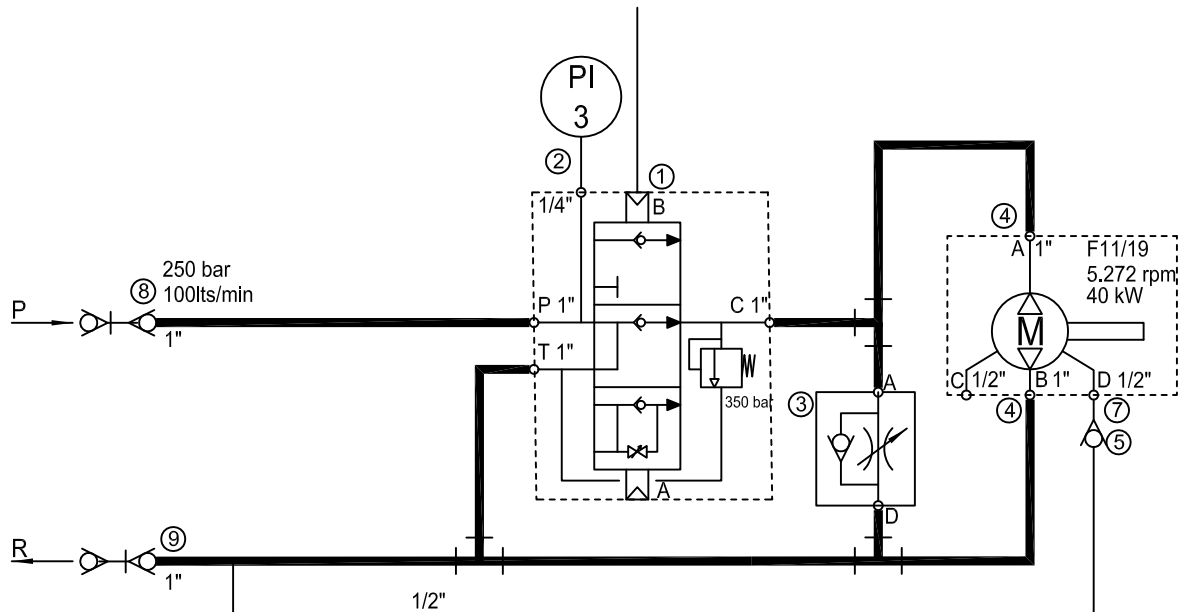
Listado de Válvulas

id.	Tipo	DN
1	3/2 NC Biestable Tirador / Pilotada	1/8"
2	5/2 Con enclavamiento y seta	1/8"
3	5/2 monoestable Pilotada	1/8"
4	5/2 Monoestable Electroválvula	1/8"
5	Función Ó, suma	1/8"
6	Válvula de escape rápido	1/8"
7	3/2 NC Biestable Palanca / Pilotada	1/8"
8	Conector Legris	1/8"
9	Piloto	1/8"




Rev.	Descripción	Dibujado	Aprobado	Fecha
0	Inicial	JRE	JRE	11.02.15
1	Revisión	JRE	AG	16:02:15

DIN A-2	Plano:	Dibujado	Aprobado	Nombre
ESCALA 1:25	P&I	JRE 16.12.14	JRE 17.12.14	08.00-P&I-1
REF. 101	Diagrama de Instrumentos	 VAKUUM BARCELONA, S.L Poligono Industrial Sesroviros Carrer Joan Oró núm 1 08635 San Esteve Sesroviros (Barcelona) www.ham.es Telf: 93 779 87 32 - Fax: 93 779 87 34		
Proyecto: 101.20	CISTERNA TIPO GERMÁN			



Listado de Válvulas

id.	Qty	Tipo	DN/PN			
1	1	Distribuidor Hidráulico		PZB - 33104520350		
2	1	Manometro de Presión 0-400bar 1/2"G D100	1/2"G / 400bar			
3	1	Regulador de Flujo 1"	1"	Tognella - FT 257/5-100		
4	2	Conexión 1"	1"			
5	1	Válvula de Retención	1/2"	OM - VU 1/2"		
6	1	Orificio regulador de Flujo	1/2"			
7	1	Conexión 1/2"	1/2"			
8	1	Acople Seco 1" M	1"M	FLAT-TECH IT FM 10-16 1 BSP F14		
9	1	Acople Seco 1" H	1"H	FLAT-TECH IT FF 10-16 1 BSP D15		
Rev.	Descripción			Dibujado	Aprobado	Fecha
0	Inicial			JRE	JRE	11.02.15
1	Revisión			JRE	AG	16:02:15

DIN A-2	Plano:	Dibujado	Aprobado	Nombre
ESCALA 1:25	P&I	JRE 16.12.14	JRE 17.12.14	08.00-P&I-1
REF. 101	Diagrama de Instrumentos	 VAKUUM BARCELONA,S.L Poligono Industrial Sesrovires Carrer Joan Oró núm 1 08635 San Esteve Sesrovires (Barcelona) www.ham.es Telf: 93 779 87 32 - Fax: 93 779 87 34		
Proyecto: 101.20				
CISTERNA TIPO GERMÁN				



Criogénica

Polígono Industrial Sant Ermengol, parcela 11
08630 Abrera (Barcelona)
Tel. 93 770 47 60
Fax 93 770 34 41
ham@ham.es

**PROCEDIMIENTO DESCARGA CISTERNAS DE GAS
NATURAL LICUADO CON BOMBA CRIOGÉNICA PARA
PLANTA DE GAS NATURAL LICUADO EN UN
ISOCONTENDOR**



PROCEDIMIENTO DE DESCARGA CISTERNAS GNL CON BOMBA

INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente procedimiento es dar las pautas de actuación necesarias para la descarga de cisternas de gas natural licuado (GNL) con bomba criogénica de trasvase a depósitos fijos de GNL.

Se adjunta check-list con las instrucciones a seguir durante todo el proceso de descarga al final del documento.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

1. CONEXION PINZA DE TIERRA

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

¡ATENCIÓN! El circuito eléctrico de la pinza de tierra debe de estar abierto (posición “0” del interruptor de la pinza) en el momento de conectar la pinza a la cisterna y cerrarlo (posición “I” del interruptor) solo cuando la pinza este bien conectada a la cisterna.



2. CONEXION DE LA MANGUERA

La descarga se realizará mediante una bomba criogénica que se conectará a la boca de carga de la manguera de la planta.

3. SELECCIÓN DEL CIRCUITO DE LLENADO DEL DEPÓSITO

El depósito tiene dos circuitos para el llenado de GNL:

- Circuito de llenado Inferior o Fondo. Consta de:

-Primera válvula de llenado inferior o fondo. (M1)

-Segunda válvula de llenado inferior o fondo. (M3). (Siempre abierta)

- Circuito de llenado Superior o Duchas. Consta de:

-Primera válvula de llenado superior o duchas. (M2)

-Segunda válvula de llenado superior o duchas. (M4) (Siempre abierta)

Será el conductor de la cisterna quien seleccione el circuito del depósito por donde realizará la descarga, en función de la presión del mismo. No obstante, lo habitual será realizar la descarga por duchas, para facilitar el llenado haciendo bajar la presión del depósito.

4. DESCARGA DE LÍQUIDO AL DEPOSITO.

Para iniciar la descarga de líquido al depósito se debe abrir la válvula situada en la manguera de descarga (M5) existente en la planta y abrir la válvula de llenado superior o “duchas” del depósito (M2).

Si la presión del depósito baja de 3 bares, abrir la válvula de llenado inferior o fondo (M1) y cerrar la de duchas.

5. FINAL DESCARGA

La descarga podrá ser completa o parcial. En caso de ser parcial el conductor finalizará la operación cuando estime oportuno y nunca sobrepasará el 95% de llenado del tanque.

6. FINALIZACION OPERACION DE DESCARGA.

Cerrar la válvula de llenado inferior del depósito (M1).

Cerrar la válvula de llenado superior del depósito (M2).

NOTA: El GNL que pueda quedar atrapado entre la válvula de la manguera y las válvulas del depósito gasificará y entrará en la fase gas del depósito a través de la válvula antirretorno existente en el mismo.

7. SALIDA DE LAS CISTERNAS DE LA PLANTA DE GNL

Antes de la salida de la cisterna de la planta de GNL. se debe:

- Despresurizar la unión entre la válvula existente en la manguera de la planta y la válvula de salida de la cisterna (M6).
- Desconectar la manguera.
- Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna **¡ATENCIÓN!** Antes de desconectar físicamente la pinza de la cisterna, abrir el circuito eléctrico de la misma, poniendo en posición "0" el interruptor de la pinza tierra.
- Se verificará con explosímetro la ausencia de atmósfera de gas en la zona antes de arrancar la tractora de la cisterna.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN



LISTA DE COMPROBACIONES PARA LA DESCARGA DE MP EN CISTERNAS

CORE LNGas hive

Mercancía peligrosa descargada: **UN 1972 GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO, 2.1. (B/D)**

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DE LA TRIPULACIÓN

- Identificación mediante documento oficial con fotografía
- Certificado de formación ADR del conductor en regla

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DEL VEHÍCULO

- Transportista:
- Transportista efectivo:
- Matrículas:
 - tractora: cisterna:
- Certificado aprobación ADR (tractora y cisterna) en regla
- Carta de Porte en vehículo; copia guardada por descargador
- Instrucciones escritas para el conductor

EQUIPAMIENTO DEL VEHÍCULO

- Extintores presentes y correctamente mantenidos.....
- Un calzo.....
- Linterna portátil (ATEX).....
- Triángulos (2) reflectantes de señalización.....
- Herramientas.....
- Chaleco o ropa reflectante según norma EN-471.....
- Equipos de protección personal indicados en las instrucciones escritas para el conductor y en la Evaluación de Riesgos.....
- Apagallamas.....
- Explosímetro.....
- Placas-etiqueta de peligro del modelo 2.1 en laterales y parte trasera
- Paneles naranja con numeración 223/1972 en parte delantera y trasera

COMPROBACIONES PREVIAS A LA DESCARGA

- Apertura puertas contrapuestas de la instalación.....
- Vehículo estacionado correctamente e inmovilizado con freno de mano (y calzos si se estima necesario)
- Personal que realiza la descarga conoce las reglamentaciones e instrucciones de seguridad
- Personal que realiza la descarga lleva equipos de protección individual requeridos
- Vehículo y equipo de servicio en buen estado aparente
- Existen en zona de descarga y se hallan en buen estado:
 - medios de extinción de incendios portátiles
 - herramientas necesarias (antichispas, si procede)
 - toma de agua (con suministro) y manguera.....
- Zona de descarga señalizada o acordonada para advertir a personal ajeno a la operación
- Manta ignífuga existente en la instalación
- Ausencia de trabajos incompatibles con la seguridad de la operación o tormenta eléctrica; o suficientemente alejados ...
- Ausencia de focos de ignición y material combustible en las proximidades
- Evidencia de que la mercancía a descargar es la prevista y cabe en el depósito de destino (Ver tabla atrás).....
- Válvulas de cubeto cerradas o sifón con agua.....
- Toma tierra conectada e interruptor accionado (si procede) ...
- Seguimiento instrucciones protocolo explosimetría (Ver tabla atrás).....
- Motor parado, batería desconectada, en operación conexión mangueras de descarga
- Acoples de mangueras correctos y en bocas de descarga previstas

COMPROBACIONES DURANTE LA DESCARGA

- Motor parado (excepto si necesario para el equipo de trasvase)
- Sistema eléctrico desconectado
- Tripulación vehículo fuera de la cabina y disponible en todo momento.....
- Presencia permanente del personal de descarga (Conductor y apoyo a la descarga)...
- Prohibición de fumar y encender fuegos
- Ausencia de fugas; posibles goteos controlados.....
- Velocidad de descarga adecuada
- Mangueras sin tensiones ni torsiones.....
- No se sobrepasa el nivel máximo del depósito.....

CONTROLES DESPUÉS DE LA DESCARGA

- La presión en la cisterna es adecuada.....
- Barrido del líquido en mangueras.....
- Cierre de válvulas de la instalación y cisterna.....
- Motor parado, batería desconectada, en operación desconexión mangueras.....
- Mangueras en soportes y bocas de descarga bien cerradas. Tapones ciegos acoplados.....
- Medios empleados en la operación (calzos, toma de tierra, extintores, señalizaciones, etc.) retornados a su lugar.....
- Zona de descarga queda limpia.....
- Vehículo, equipo de servicio y señalización exterior en buen estado aparente
- Carta de porte en vacío o descarga parcial cumplimentada y una copia entregada al conductor
- Cierre puertas contrapuestas de la instalación.....

Fecha		
Hora Llegada	Presión tanque 1	Nivel (%) tanque 1
	Presión tanque 2	Nivel (%) tanque 2
Hora Salida	Presión tanque 1	Nivel (%) tanque 1
	Presión tanque 2	Nivel (%) tanque 2
Cantidad Neta Descargada (kg)		

Nombre y apellidos del personal de descarga:

Firma o sello:

Nº acreditación SEDIGAS:

Nombre y apellidos del conductor:

Firma o sello:

Nº acreditación SEDIGAS:

Observaciones o incidencias durante la descarga:



**LISTA DE COMPROBACIONES PARA LA
DESCARGA DE MP EN CISTERNAS**

CORE LNGas hive

Mercancía peligrosa descargada: **UN 1972 GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO, 2.1. (B/D)**

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DE LA TRIPULACIÓN

- Identificación mediante documento oficial con fotografía
- Certificado de formación ADR del conductor en regla

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DEL VEHÍCULO

- Transportista:
- Transportista efectivo:
- Matrículas:
 - tractora: cisterna:
- Certificado aprobación ADR (tractora y cisterna) en regla
- Carta de Porte en vehículo; copia guardada por descargador
- Instrucciones escritas para el conductor

EQUIPAMIENTO DEL VEHÍCULO

- Extintores presentes y correctamente mantenidos
- Un calzo
- Linterna portátil (ATEX).....
- Triángulos (2) reflectantes de señalización.....
- Herramientas.....
- Chaleco o ropa reflectante según norma EN-471.....
- Equipos de protección personal indicados en las instrucciones escritas para el conductor y en la Evaluación de Riesgos.....
- Apagallamas.....
- Explosímetro.....
- Placas-etiqueta de peligro del modelo 2.1 en laterales y parte trasera
- Paneles naranja con numeración 223/1972 en parte delantera y trasera

COMPROBACIONES PREVIAS A LA DESCARGA

- Apertura puertas contrapuestas de la instalación.....
- Vehículo estacionado correctamente e inmovilizado con freno de mano (y calzos si se estima necesario)
- Personal que realiza la descarga conoce las reglamentaciones e instrucciones de seguridad
- Personal que realiza la descarga lleva equipos de protección individual requeridos
- Vehículo y equipo de servicio en buen estado aparente
- Existen en zona de descarga y se hallan en buen estado:
 - medios de extinción de incendios portátiles
 - herramientas necesarias (antichispas, si procede)
 - toma de agua (con suministro) y manguera.....
- Zona de descarga señalizada o acordonada para advertir a personal ajeno a la operación
- Manta ignífuga existente en la instalación
- Ausencia de trabajos incompatibles con la seguridad de la operación o tormenta eléctrica; o suficientemente alejados
- Ausencia de focos de ignición y material combustible en las proximidades
- Evidencia de que la mercancía a descargar es la prevista y cabe en el depósito de destino (Ver tabla atrás).....
- Válvulas de cubeto cerradas o sifón con agua.....
- Toma tierra conectada e interruptor accionado (si procede) ...
- Seguimiento instrucciones protocolo explosimetría (Ver tabla atrás).....
- Motor parado, batería desconectada, en operación conexión mangueras de descarga
- Acoples de mangueras correctos y en bocas de descarga previstas

COMPROBACIONES DURANTE LA DESCARGA

- Motor parado (excepto si necesario para el equipo de trasvase)
- Sistema eléctrico desconectado
- Tripulación vehículo fuera de la cabina y disponible en todo momento.....
- Presencia permanente del personal de descarga (Conductor y apoyo a la descarga)...
- Prohibición de fumar y encender fuegos
- Ausencia de fugas; posibles goteos controlados.....
- Velocidad de descarga adecuada
- Mangueras sin tensiones ni torsiones.....
- No se sobrepasa el nivel máximo del depósito.....

CONTROLES DESPUÉS DE LA DESCARGA

- La presión en la cisterna es adecuada.....
- Barrido del líquido en mangueras.....
- Cierre de válvulas de la instalación y cisterna.....
- Motor parado, batería desconectada, en operación desconexión mangueras.....
- Mangueras en soportes y bocas de descarga bien cerradas. Tapones ciegos acoplados.....
- Medios empleados en la operación (calzos, toma de tierra, extintores, señalizaciones, etc.) retornados a su lugar.....
- Zona de descarga queda limpia.....
- Vehículo, equipo de servicio y señalización exterior en buen estado aparente
- Carta de porte en vacío o descarga parcial cumplimentada y una copia entregada al conductor
- Cierre puertas contrapuestas de la instalación.....

Fecha		
Hora Llegada	Presión tanque 1	Nivel (%) tanque 1
	Presión tanque 2	Nivel (%) tanque 2
Hora Salida	Presión tanque 1	Nivel (%) tanque 1
	Presión tanque 2	Nivel (%) tanque 2
Cantidad Neta Descargada (kg)		

Nombre y apellidos del personal de descarga:

Firma o sello:

Nº acreditación SEDIGAS:

Nombre y apellidos del conductor:

Firma o sello:

Nº acreditación SEDIGAS:

Observaciones o incidencias durante la descarga:

PROTOCOLO DE EXPLOSÍMETRÍA

La tabla de abajo se completará para descarga con bombas criogénicas.

En otros casos, se asegurará la ausencia de atmósfera explosiva antes de conectar flexibles de manera previa a la descarga, y antes de desconectarlos tras terminar la operación.

Momento medición	Previo entrada cisterna (control de la planta)	Motor parado	Motor en marcha								Motor parado	Previo salida cisterna (control de la planta)	
		Conexión flexibles	15 min	30 min	45 min	60 min	75 min	90 min	105 min	120 min	Descon flexibles		
Ubicación 1 (junto a bomba)													
Ubicación 2 (salida tubo escape)													
Ubicación 3 (zona flexibles)													
Comentarios o incidencias:													

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PLANTA DE GAS NATURAL LICUADO (GNL)

- MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE GNL



PROYECTO CORE LNG HIVE - EPT1, S.L.

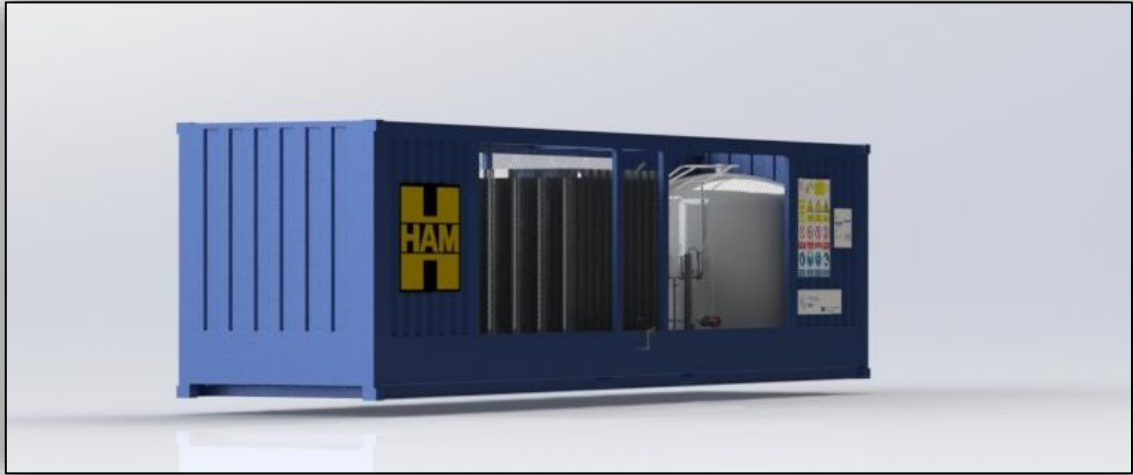


TABLA DE CONTENIDO

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y DESCARGA.....	2
1. Introducción.....	2
2. Módulo de Almacenamiento de GNL	3
2.1. Circuitos de llenado del depósito	3
2.2. Elementos de control depósito	5
2.3. Despresurización del depósito.....	6
2.5. Circuito Economizador del depósito	8
2.6. Circuitos consumo del depósito	9
3. Módulo de Descarga GNL.....	11
4. Módulo de regasificación de GNL	12
5. Modulo de regulación y odorización	16
6. Módulo de control y equipos auxiliares	20
7. Valores adoptados para la planta de GNL	24
7.1. Grupo de regulación	24
7.2. PPR del depósito	24
7.3. Armario eléctrico.....	24
MANUAL DE OPERACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD	¡Error! Marcador no definido.

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y DESCARGA

1. Introducción



El manual de funcionamiento pertenece a una planta de Gas Natural Licuado (GNL) con una capacidad de almacenamiento de 10 m³ aproximadamente, y una capacidad de gasificación media de 150 Nm³/h. En éste caso la planta de GNL está ubicada en un isocontenedor marítimo de 40 pies opentop.

La planta de GNL está formada por distintos módulos, interconectados entre sí, permitiendo de esta manera la descarga de cisternas de GNL, almacenamiento en el depósito criogénico, regasificación del gas, regulación y odorización del gas suministrado, y control de los parámetros de la planta.

Los módulos que forman la planta de GNL son:

- Módulo de Almacenamiento de GNL
- Módulo de descarga de GNL
- Módulo de regasificación de GNL
- Módulo de Regulación y Odorización del gas
- Módulo de control y equipos auxiliares

2. Módulo de Almacenamiento de GNL

Formado por dos depósitos verticales de 5 m³ marca FURUISE EUROPE COMPANY, S.L. En este módulo se almacena el GNL transportado por las Cisternas hasta la Planta de GNL.

En los depósitos se almacena el GNL a – 161 °C aproximadamente, a una presión comprendida entre 3,0 y 4,0 bar, pudiendo alcanzar hasta un máximo de 8 bar, presión de disparo de las válvulas de seguridad de ambos depósitos.

Cada uno tiene un indicador de presión y nivel. La presión máxima de trabajo es de 8 bar. El grado máximo de llenado permitido es del 95% (queda totalmente prohibido llenar por encima del 95%, en el supuesto de detectar niveles superiores es necesario informar a los responsables de la instalación, así como a la empresa mantenedora de la misma).

2.1. Circuitos de llenado del depósito

El depósito de GNL tiene dos circuitos para el llenado de GNL:

-Circuito de llenado Inferior o Fondo. Consta de:

-Primera válvula de llenado inferior o fondo. (V1.1 y V2.1)

-Segunda válvula de llenado inferior o fondo. (V1.2 y V2.2). (Siempre abierta)

-Circuito de llenado Superior o Duchas. Consta de:

-Primera válvula de llenado superior o duchas. (V1.3 y V2.3)

-Segunda válvula de llenado superior o duchas. (V1.4 y V2.4) (Siempre abierta)



V1.4 / V2.4 Válvula llenado superior o duchas

V1.3 / V2.3 Válvula llenado superior o duchas (siempre abierta)

V1.2 / 2.2. 2ª Válvula llenado inferior o fondo

V1.1 / V2.1. Válvula llenado inferior o fondo (siempre abierta)

2.2.Elementos de control depósito

Nos permite consultar in situ la presión y nivel del tanque y transmitirlos a nuestro PLC. La transmisión de datos es segura debido a que los elementos eléctricos y/o electrónicos cumplen las directrices de la normativa UNE 60210, son elementos antideflagrantes o de seguridad intrínseca.

Está formado por:

Indicadores de Nivel. (Indicador en %)

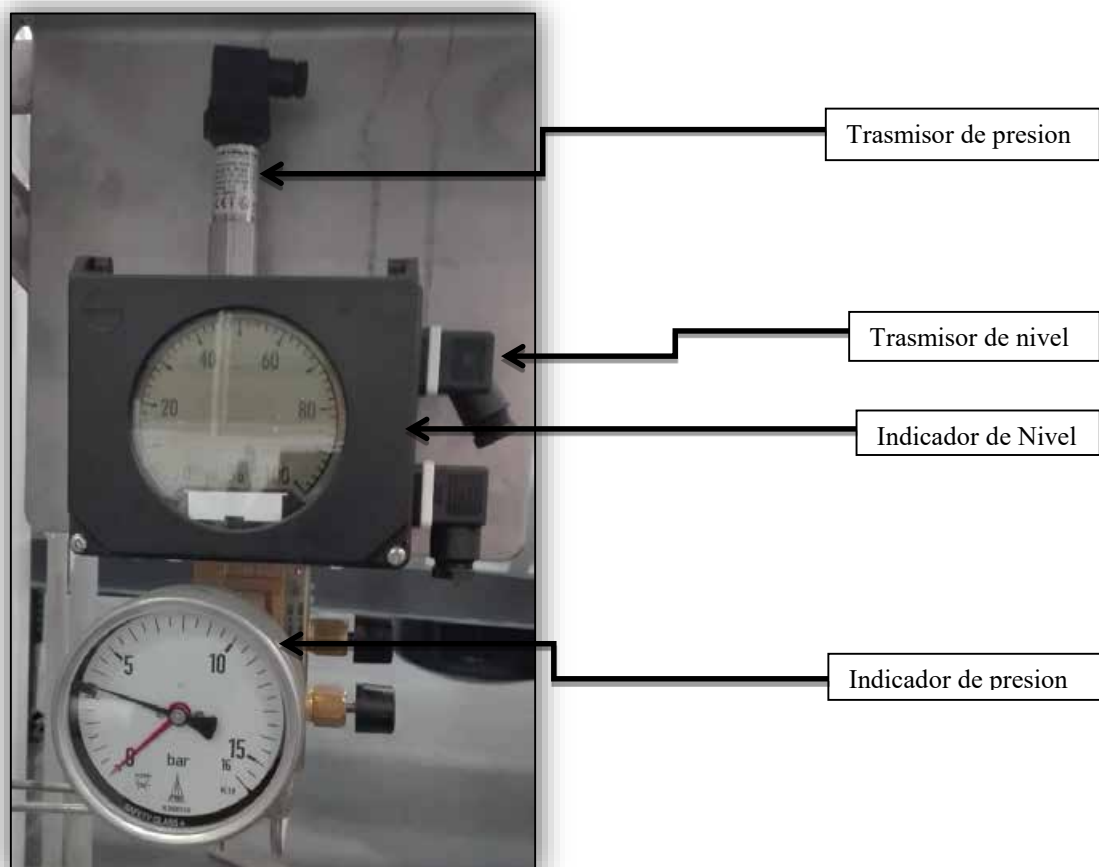
Indicadores de Presión. 0 a 10 bar.

Transmisor electrónico 4-20 mA de Niveles.

Transmisor electrónico 4-20 mA de Presiones.

NIVEL: EL principio físico en que se basa es la diferencia de presiones entre el fondo del depósito y la parte superior, sabiendo la geometría y la densidad del gas se deduce el volumen del tanque.

PRESIÓN: El transmisor traduce la presión a mA mediante una membrana diferencial.



2.3.Despresurización del depósito

La presión del depósito tiende a subir si no hay un consumo debido al calentamiento del producto que se encuentra en el interior a -161°C .

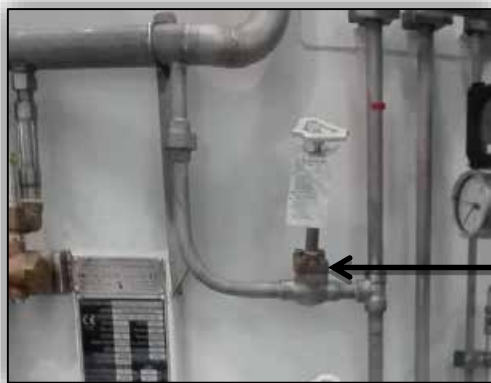
Es preferible despresurizar el depósito antes que actúen las válvulas de seguridad. Para ello se abre la válvula de venteo (V1.10 y V2.10) cuando el depósito se encuentra a una presión superior a los 7,8 bar, bajando ligeramente la presión de éste.

Se unificarán las fases gas de los dos tanques cuando no esten consumiendo para retrasar al máximo ésta situación.



Valvulas de seguridad

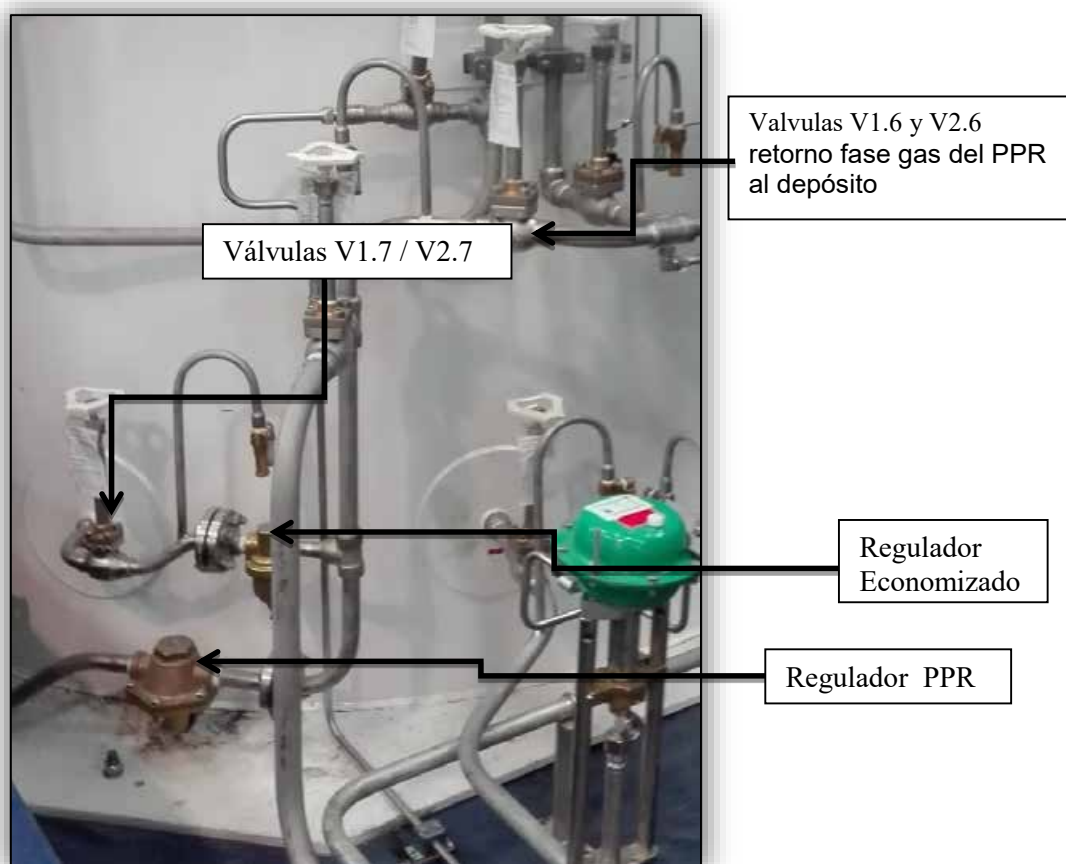
Valvulas 3 vias

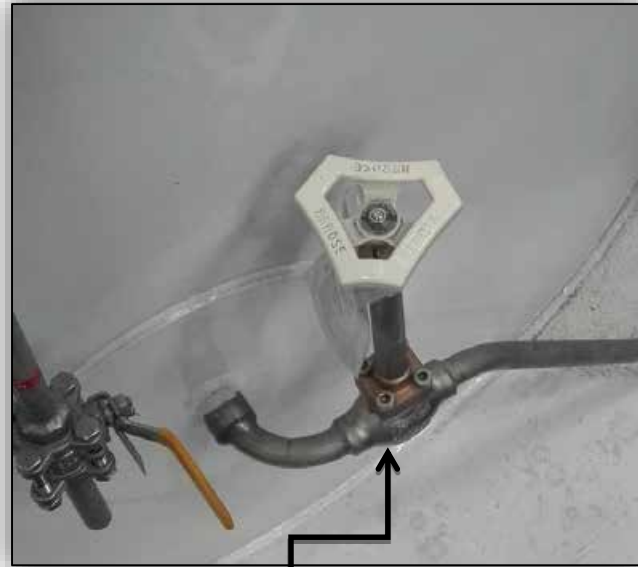


V1.10 y V2.10- Valvula de

Cuando el depósito sube a más de 5 bar, se accionan las válvulas de seguridad. Hay 2 válvulas dispuestas en dos grupos enlazadas con una válvula 3 vías. Siempre habrá un grupo trabajando y otro en espera. La selección del grupo de válvulas que estarán trabajando se realiza mediante la válvula de 3 vías.

2.4. Circuito PPR del depósito





Valvulas V1.5 y V2.5
 líquido a PPR depósito

El circuito PPR es un mecanismo que se acciona automáticamente cuando la presión del depósito es demasiado baja. Su funcionamiento consiste en gasificar GNL en la parrilla situada bajo el depósito y retornar GN al depósito aumentando así su presión.

La válvula que permite el envío de líquido al PPR del depósito es la válvula V1.5 y V2.5 que estará normalmente abierta. A través de la válvula V1.6 y V2.6 el líquido enviado al PPR retorna al depósito en fase gas. La válvula V1.6 y V2.6 estará también normalmente abierta.

2.5. Circuito Economizador del depósito

El circuito economizador actúa cuando aumenta la presión en el depósito y hay un consumo en planta. Al accionarse inyecta Gas Natural (fase gas) en el circuito de consumo, haciéndole bajar la presión del depósito. Para que el economizador esté en funcionamiento debe estar siempre abierta la válvula V1.7 y V2.7.

2.6. Circuitos consumo del depósito

Formado por la tubería de salida fase líquida de cada uno de los dos depósitos hacia las torres de gasificación y las válvulas:

- Válvula manual del depósito 1 de consumo fase líquido. (V1.8).
- Válvula manual del depósito 2 de consumo fase líquido. (V2.8).
- Válvulas automática consumo deposito 1 (VA1). (Cabezal verde).
- Válvulas automática consumo deposito 2 (VA2). (Cabezal verde).
- Válvula de by-pass de la válvula automática a consumo (C3).



Válvula
Autom. VA2

Válvula
Autom. VA1

Válvula
By-pass C3



Válvula
Mánual V1.8 / V2.8

2.7. Sistema de recirculación

Para evitar el envío de gas estratificado al motor de generación de gas se instala una recirculación con el objetivo de conseguir un Gas Natural con una composición dentro de los parámetros que se pueden considerar normales.



Válvula automática de recirculación VA3

Válvula manual entrada depósito V1.9 y V2.9



El sistema esta compuesto por:

- Valvula automática de recirculación (VA3)
- Válvula manual entrada deposito 1 (V1.9)
- Válvula manual entrada deposito 2 (V2.9)

Dicho sistema se podrá poner en marcha con un selector presente en el cuadro de control. Se recomienda tan solo utilizarlo cuando haya Gas Natural presente en el sistema en reposo durante más de 3 horas.

3. Módulo de Descarga GNL

Formado por una pinza de tierras, un acople especial para realizar la descarga de la cisterna de GNL.



4. Módulo de regasificación de GNL



El módulo de regasificación consta de:

- 1 Válvula automáticas del depósito 1 a consumo (VA1). (Cabezal verde).
- 1 Válvula automática del depósito 2 a consumo (VA2). (Cabezal verde).
- 1 Intercambiador atmosférico (Torre)
- 1 recalentador eléctrico
- 1 Válvula general de gas (VA3) (Cabezal rojo)

El intercambiador atmosférico (torre) es el equipo encargado de realizar el cambio de fase y calentamiento del gas líquido procedente del depósito de almacenamiento, obteniendo así gas natural, apto para consumo.

Cuando la temperatura ambiente sea muy baja, y la temperatura del gas a la salida de la torre sea inferior a 0 °C, entrará en funcionamiento el recalentador eléctrico para acabar de elevar la temperatura del gas a consumo. El recalentador eléctrico está situado antes de la entrada del skid de regulación

El principal peligro en una planta de GNL es que tengamos una fuga de Gas FRÍO. Para evitar dicha situación, después del gasificador y del recalentador se verifica continuamente la correcta temperatura del gas con una sonda de temperatura a la salida de la torre y tres sondas de temperatura antes de la entrada al skid de regulación. En caso que dos de las tres sondas que hay situadas antes de la entrada al skid, detectaran la salida del gas frío, es decir por debajo de -10°C, automáticamente se cerrarían todas las válvulas automáticas. Tanto la válvula general de gas (Cabezal roja), como las válvulas de consumo a la salida de ambos depósitos (Cabezal verde).



Recalentador eléctrico



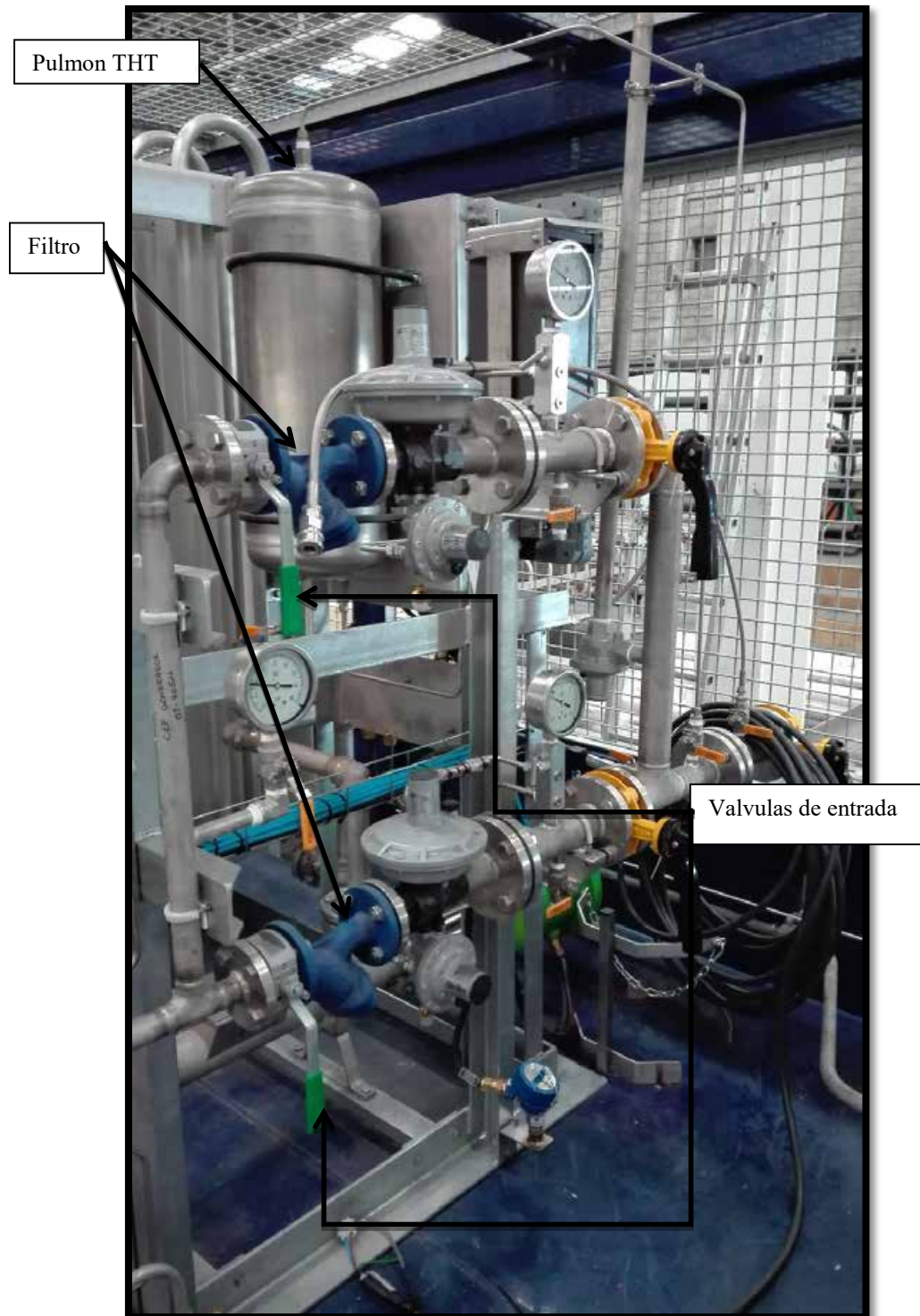


Las válvulas generales de gas permanecerán abiertas siempre que no exista ninguna de las siguientes alarmas:

- Muy baja temperatura de gas consumo a la entrada del skid (PT-100-1)
- Muy baja temperatura de gas 1 consumo a la entrada del skid. (AKO 1)
- Muy baja temperatura de gas 2 consumo a la entrada del skid. (AKO 2)
- Baja presión de gas para el accionamiento de las válvulas automáticas.
- Fallo de tensión.
- Paro de emergencia.

NOTA: Para que las válvulas automáticas cierren por baja temperatura dos de las sondas situadas antes del grupo de regulación (ya sean las dos AKO o una AKO y la PT-100) deben detectar una temperatura inferior a -10 °C.

5. Modulo de regulación y odorización





Regulador



Valvula general de gas

La regulación consta de 2 líneas en paralelo para asegurar el suministro de gas en caso de fallo de uno de los reguladores. Éstos cierran por máxima para evitar que las sobre presiones en la salida afecten la instalación y, por mínima, para evitar el paso excesivo de gas en caso de fugas importantes en la fábrica.

En caso de cerrarse un regulador, se tiene que rearmar. Para ello se debe retirar el plástico negro inferior y roscar dicho plástico al contrario en la varilla que sobresale. Una vez roscado se debe tirar lentamente del rearme (palanca) hacia abajo y mantener hasta que se normalice la presión.

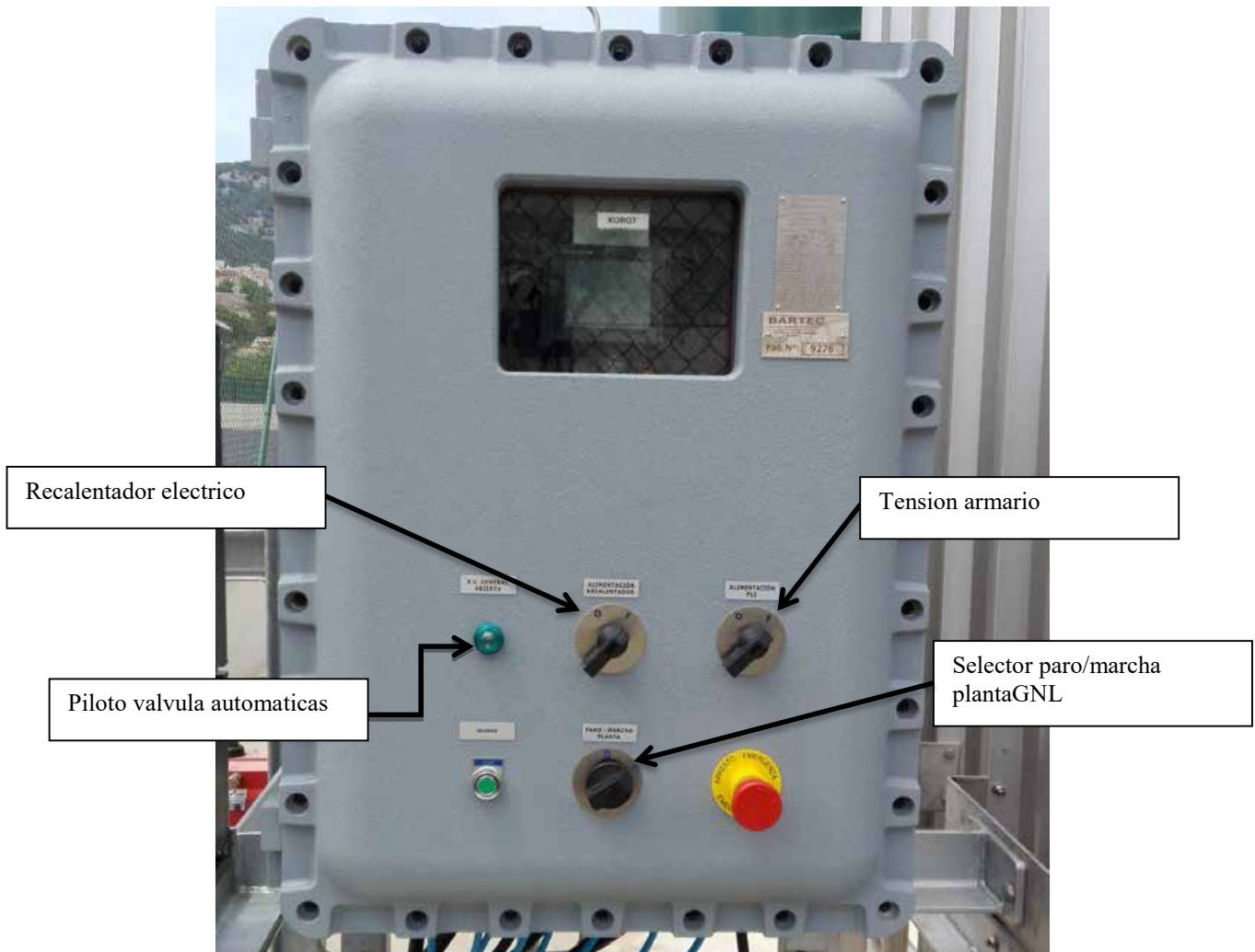


Palanca de rearme



En la zona de regulación también se realiza la odorización del gas, ya que éste es inodoro. Formado por un bidón de THT (tetrahidrotiofeno) de 60 lts conectado a una placa orificio y un pulmón para el THT. La impregnación de gas, odorización, se efectúa por saturación de caudal parcial o efecto Venturi. Cuando se deba reponer el THT se realizará la sustitución del Bidón de THT.

6. Módulo de control y equipos auxiliares



El armario eléctrico gestiona los datos que llega de la planta. Los datos principales son:

Indicador de presión del depósito.

Indicador de nivel de llenado del depósito.

Temperatura de gas a la salida de las torres. (PT-100-2).

Temperatura de gas a consumo a la entrada del skid. (PT-100-1).

Temperatura de gas 1 a consumo a la entrada del skid. (AKO 1)

Temperatura de gas 2 a consumo a la entrada del skid. (AKO 2)

Paro de emergencia.

El armario tiene un selector y un piloto informativo del estado de las válvulas automáticas. Dicho selector permite poner en marcha la planta abriendo las válvulas automáticas. El piloto verde encendido indica que las válvulas automáticas están abiertas y, en consecuencia, la planta activa.

Además, el armario existe un selector para dar y quitar tensión al mismo y un rearme del recalentador eléctrico para poder rearmar dicho equipo por fallo del térmico.

Las válvulas generales de gas permanecerán abiertas siempre que no exista ninguna de las siguientes alarmas:

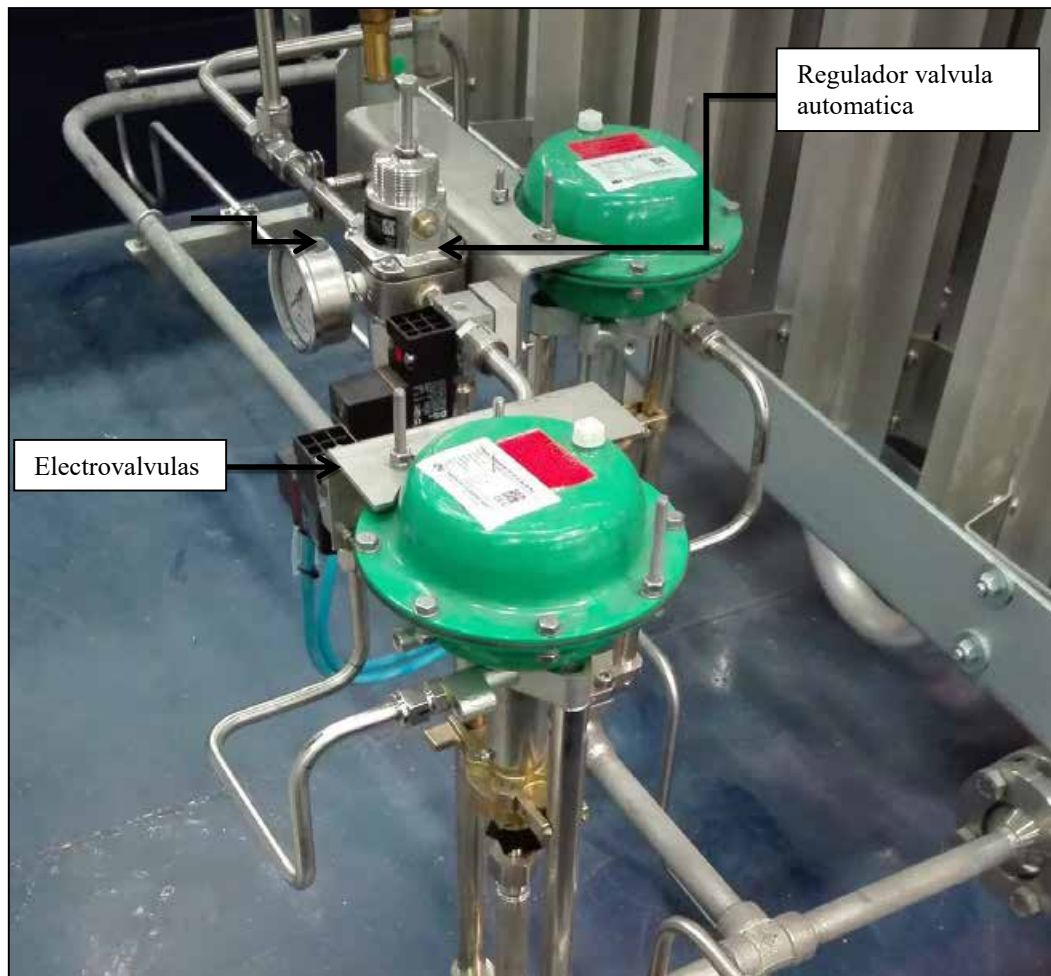
- Muy baja temperatura de gas consumo a la entrada del skid (PT-100-1)
- Muy baja temperatura de gas 1 consumo a la entrada del skid. (AKO 1)
- Muy baja temperatura de gas 2 consumo a la entrada del skid. (AKO 2)
- Baja presión de gas para el accionamiento de las válvulas automáticas.
- Fallo de tensión.
- Paro de emergencia.

NOTA: Para que las válvulas automáticas cierren por baja temperatura dos de las sondas situadas antes del grupo de regulación (ya sean las dos AKO o una AKO y la PT-100) deben detectar una temperatura inferior a -10 °C.

Para accionar las válvulas automáticas se utiliza el propio gas de la instalación.

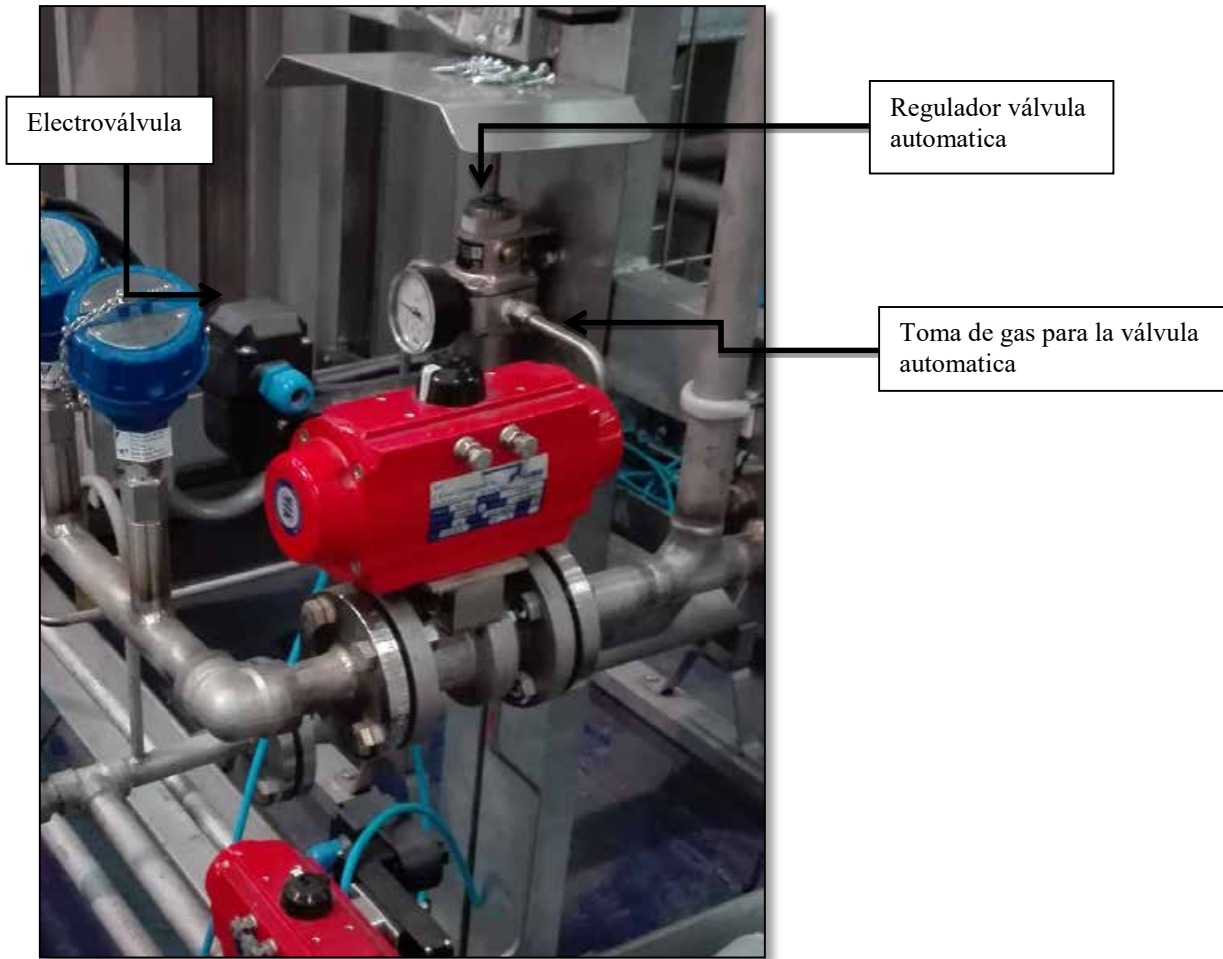
Accionamiento Válvulas Automáticas VA1 y VA2

La válvula automática VA1 y VA2 (Cabezal verde) situadas las salidas de ambos depósitos hacia consumo se accionan utilizando el gas existente en el depósito de almacenamiento. La válvula V1.24 es la que permite el envío de gas hacia el cabezal de la válvula automática. Esta válvula siempre debe estar abierta y es antiretorno para evitar que se despresurice la línea de alimentación de la válvula automática cuando se realice un venteo manual del depósito. Antes de entrar el gas en el cabezal de la válvula hay un regulador que reduce la presión hasta 2,5 - 3 bares. Además la válvula automática tendrá una electroválvula en el cabezal que se activa y permite la entrada de gas cuando recibe la orden del armario de control.



Accionamiento Válvula Automática

La válvula automática Cabezal rojo situada a la entrada del grupo de regulación se acciona cogiendo gas justo antes de la entrada del grupo de regulación. Antes de entrar al cabezal de las válvulas el gas pasa por un regulador que reduce la presión hasta 3 bares. Además, esta válvula automática tendrá una electroválvula en el cabezal que se activa y permite la entrada de gas cuando recibe la orden del armario de control.



7. Valores adoptados para la planta de GNL

7.1. Grupo de regulación

A continuación se indican los valores de regulación que se han dejado fijados para los reguladores de las dos líneas del grupo de regulación:

REGULADOR 1	
Presión salida	1,6
Seg. MAX	3,8
Seg. MIN	0,5
REGULADOR 2	
Presión salida	1,6
Seg. MAX	3,8
Seg. MIN	0,5

7.2. PPR del depósito

El regulador del PPR del depósito se ha dejado tarado de forma que la presión del tanque no bajará de unos 3,0 bares aproximadamente.

7.3. Armario eléctrico

CONSIGNAS DE ALARMAS INTRODUCIDAS

Descripción	Valor
Alarma Bajo Nivel Tanque	11%
Alarma Alto Nivel Tanque	97%
Alarma Baja Presión Tanque	1,0 bar
Alarma Alta Presión Tanque	7,8 bar
Alarma Muy Baja Temperatura Gas	-10 °C
Alarma Alta Temperatura Gas	60 °C
Valor arranque recalentador eléctrico (Temperatura gas 1)	0 °C
Valor paro recalentador eléctrico (Temperatura gas 1)	5.0 °C

NOTA: Los valores sombreados en amarillo producen paro de planta cuando dos de las tres sondas instaladas detecten un valor igual o inferior a -10 °C.

G.N.L. (Gas Natural Licuado)

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

GAS NATURAL LICUADO

Según R.D. 1078/93

Revisión 2 Fecha Enero 1997 Producto: GAS NATURAL LICUADO

1. IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA/PREPARADO Y EMPRESA

Nombre del producto: Gas Natural Licuado
 Fórmula química: CH₄
 Nombre IUPAC: Metano
 Identificación de la Sociedad: ENAGAS, S.A.

2. COMPOSICION E INFORMACION DE LOS COMPONENTES

Sustancia o mezcla: Mezcla
 Impurezas y/o componentes: Contiene pequeñas cantidades de propano, etano, i-butano, n-butano, i-pentano, n-pentano, exanos, N₂ y CO₂
 Número CAS: 748281
 Número ONU: 1972

3. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS	<p>Gas extremadamente inflamable. Temperatura del líquido muy baja -160° C, peligro de quemaduras por congelación. El gas arde con llama casi invisible. Forma mezclas explosivas con el aire (especialmente con proporciones metano/aire de 1:10). La vaporización del producto produce nubes de vapor blanco. Los vapores desprendidos del líquido son muy fríos y se comportan como un gas pesado (1,5 veces más que el aire), extendiéndose a nivel del suelo, hasta que se calienta a unos -104° C, entonces se hace más ligero que el aire. Cuando el líquido entra en contacto con el agua, se forma hielo y un sólido blanco que se evapora rápidamente.</p>
-------------------------------	---

4. PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con la piel	Lavar la ropa con agua, quitar la ropa impregnada si no se ha adherido a la piel.
Contacto con los ojos	Lavar con abundante agua, al menos durante 15 minutos.
Inhalación	Trasladar al afectado al aire fresco, respiración artificial si no respira. Evitar que la persona afectada se auto lesione debido al estado de confusión mental y desorientación transitoria, provocados por la inhalación. En todos los casos recibir asistencia médica.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Riesgos específicos	La exposición al fuego de recipientes, puede causar la explosión de los mismos.
Productos de combustión	CO ₂ , H ₂ O y CO (en deficiencia de aire y altas temperaturas).
Medios de extinción	Refrigerar la zona afectada por la radiación con agua pulverizada, no arrojar agua en chorro sobre el derrame líquido. Cuando se decida apagar el incendio, utilizar polvo químico seco.
Equipo de protección personal para la actuación en incendios	En espacios confinados utilizar equipos de respiración autónoma de presión positiva. Trajes de aproximación en las inmediaciones del incendio.

6. MEDIDAS EN CASO DE ESCAPES/DERRAMES ACCIDENTALES

Precauciones personales	Evacuar el área. No fumar ni hacer fuegos, alejar toda fuente de ignición. Evitar cargas electrostáticas. Cortar el suministro eléctrico. Permanecer del lado donde sopla el viento. Distancia de seguridad 50 – 60 mts. fuera de la nube de gas
Precauciones para la protección del medio ambiente	Intentar parar el escape/derrame.
Métodos de limpieza	Ventilar el área.

7. MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Manipulación	Utilizar prendas de protección personal adecuadas, por tratarse de un producto extremadamente frío. Evitar el contacto con la piel. No aplicar agua sobre el producto. No fumar ni tener puntos de ignición cercanos, cuando se manipule el producto.
Protección contra incendios y explosión	Peligro de explosión de mezclas con el aire al llegar a un foco de ignición.

8. CONTROLES DE EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

Ventilación	Asegurar una buena ventilación si existen fugas.
Protección corporal	Traje de trabajo, con brazos cubiertos y no ajustado.
Protección de manos	Guantes de cuero largos.
Protección ocular	Careta o pantalla anti salpicaduras.
Pies	Calzado de seguridad con suela de neopreno o similar, sin herrajes metálicos.
Manipulación	No fumar ni tener puntos de ignición cercanos, cuando se manipule el producto.

9. PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

Aspecto	Gas licuado, fuertemente refrigerado.
Color	Incoloro.
Olor	Inodoro.
Tª de autoignición	540° C
Tª de equilibrio	- 160° C a 1 atm.
Punto de congelación	- 182° C
Densidad	- 460 Kg/m ³
Límites de explosividad	Superior 15%. Inferior 5%
Calor de combustión	11.900 Kcal/Kg.
Peso específico del líquido	0,450
Peso molecular	16
1 m ³ de líquido libera aproximadamente 600 m ³ de gas.	

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	Inflamable y combustible..
Condiciones a evitar	Las fugas de líquido pueden producir fragilidad en materiales estructurales.
Reacciones peligrosas	En contacto con el aire forma mezclas explosivas.
Incompatibilidades	Oxidantes fuertes.

11. INFORMACION TOXICOLOGICA

Vías de entrada	La inhalación es la ruta más frecuente de exposición. El gas natural no es una sustancia tóxica. Los vapores actúan como anestésicos y asfixiantes por desplazamiento del oxígeno.
Carcinogenicidad	No presenta.

12. INFORMACION ECOLOGICA

General	Puede causar hielo que dañe la vegetación
Persistencia y degradabilidad	La vida media de biodegradación del metano es de 70 días. La vida media de evaporación del compuesto procedente de aguas continentales se ha estimado de 1,17 h. (ríos) a 13,69 h (lagos. A. Tª ambiente está en fase gaseosa en la atmósfera, donde apenas sufre hidrólisis o fotólisis, siendo las reacciones químicas con especies radicálicas las que más contribuyen a la transformación atmosférica del metano.
Movilidad / bioacumulación	No presenta problemas de bioacumulación ni de incidencia en la cadena trófica alimenticia. El metano es prácticamente insoluble en agua, lo que indica que la bioconcentración en organismos acuáticos es mínima. Fundamentalmente permanece en la atmósfera donde es degradado mediante reacciones químicas.

13. CONSIDERACIONES PARA SU ELIMINACION

En lugares al aire libre dejar evaporar, ventilar en lugares cerrados, en cualquier caso evitar cualquier foco de ignición.

14. INDICACIONES PARA EL TRANSPORTE

Número ONU	1972
Clase y división	2, 3º F
Nº de peligro	223
Nº ficha de intervención	27
Otras informaciones para el transporte	Asegurarse que el conductor esta enterado de los riesgos potenciales de la carga y que conoce que hacer en caso de un accidente o de una emergencia. Asegurarse cumplir con la legislación vigente.

15. INFORMACION REGLAMENTARIA

Clase y división ADR	2, 3º F
Etiquetas de peligro	Rombos naranja con una llama negra.

16. OTRAS INFORMACIONES

Asegúrese que se cumplen las normativas nacionales y locales.

Los datos indicados corresponden a nuestros conocimientos actuales y no representan una garantía de las propiedades.



THT (Odorizante)

SCENTINEL T

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

P-4956



1. Identificación del producto y de la sociedad

Nombre del producto: SCENTINEL T

Datos adicionales:

Identificación de la sociedad: Quimidroga, S.A.
Tuset, 26
08006 Barcelona
Telf. (93) 236.36.36

Teléfono de emergencia: (93) 236.36.36

2. Composición/información sobre los componentes

NOMBRE	% en peso	CAS N°	EINECS N°
Tetrahidrotiofeno	> 98	110-01-0	2037289
Productos relativo	< 2		

3. Identificación de los peligros

Peligros principales: Fácilmente inflamable
Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

4. Primeros auxilios

- Prevención	Ventilar a fondo el local del trabajo.
- Inhalación	Sacar al aire libre. Consultar inmediatamente al médico.
- Contacto con la piel	En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua y jabón.
- Contacto con los ojos	Eliminar con abundante agua. Consultar al médico.

5. Medidas de lucha contra incendios

Adecuados:	Dióxido de carbono, productos químicos secos, espuma o agua pulverizada (aerosol)
No adecuado:	Agua
Protección contra el incendio:	Evitar la proximidad o el contacto con superficies calientes, llamas o chispas Tomar medidas preventivas contra descargas eléctricas estáticas durante las operaciones de envasado y transvasado. No fumar

6. Medidas en caso de vertido accidental

Precauciones para el medio ambiente	Manipular siempre en sistema cerrado.
En caso de fuga o de derrame	Recoger los pequeños derrames con absorbente químicos secos. Limpiar con disolvente orgánico o detergente. Limpieza con agua oxigenada (Reacción)
- sobre el suelo	

SENTINEL T**7. Manipulación y almacenamiento**Medidas de prevención técnica
AlmacenamientoManténgase el recipiente bien cerrado.
Almacene lejos de fuentes de calor. Evitar descargas estáticas. Conéctese a tierra. Utilizar únicamente contenedores, juntas, tuberías, etc. hechos con materiales apropiados para el uso de hidrocarburos aromáticos.**8. Control de exposición/protección individual**

TA-LUFT CL.I

VLT (ppm)

Protección personal

- Protección de la piel

- Protección ocular

Higiene industrial

No se ha establecido

En caso de incendio y/o de explosión, utilícese equipo respiratorio autonomía.

Guantes (Solvex)

Gafas de protección

Manténgase lejos de los alimentos, bebidas y piensos.

9. Propiedades físicas y químicas

Estado físico

Color

Olor

- Punto de fusión
- Punto de ebullición

Densidad

Presión de vapor

Líquido

Incoloro

Desagradable

Penetrante

- 96 ° C

118 ° C

999 Kg/m³ a 20 °C

19,3 mbar a 20 °C

55,2 mbar a 38 °C

80,0 mbar a 50 °C

160 mbar a 80 °C

3,04

1,042 mPa.s

Sin importancia

Elevada

15 ° C (TOC)

12 ° C

202 ° C

1,1

12,1

640 ° C (H₂S+ CO₂ + CO)

1,6

0,001 ppm

Densidad rel. del vapor (aire = 1)

Viscosidad a 20 °C (mm²/s)

Solubilidad en agua (% peso)

Soluble en solventes orgánicos

Temp. de inflamación

Temp. de inflamación (CC,ASTM D3243)

Punto de auto-inflamación

- Inferiores (vol %)

- Superiores (vol %)

Descomposición térmica

Log P octanol / agua a 20 ° C

Límite detección

10. Estabilidad y reactividad

En combustión forma:

Reacciones peligrosas

(SO₂ + CO₂ + CO)

Evitar ácidos fuertes y oxidantes.

11. Informaciones toxicológicas

Toxicidad agua

- Vía oral en rata DL50

- Cutánea (conejo) DL50

- CL50 (rata - 4h)

1850 mg / kg

> 2000 mg/kg

23 mg/L = 6270 ppm

Irritante

Toxicidad subcrónica y crónica:

Expuesto repetidamente por respiración

Efectos teratogénicos

Ninguno a < 1400 ppm

de rata En 3 meses

Negativa

12. Informaciones ecológicas



SENTINEL T

Informa sobre efectos ecológicos
Persistencia y degradabilidad
Clase WGK (Alemania) 3
Desintegración en aire
Degradación por radical -OH:días período de semidesintegración = 0,8

13. Consideraciones relativas a la eliminación

Eliminación de los residuos No arrojar en desagües o directamente en el entorno.
Eliminar de manera segura, cumpliendo con la legislación local/nacional.
Incineración

14. Informaciones relativas al transporte

- RID/ADR 3 Número 3b
- No. ONU 2412 II
- Codo IMO-IMDG 3283 Clase 3.2
- ICAO/IATA 3 Clase
Otros
UK HAZCHEM CODE: 3WE/2412
Kammler code: 33/2412

15. Informaciones reglamentarias

CEE
- Símbolo(s) Fácilmente inflamable
Nocivo
- Frazes R R 11: Fácilmente inflamable
R 20/21/22: Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R 36/38: Irrita los ojos y la piel.
S16: Protéjase de fuentes de ignición. No fumar.
S23: No respirar los gases / humos / vapores / aerosoles
S36/37: Usen indumentaria y guantes de protección adecuada.

16. Otras informaciones

Versión: 16/01/97
Emisión: 12/11/98

La información de esta ficha de datos de seguridad del producto, está basada en los conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la U.E. y nacionales, en cuanto que las condiciones de trabajo de los usuarios están fuera de nuestro conocimiento y control. El producto no debe utilizarse para fines ajenos a aquellos que se especifican sin tener primero una instrucción por escrito de su manejo. Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas oportunas con el fin de cumplir con las exigencias establecidas en las Legislaciones vigentes. La información contenida en esta ficha de seguridad sólo significa una descripción de las exigencias de seguridad del producto y no hay que considerarla como una garantía de sus propiedades.

Annex 5

Report of the pilot test in the Port of Barcelona

Subactivity EPT1

Performing the tests in each port.

A. Pilot test in the Port of Barcelona

D 8.1

Autoridad Portuaria de Barcelona (APB)



Port de Barcelona



**CORE LNGas
hive**

CORE LNGas
hive

Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas

2014-EU-TM-0732-S

D8.1 Performing tests at each port.

A. Pilot test in the Port of Barcelona

Actual submission date: 09 June 2020

Start of project: 01 January 2014

duration: 60 months

Lead Contractor for this deliverable: Autoridad Portuaria de Barcelona

Revision: final

Co-financed by the European Union

Connecting Europe Facility

Dissemination level

- PU** Public x
- CO** Confidential, only for members of the consortium (including the Commission Services)

Revision History

Deliverable Administration and summary

Project Acronym: CORE LNGas Hive INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196

Document Identifier: 200602_D8_1_informe_piloto_Barcelona_DEF

Leading partner: Autoridad Portuaria de Barcelona

Report version: Final

Report preparation date: 02/06/2020

Classification: Technical report

Author(s) and contributors: Jordi Vila (APB), Daniel Ruiz (APB),

Status	Plan
	Draft
	Working
x	Final
	Submitted
	Approved

The Core LNGas Hive consortium has addressed all comments received, making changes as necessary. Changes to the document are detailed in the change log table below.

Date	Edited by	Status	Changes made
-------------	------------------	---------------	---------------------

Copyright

This report is © CORE LNGas Hive Consortium 2015. Its duplication is allowed only in the integral form for personal use or for the purposes of research and education.

Citation

Jordi Vila (APB) D 8.1 - Performing the tests in each port. A. Pilot test in the Port of Barcelona. CORE LNGas Hive consortium, www.corelngashive.eu

Acknowledgements

The work presented in this document was conducted in the context of the action INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196 CORE LNGas Hive. CORE LNGas HIVE is a 60-month project that started on 1 January 2014.

The project consortium comprises: Enagás Transporte, S.A.U. (Enagás), Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidade de Santiago de Compostela (USC), ENTE VASCO DE LA ENERGÍA (EVE), Autoridad Portuaria de Barcelona - Port de Barcelona (APB), Port Authority of Cartagena (PAC), AUTORIDAD PORTUARIA DE FERROL-SAN CIBRAO (APF), Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras (APBA), Port Authority of Huelva (PAH), COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE PETRÓLEOS S.A.U. (CEPSA), Regasificadora del Noroeste, S.A. (RdN), HAM CRIOGENICA, S.L. (HAM), BUREAU VERITAS IBERIA SLU (BVI), GUASCOR POWER SA (GP), IDIADA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY S.A (IAT), FLOTA SUARDÍAZ, S.L. (Suardíaz), ITSAS GAS BUNKER SUPPLY SL (ITSAS), COMPAÑIA DE REMOLCADORES IBAIZABAL, S.A. (IBAI), TERMINAL DE CONTENIDORS DE BARCELONA, S.L. (TCB), Terminal Catalunya, S.A. (TC), UTE REMOLCADORES DE BARCELONA-SAR, UNION TEMPORAL DE EMPRESAS, LEY 18/1982 (URB), ASTILLEROS ARMON, S.A. (AA), GAS NATURAL SDG, S.A. (GN), INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA (IEG), Fundación de la Comunidad Valenciana para la Investigación, Promoción y Estudios Comerciales de Valenciaport (Fundación Valenciaport) (FV), Planta de Regasificación de Sagunto, S.A. (PRS), MOLGAS ENERGÍA, SAU (ME), Autoridad Portuaria de Valencia (APV), SEAPLACE SL (Seaplace), BOLUDA CORPORACION MARITIMA S.L. (BCM), Autoridad Portuaria de Bilbao (APBi), RENFE MERANCÍAS S.A. (Renfe), Puertos del Estado (PdE), Dirección General de la Marina Mercante (DGMM), PORT AUTHORITY OF GIJON (PAG), Port Authority of Melilla (PAM), Santander Port Authority (SPA), Port Authority of Tarragona (PAT), Port Authority of Vigo (PAV), Port Authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT) and REN Gasoductos, S.A. (RENG).

More Information

Public CORE LNGas HIVE reports and additional information related with the project execution and results are available through CORE LNGas Hive public website at www.corelngashive.eu

Table of contents

1.	Abstract	15
2.	Introduction	16
3.	Pilot location	17
4.	Emergency plan and project report	20
5.	Planning the pilot	22
6.	Install equipment	32
6.1.	<i>Layout</i>	<i>32</i>
6.2.	<i>Moving equipment to the wharf</i>	<i>35</i>
6.3.	<i>Security and surveillance fencing</i>	<i>43</i>
6.4.	<i>Installing the electrical sockets</i>	<i>50</i>
6.4.1.	Electrical sockets for the generator engine	50
6.4.2.	Electrical sockets for the tank container	62
6.5.	<i>Earth installation</i>	<i>64</i>
6.6.	<i>Refrigeration circuit piping installation</i>	<i>65</i>
6.7.	<i>Connection</i>	<i>73</i>
6.7.1.	Connection of the gas pipe from the tank container to the engine	73
6.7.2.	Electrical connection to the ship	78
6.8.	<i>ACB inspection</i>	<i>93</i>
6.9.	<i>Filling the LNG tanks</i>	<i>98</i>
6.10.	<i>Engine tuning and carburetion</i>	<i>112</i>
6.10.1.	Removing the protective wrapping	112
6.10.2.	Installation of external elements	114
6.10.3.	Phases prior to the initial engine start-up	117
6.10.4.	Engine carburetion adjustment with an element housing	119
7.	Pilot	128
7.1.	<i>Results</i>	<i>128</i>
7.2.	<i>Issues detected</i>	<i>145</i>
7.2.1.	Assembly location and cable length	145
7.2.2.	Electric sockets	146
7.2.3.	Gas flow and pressure	146
7.2.4.	Needs during installation of the equipment	146
7.2.5.	Defining the connections	146
7.2.6.	Legalisation	147
8.	Conclusions	147
	List of Acronyms and Abbreviations	149

ANNEXES

Annex 1: Project technical report

Annex 2: Location plans

Annex 3: Self-protection plan

Annex 4: Procedure for unloading liquefied natural gas tanks with cryogenic pump for liquefied natural gas plants in an isocontainer.

Annex 5: Nitrogen blanketing procedure of a unified regasification satellite plant in an isocontainer.

List of tables

Tabla 1.	Pilot planning in the Port of Barcelona: dates, activities, person responsible and notes.....	24
Tabla 2.	List of materials needed for the pilot.	29

List of figures

Figura 1.	Pilot location. Ponent wharf.	17
Figura 2.	Pilot location. Ponent wharf. Detail of the RoRo ramp, public area of the wharf and Porta de Europa bridge.	18
Figura 3.	Pilot location. Ponent wharf. Detail of the location of equipment, electrical and gas connections and fencing.	18
Figura 4.	Equipment storage area at the Enagás plant.	19
Figura 5.	Materials storage area in the Sant Bertran warehouse.	20
Figura 6.	Safety distances according to the UNE60210-2015 standard (Satellite plants).	21
Figura 7.	Dangerous areas.	22
Figura 8.	General view of the Ponent wharf with the L'Audace docked.	32
Figura 9.	Marking the position of the container of the LNG tanks (HAM).	33
Figura 10.	Marking the position of the engine container (Guascor-Siemens).	33
Figura 11.	Marking the position of the engine cooling pipes.	34
Figura 12.	Marking the position of the diesel generator to supply electricity to the ensemble.	34
Figura 13.	Loading the container of the Guascor-Siemens generator engine located at the Enagás plant with the truck with sidelifter.	36
Figura 14.	Sidelifter position in the marked area of the Ponent wharf.	37
Figura 15.	Placing wooden planks to properly support the generator engine.	37
Figura 16.	Placing wooden planks to correctly support the generator engine.	38
Figura 17.	Loading the container of the LNG tanks on the sidelifter and positioning it at the agreed site.	38
Figura 18.	Unloading the container of the LNG tanks at the agreed site.	39
Figura 19.	Unloading the container of the LNG tanks at the agreed site.	39
Figura 20.	Unloading Guascor-Siemens equipment and materials on Sant Bertran (17 June).	40
Figura 21.	Unloading Guascor-Siemens equipment and materials on Sant Bertran (17 June).	40
Figura 22.	Unloading the 200 l oil drums and the 1 m³ glycol water (cooling circuit liquid) drum on Sant Bertran.	41
Figura 23.	Label of the 1 m³ glycol water (cooling circuit liquid) drum.	41
Figura 24.	Storing Guascor-Siemens equipment and materials on Sant Bertran.	42
Figura 25.	Transferring Guascor-Siemens equipment and materials from Sant Bertran to the Ponent wharf with the APB Conservation boom truck.	42
Figura 26.	Installation of the New Jersey-type fence and Rivisa fence.	44

Figura 27.	Installation of the New Jersey-type fence and Rivisa fence.	44
Figura 28.	Installation of the New Jersey-type fence and Rivisa fence.	45
Figura 29.	Installation of the New Jersey-type fence and Rivisa fence. Sea side without New Jerseys, as there is no risk of impact.	45
Figura 30.	Cones and tape to mark the route during the communication event.	46
Figura 31.	ORP sign of the tank container.	46
Figura 32.	Sign with the P&ID of the tank container.	47
Figura 33.	Activation of the Barcelona Fire Brigade and Port Police RPG during the LNG loading operations in the tanks.	47
Figura 34.	Activation of the Barcelona Fire Brigade and Port Police RPG during the LNG loading operations in the tanks.	48
Figura 35.	Activation of the Barcelona Fire Brigade and Port Police RPG during the LNG loading operations in the tanks.	48
Figura 36.	Display screens of the cameras of the Port of Barcelona surveillance system. Loading fuel.	49
Figura 37.	Display screens of the cameras of the Port of Barcelona surveillance system. Loading fuel.	49
Figura 38.	Inputs from the 24v and 400v source in the gas engine container and 400v outputs to the ship.	50
Figura 39.	Technical characteristics of the Pratika 81683 connector.	52
Figura 41.	Technical characteristics of the Pratika 82977 connector.	53
Figura 42.	Pratika 82977 connector, to connect the 24v socket to the engine container.	54
Figura 43.	Cables with Pratika 81683 and Pratika 82977 connectors.	54
Figura 44.	Rental generator Europa-Atlas-Copco QAS40 generators.	55
Figura 45.	Generator screen. Indicates the fuel level and the absolute number of hours of operation.	56
Figura 46.	400v generator connector.	56
Figura 47.	Technical data of the QAS40 diesel generator for the 400v connection.	57
Figura 48.	SITOP 6EP1366-3BA00 24v, 20A power supply.	58
Figura 49.	Technical characteristics of the power supply (Input).	59
Figura 50.	Technical characteristics of the power supply (output).	61
Figura 51.	Diagram showing the output amperage of the power supply, which reaches 23A, maintaining the voltage (24v).	61
Figura 52.	Installation work for the 230v connection for the tank container.	62
Figura 53.	Installation work for the 230v connection for the tank container. Connection box.	63
Figura 54.	Diagram of the 230v and 24v connections.	63

Figura 55. Drilling in the concrete slab of the wharf to drive the copper earthing rod.	64
Figura 56. Gas container earth. Union of the copper rod with the train tracks and with the tank container earth connection.	65
Figura 57. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit.	67
Figura 58. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit. Drilling holes in the concrete to insert the fixing rods.	67
Figura 59. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit. Inlet and outlet pipes fixed with rods.	68
Figura 60. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit.	68
Figura 61. Crane with the cage to access the wharf edge.	69
Figura 62. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit. Connection to container entry and exit point using flanges.	69
Figura 63. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit. Connection to entry and exit point using flanges.	70
Figura 64. Detail of the particulate filter at the end of the inlet pipe.	70
Figura 65. Non-return valve, similar to the one that was finally installed at the end of the seawater inlet pipe.	71
Figura 66. Check valve and filter after pilot tests. Some rusting is visible.	71
Figura 67. Operatives of the APPB Water Brigade installing a water point to prime the secondary circuit.	72
Figura 68. Protection to allow pedestrians to walk above the pipes.	72
Figura 69. Sea water circuit outlet pipe, with some movement to dilute the hot water.	73
Figura 70. Gas train of the engine container.	74
Figura 71. Gas inlet to the gas train of the engine container.	75
Figura 72. Gas inlet to the gas train of the engine container.	75
Figura 73. Gas inlet to the gas train of the engine container. Manual shut-off valve and reducer for connection to the gas hose.	76
Figura 74. Gas inlet to the gas train of the engine container. Manual shut-off valve and reducer.	76
Figura 75. Connecting the gas hose to the tank container.	77
Figura 76. Flange for joining the gas hoses.	77
Figura 77. Gas hose between the tank container and the engine container. ..	78
Figura 78. Cold ironing diagram.	79
Figura 79. Technical characteristics of the earth transformer.	80
Figura 80. Technical characteristics of the connection terminal.	80
Figura 81. 400 Vac generator engine voltage output connections (3 phases, positive, negative and neutral).	81
Figura 82. Surface channelling of the wiring between the generator engine and the earth transformer.	81

Figura 83. Surface channelling of the wiring between the generator engine and the earth transformer.....	82
Figura 84. Surface channelling of the wiring between the generator engine and the earth transformer.....	82
Figura 85. Earth transformer.	83
Figura 86. Earth transformer. Control panels.....	83
Figura 87. Earth transformer. Detail of the dry type three-phase power transformer encapsulated in resin.....	84
Figura 88. Earth transformer. Three-pole busbar cell for connecting the 400v wiring from the engine.	84
Figura 89. Surface trunking for the 15 kV wiring between the earth transformer and the connection terminal.....	85
Figura 90. 15 kV wiring between earth transformer and connection terminal.	85
Figura 91. 15 kV wiring between earth transformer and connection terminal. Detail of the copper radial field conductor 3x25+3x25/3mm².....	86
Figura 92. Connection terminal and surface conduit for 15 kV cabling.....	86
Figura 93. Connection terminal connecting bars, into which the 15 kV cable from the transformer is connected.	87
Figura 94. Detail of the connection point between the connection terminal and the cable coming from the ship.	87
Figura 95. Connection between the connection terminal and the cable coming from the ship.	88
Figura 96. Disconnection between the connection terminal and the cable coming from the ship. Connector protection.....	88
Figura 98. Cable coming from the ship.....	89
Figura 99. Ship's transformer (before installation).....	90
Figura 100. Ship's transformer (installed).....	90
Figura 101. Ship's transformer. Detail of the connection point of the 15 kV cable from the connection terminal.	91
Figura 102. New ship control panel for external source of electricity.	91
Figura 103. New ship control panel for external source of electricity.	92
Figura 104. Control signal between the engine container and the ship (through the shore transformer).....	92
Figura 105. LNG satellite plant inspection certificate.....	95
Figura 106. Certificate of Inspection of low voltage electrical installations.	97
Figura 107. LNG delivery note dated 21 November 2017.	100
Figura 108. LNG delivery note dated 30 November 2017.	101
Figura 109. View of one of the LNG tanks.	102
Figura 110. Tank grounding clamp.....	102
Figura 111. LNG inlet valve to the tanks.	103

Figura 112. LNG inlet valve to the tanks.	103
Figura 113. LNG tanker with the tractor facing outwards.	104
Figura 114. LNG tanker with the tractor facing outwards. In red, measurement system of the supplied LNG and control of the tanker valves.	104
Figura 115. Dangerous goods transport registration (ADR). The number 223 is the hazard number (refrigerated liquefied gas, flammable) and the number 1972 represents LNG.....	105
Figura 116. Activation of the RPG of Barcelona Fire Brigade and Port Police.	105
Figura 117. Activation of the RPG of Barcelona Fire Brigade and Port Police.	106
Figura 118. Filling out the verification checklist.	106
Figura 119. Connection of the earthing clamp (cable) and connection of the LNG hose to the container inlet valve (from here it is sent to one or another tank, by shower or by sump).	107
Figura 120. Ground clamp connection and connection of the LNG hose to the container inlet valve.....	107
Figura 121. Tank control system. The white haze visible is due to the condensation of humidity due to the cooling of the pipes by the passage of LNG to <-145°C of temperature.....	108
Figura 122. Tank control system. Pipes cooled by the passage of LNG to -145°C.	108
Figura 123. Tank control system. Pipes cooled by the passage of LNG to - 145°C.	109
Figura 124. LNG hose disconnection.	109
Figura 125. LNG hose disconnection.	110
Figura 126. Blast meter	110
Figura 127. Tank control panel.	111
Figura 129. Tank control panel. Quantity supplied.....	112
Figura 130. Removing protection plates for transport.	113
Figura 131. Removing protection plates for transport. Protection plates for the gas train or ventilation area.	113
Figura 132. Removing protection plates for transport. Gas train protection plates.	114
Figura 133. Installation of the ventilation air inlet module. Using the crane to hold the part in place.....	115
Figura 134. Removing the exhaust cover.	115
Figura 135. Installing the exhaust gas pipe. The grilles are part of the engine room ventilation system.....	116
Figura 136. Installing the air intake pipes to the engine.....	116
Figura 137. 37% sulphuric acid for engine batteries.	117
Figura 138. Oil can, pump and hose to fill the engine oil tank.....	118
Figura 139. 1 m³ tank of coolant.	118

Figura 140. Connection of the 400v output cables to the junction box.....	120
Figura 141. Junction box (3 phases).....	121
Figura 142. Junction box (3 phases).....	121
Figura 143. Resistive load bank.	122
Figura 144. Resistive load bank.	122
Figura 145. Resistive load bank.	123
Figura 146. Resistive load bank. Fan to dissipate the heat of the element.....	123
Figura 147. Engine carburetion adjustment.	124
Figura 148. Voltage and frequency measurement equipment.	124
Figura 149. Gas probe for measuring exhaust emissions.	125
Figura 150. Gas probe for measuring exhaust emissions.	125
Figura 151. Gas probe for measuring exhaust emissions. Exhaust temperature, % O₂, mg/m³ NO_x or ppm of CO.	126
Figura 152. Measuring probe printer.....	126
Figura 153. Siemens operators performing carburetion adjustment.	127
Figura 154. Withdrawing the resistive bank.	127
Figura 155. Pilot of 24 November. All equipment.....	129
Figura 156. Pilot of 24 November. All equipment.....	130
Figura 157. Pilot of 24 November. All equipment. It is possible to make out the condensation of the ambient humidity due to the cold of the LNG plant.....	130
Figura 158. Pilot of 1 December. Equipment.	131
Figura 159. Pilot of 1 December. Connection of the medium voltage cable from the ship to the connection terminal.	131
Figura 160. Pilot of 1 December. Disconnection of the medium voltage cable. 132	
Figura 161. Pilot of 8 December. Ship in operation. Charging a reefer (refrigerated container, with high energy consumption on the ship).	132
Figura 162. Pilot of 8 December. All equipment.	133
Figura 163. Pilot of 8 December. All equipment.	133
Figura 164. Pilot of 8 December. Generator engine.....	134
Figura 165. Pilot of 8 December. Control panel on board the auxiliary gas engine. 134	
Figura 166. Pilot of 8 December. Synchronisation of phases.....	135
Figura 167. Pilot of 8 December. Control panel on board the gas engine. Power 382 kW, 398v and frequency of 49.2 Hz.	135
Figura 168. Pilot of 8 December. Tail diesel auxiliary generator stopped.....	136
Figura 169. Pilot of 8 December. Starboard main diesel engine stopped.	136
Figura 170. Pilot of 8 December. Port main diesel engine stopped.	137

Figura 171. Pilot of 15 December. Connecting the medium voltage line to the connection terminal.....	137
Figura 172. Pilot of 15 December. Starting the generator engine.	138
Figura 173. Pilot of 15 December. Virtually no exhaust smoke can be seen... 	138
Figura 174. Pilot of 15 December. Communication event.....	139
Figura 175. Pilot of 15 December. Communication event.....	139
Figura 176. Pilot of 15 December. Communication event.....	140
Figura 177. Pilot of 15 December. Communication event. Visit to the equipment.	140
Figura 178. Pilot of 15 December. Gas level at the end of the pilot (43.7% of the 5 m³ tank).	141
Figura 179. Pilot of 15 December. Departure of the L'Audace at the end of the port call.	141
Figura 180. Information panel (in Catalan) designed for the presentation event.	142
Figura 181. News of the event that appeared in the Diario del Puerto.	143

1. Abstract

The pilot of the EPT1 sub-activity of the Core LNGas hive project to supply the L'Audace ship with electricity generated by a gas-engine generator located on the wharf (Onshore Power Supply, OPS) took place over four weeks from 24 November to 15 December 2017 in the port of Barcelona. Both the engine generator and the LNG tanks were installed in 40 feet isocontainers to facilitate their transfer.

During the four days of the pilot, it was possible to check that the equipment was working correctly, generating 110% of the engine power (900 kWe) and providing 100% of the power needs of the ship (650 kWe of maximum power demanded). The communication between the ship's control panel and the engine allowed the generator on land to function as an additional auxiliary engine for the ship, providing the necessary energy at all times, making it possible to shut down the ship's auxiliary diesel engines during the port call. The regasification plant functioned correctly throughout the operation, with the gas flow provided feeding the engine correctly and the LNG refuelling operation was performed without incident.

Since this was the first port where the equipment was installed, certain minor issues arose, but can be avoided in the following pilots. It was essential to plan each phase of the installation of the equipment and to anticipate the needs in terms of materials to ensure that the pilots could take place on the dates set. We would also underline that the professionalism of the technicians of all the participating partners during the pilot managed to solve all the issues that arose, to meet the agreed timelines.

A communication event involving the authorities was held on the final day of the pilot with a visit to the installation, which was widely covered in the national and local printed and digital press, and on local television

The partners involved in the sub-activity were Suardiaz, which modified the ship L'Audace to be able to receive electricity from the wharf; Siemens (former Guascor), which manufactured the natural gas engine generator; HAM, which built the LNG tanks and the regasification plant, and Bureau Veritas, which certified the engine for its maritime use. The Port Authorities of Tenerife, Vigo and Barcelona, where the pilots will be carried out, also participate in the sub-activity.

This report details all the steps taken to install the equipment on the wharf to serve as a guide, as visual as possible, to facilitate replicability in other ports. Since the wharf was in operation, the occupation of space was minimised as much as possible to avoid hindering the normal activity of the terminal.

2. Introduction

This report summarises all the steps followed to perform the pilot of the EPT1 sub-activity of the Core LNGas Hive project in the port of Barcelona. The sub-activity consists of supplying electricity to a RoRo type ship during its call in port using a generator engine powered by liquefied natural gas (hereinafter LNG). Both the generator engine and the LNG tanks were installed in two 40-foot isocontainers to make them easy to transfer.

The partners involved in the sub-activity were Suardíaz, which modified the ship L'Audace to allow it to receive electricity from the wharf; Siemens (formerly Guascor), which manufactured the natural gas generator engine; Ham, which built the fuel tanks and the regasification plant; and Bureau Veritas, which certified the engine for maritime use. Also participating in the sub-activity are the Port Authorities of Tenerife, Vigo and Barcelona (APB) where the pilots are carried out.

All the steps followed to install the equipment on the wharf are detailed in this report to serve as a guide, as visual as possible, to facilitate replicability in other ports. Since the wharf was in operation, the occupation of space was minimised as much as possible, so as not to hinder the normal activity of the terminal. This caused a certain amount of inconvenience; therefore we recommend that other ports allow more space to locate the equipment, and to move such equipment as far as possible from the busiest cargo loading area to avoid interfering with normal port operations.

The pilot tests in the Port of Barcelona were carried out at the Ponent wharf between 17 November 2017 and 15 December 2017, during four stopovers by the ship owner Suardíaz's L'Audace, supplying the ship with all required electrical charge during the stopovers and providing an opportunity to test the gas plant and the generator engine at full power (808 kWe) and reaching 110% of the generator power (900 kWe).

3. Pilot location

The equipment was set up on Ponent wharf, north alignment, where the L'Audace usually berths, 20 m from the RoRo ramp, where the transom door of the ship is located to load and unload RoRo cargo.

The Ponent wharf is located within the terminal under concession to Transmediterránea, although the equipment was in the public area of the wharf, within 15 m from the quayside. This public area is usually used by the terminal for cargo loading and unloading operations and for temporarily parking trucks or trailers that are to be loaded onto ships. To minimise interference with terminal operations, the area occupied was reduced as much as possible, ensuring that the road on which vehicles were circulating was kept free at all times.

For information, RoPax ferries (carrying RoRo cargo and passengers) or RoRo ships (carrying only RoRo cargo without passengers) of the lines with the Balearic Islands, Italy, North Africa or other destinations operate at the Tramediterránea terminal. In the area surrounding the road where vehicles circulate, there is a terminal vehicle parking area for cars or trailers and reefers (self-cooled containers) that are loaded or unloaded from ships. The Porta de Europa bridge, which allows access to the Adossat wharf, crosses the entire Ponent wharf and is located about 45 m from the quayside. All of these elements were considered for locating the pilot and calculating the safety distances from the LNG tanks or carrying out the emergency plan.

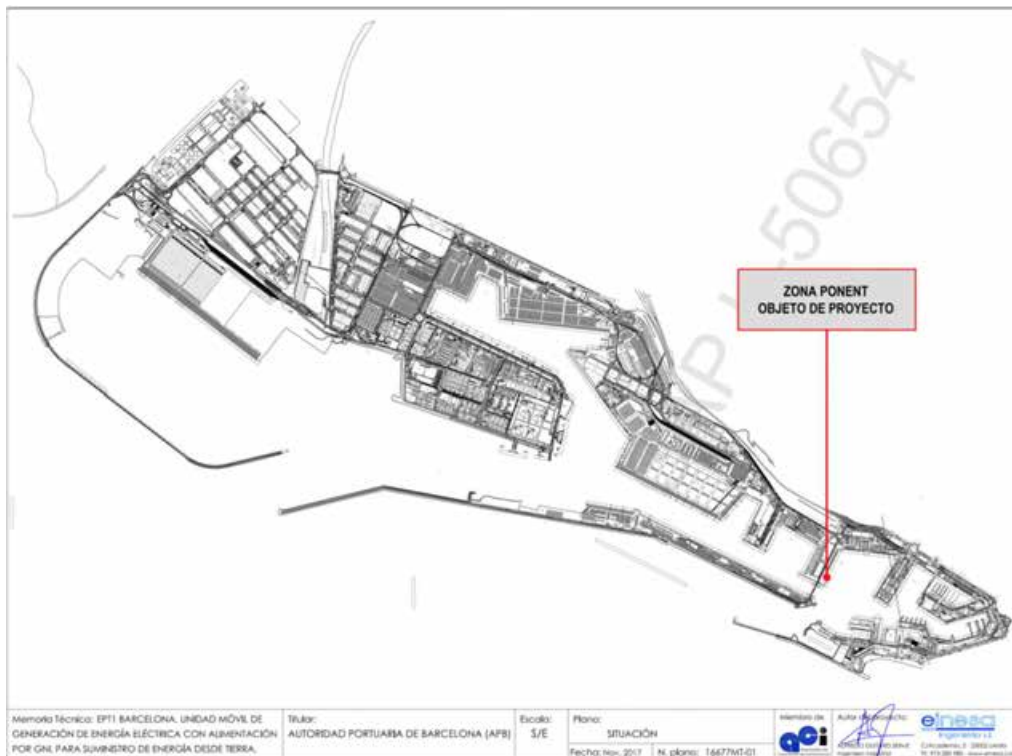


Figura 1. Pilot location. Ponent wharf.

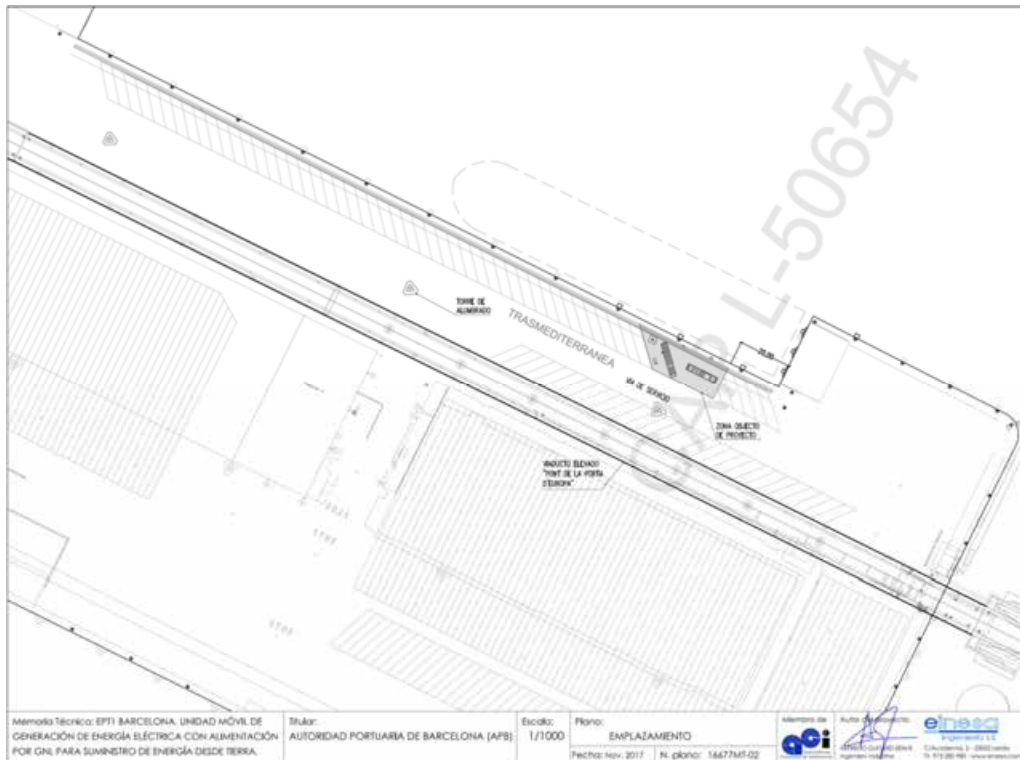


Figura 2. Pilot location. Ponent wharf. Detail of the RoRo ramp, public area of the wharf and Porta de Europa bridge.

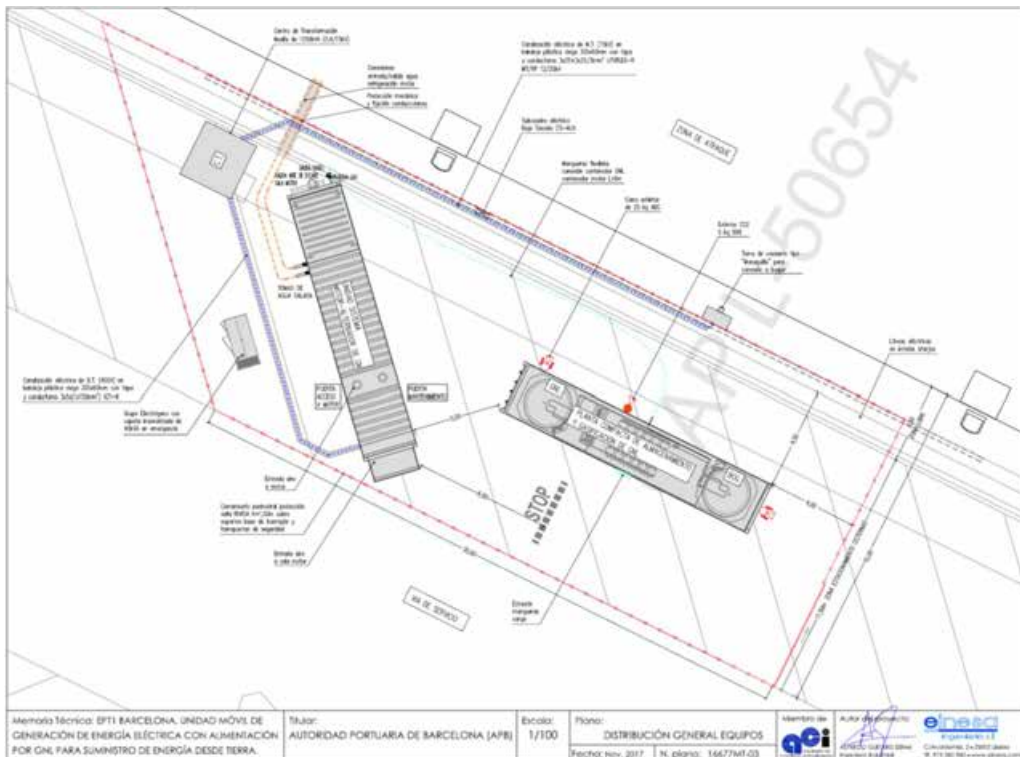


Figura 3. Pilot location. Ponent wharf. Detail of the location of equipment, electrical and gas connections and fencing.

Annexes 1 and 2 include the technical report of the project and the location plans respectively.

Before starting the pilot, the generator engine and earth transformer were stored at the Enagás plant in Barcelona and the materials necessary for the pilot (lubricating oil, cooling liquid or parts for the generator engine) were placed in a warehouse of the APB located on the Sant Bertran wharf.



Figura 4. Equipment storage area at the Enagás plant.

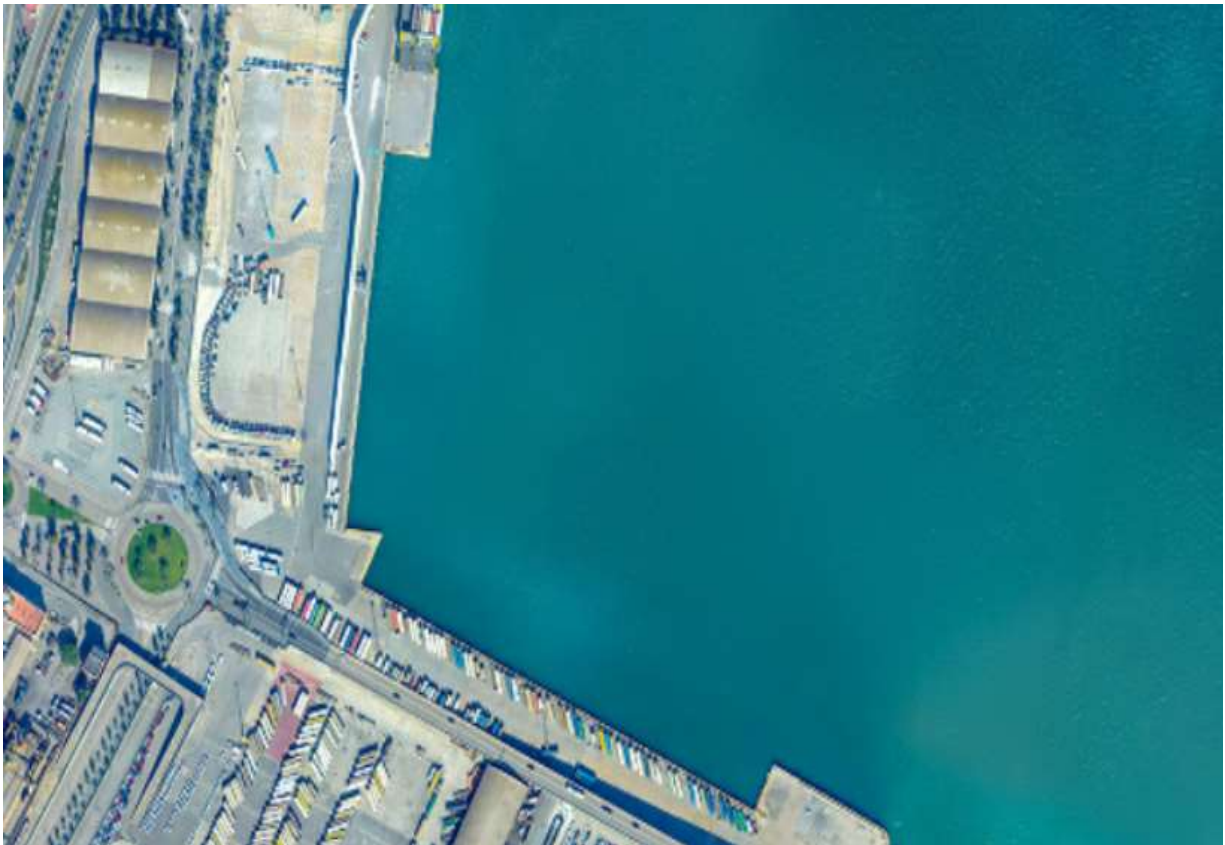


Figura 5. Materials storage area in the Sant Bertran warehouse.

4. Emergency plan and project report

Although the major accidents regulations due to the amount of gas accumulated would not require the drafting of a self-protection plan, the Port of Barcelona decided to draft the Self-protection plan for the activity, in line with safety rules, as an internal emergency protocol. The pilot's self-protection plan (attached in **Annex 3**) is coordinated with the Terminal's self-protection plan, which in turn is incorporated into the self-protection plan of the Port of Barcelona.

The self-protection plan is based on a risk analysis of the activity and is coordinated with the higher self-protection plans. It describes the activity, surroundings, duration of the pilot, applicable regulations and defines the coordination with the terminal's self-protection plan. It also includes plans for risk analysis, risk areas, vulnerable and confinement areas, escape routes and contacts of the people required to act in the event of an emergency.

A technical report of the project was also drawn up to provide an overview (attached in **Annex 1**) and was endorsed by an industrial engineer to define the installation conditions in accordance with the applicable technical regulations and define the minimum requirements that the implementation should meet. The report describes each piece of equipment (generator engine, LNG plant and medium-voltage transformer), the connections between them (gas, low or medium voltage) and the safety distances, classified areas and safety measures of the set-up on the wharf.

Each piece of equipment was certified, but it was considered necessary for an industrial engineer to inspect and endorse the assembly once all the equipment was located on the wharf and all the parts connected to each other. The project and certification limit were set at the medium-voltage connection terminal with the ship (see section 6.7.2, electrical connection to the ship), since the electrical part of the ship was already certified for maritime use. The generator engine was certified by Bureau Veritas for maritime use and the HAM LNG storage equipment passed an inspection by an authorised control body (ACB) of the LNG tanks and their low-voltage installation before filling the tanks with LNG (the ACB inspection report is attached in the project's technical report).

The project concerned was not submitted to the *Catalan Government Department of Industry* and was managed internally. However we recommend that future pilots should submit the inspection certificates to the respective regional industry departments in exactly the same way as for a normal industrial facility.

Below are the safety distance plans according to the satellite plant regulations and the plan with the dangerous areas.

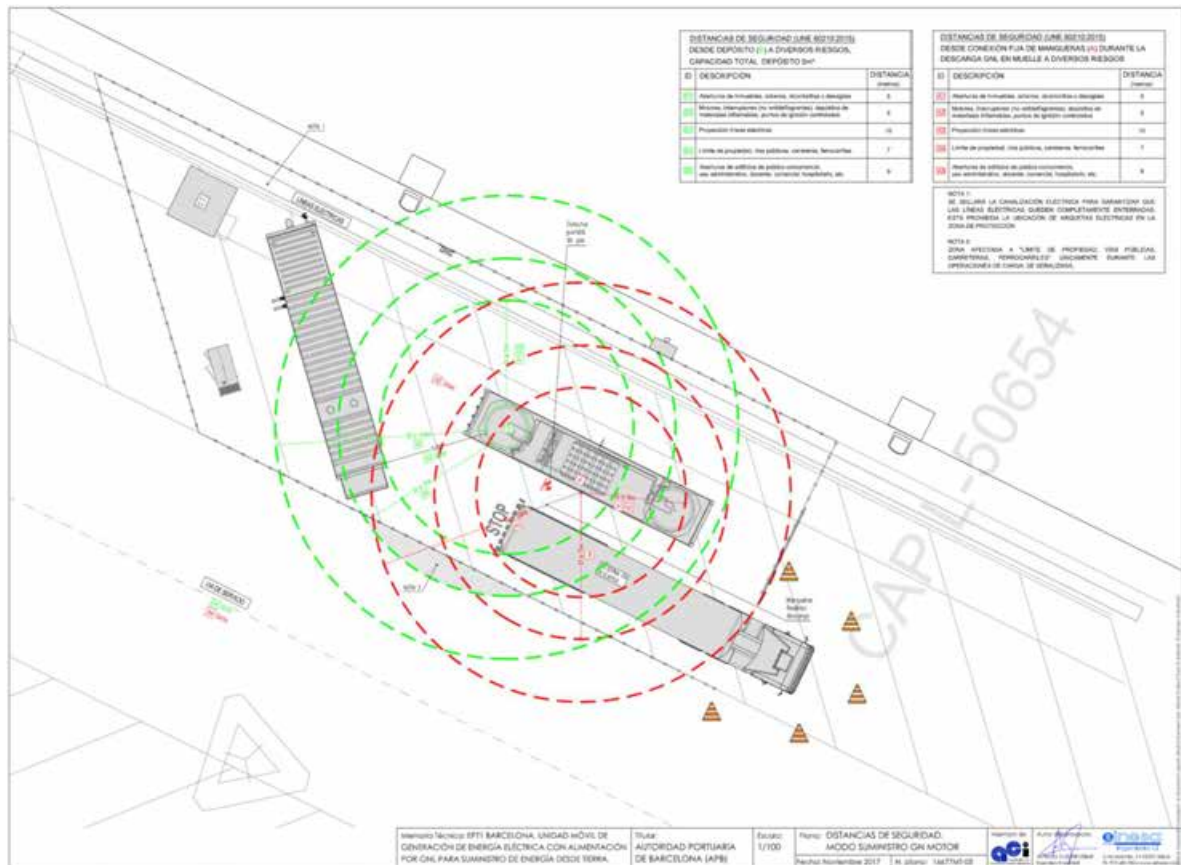


Figura 6. Safety distances according to the UNE60210-2015 standard (Satellite plants).

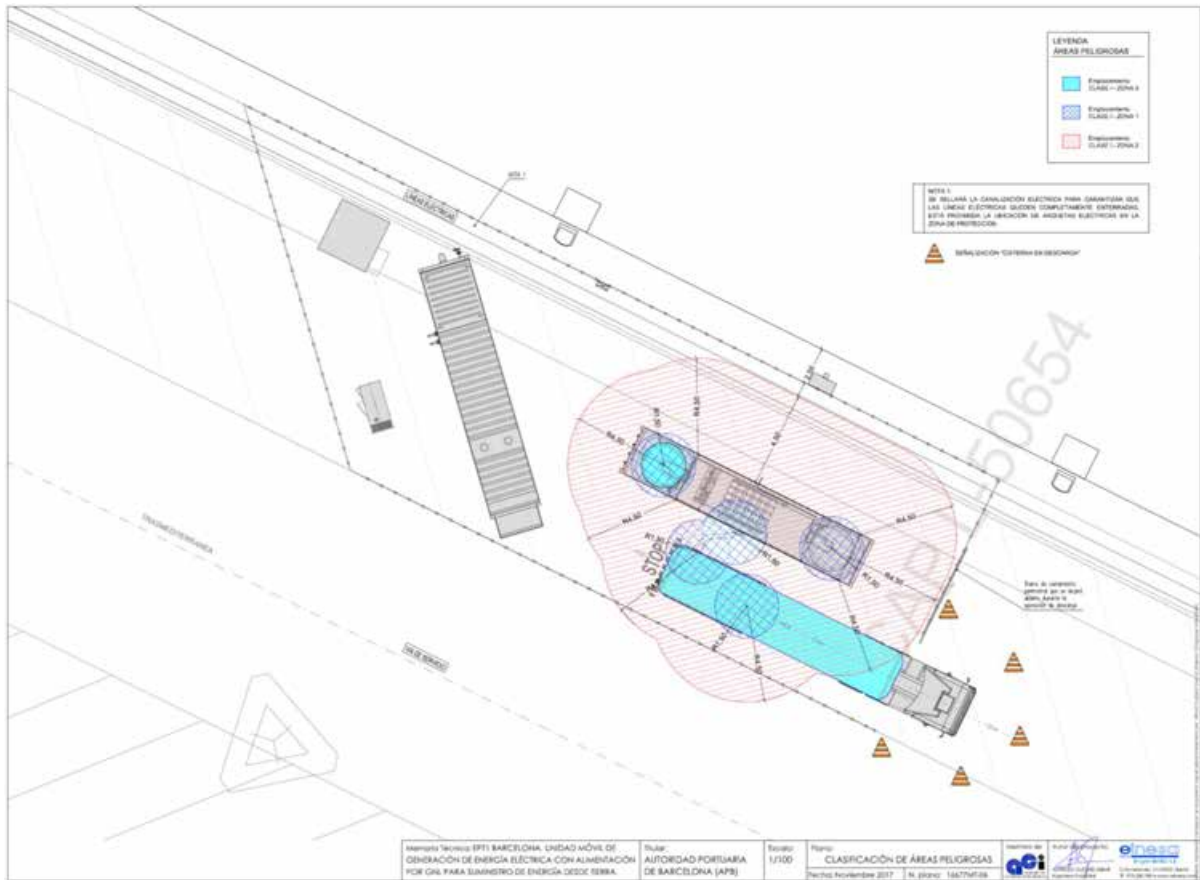


Figura 7. Dangerous areas.

5.Planning the pilot

Correct planning is one of the most important phases of the pilot. Getting ahead of the steps to be followed, setting dates, the logistics for setting up the equipment on the wharf and safe location studies made it possible to minimise delays or financial losses during the pilot phase. Anticipating possible problems and writing down each of the steps to be followed allowed each partner to be clear about the work to be performed and made it possible to coordinate the cascading work of the various partners. For example, the ACB inspection of the tank container and the gas part and the electrical connections had to be passed before filling the LNG tanks, which meant first installing the power outlet that fed the programmable logic panel of the gas plant or the regasification support heater, along with the earth connection. Had these first steps not been carried out, the installation would have failed the inspection and the tanks could not have been filled.

Another important point was to set the pilot start date ('D-day'). Each activity required for launching the pilot was set on a date with respect to the start of the pilot (D-1, D-2 or D+3, etc). That way, all the planning could be quickly transferred to another date (in case of delay or to use the planning in the pilots of the rest of the ports). The L'Audace calls in at Barcelona every Friday. After a number of delays caused by the work to adapt the ship to receive the new external electricity source (wiring installation, on-board transformer

and control panel) the date for the first day of testing was set for 24 November 2017 and for the following three Fridays up to 15 December 2017.

Planning was also softened to avoid small adjustments from jeopardising the pilot's start date. Once the first pilot was complete and the execution times of each activity known, as well as the problems that arose during the Barcelona pilot, it would be possible to adjust the times needed for each activity in the other ports to reduce the time required to launch the pilot.

Establishing a starting schedule for each activity allowed each partner to perform their internal planning. Since the partners are distributed throughout Spain (from Catalonia to the Basque Country, the Canary Islands, Galicia and Madrid), equipment and personnel had to be moved to the area in which the pilot was located, in some cases for several weeks, therefore it was important to know the dates so that everyone involved could coordinate their schedules.

The various topics for the coordination of the pilot phase were discussed in the follow-up meetings prior to the pilot phase, but a specific meeting was set approximately two months before the pilot to enable all the partners to reach a consensus on the activities to be performed, their start date with respect to that of the pilot, and the time allocated to each activity.

It is also important during the testing phase to have a person in charge of coordinating the pilot *in situ*: coordination between the various partners and the Port Authority or the Terminal or to receive materials and equipment. In this case, the person in charge belonged to Barcelona Port Authority and ensured the liaison between the partners and the various departments of the APB (Environment, Conservation, Land Operations and Industrial Safety) to allow equipment to be correctly installed. Since the pilot was performed in a public area managed by the APB but located within a concessioned terminal managed by Trasmediterránea, this coordinator was responsible for notifying the Terminal of the entry of new personnel or LNG tankers or when tests would begin or end, to interfere as little as possible in the work of the Terminal or that of the stevedores. It is worth remembering that the Trasmediterránea terminal has a large amount of truck, reefer and vehicle traffic embarking on ferries or RoRos, therefore the coordinator was also responsible for ensuring that the works were performed safely within the established limits and for warning workers of potential hazards in the Terminal.

It is important to plan the list of materials required for installing the equipment and the people who must provide them, to avoid jeopardising the pilot start date in the event of someone forgetting a fire extinguisher, for example. In the Barcelona pilot, the port authority provided ladders, a crane truck, a lifting cage to fix the cooling pipes to the wharf, the Rivisa-type fencing and the New Jersey barriers to avoid any direct impact on the area where the equipment or other materials are kept. A list of the materials necessary for installing the equipment was drawn up before the pilot started and is set out in Table 2.

Below is the planning of the Barcelona pilot, which includes the date of the activity and the date with respect to the start date of the pilot, a description of the activity, the person responsible for performing it, and explanatory notes. Also included is the list of materials needed to launch the pilot.

Tabla 1. Pilot planning in the Port of Barcelona: dates, activities, person responsible and notes.

Date	Date with respect to the pilot start date	Activity	Person responsible	Note
10/11/2017	D-14/D-10	Emergency plan, subordinated to the terminal's self-protection plan	APB	
10/11/2017	D-14/D-10	Coordinate the freeing up of the area to be occupied by the public area with the Trasmediterránea terminal. Delimit with cones, no parking sign	APB assisted by Trasmediterránea	
10/11/2017	D-14/D-10	Area to be occupied, free of trucks	APB assisted by Trasmediterránea	
14/11/2017	D-10	Layout of the pilot area. Mark the area to occupy. Mark the location of containers, transformer, diesel generator, diesel tank and fencing + generator footprint	APB	Location map V7. Ensure that generator doors do not hit the transformer. Place stops to avoid banging doors. Map of the container footprint.
16/11/2017	D-8	Wooden supports for the generator container. 5 cm thick. Layout and installation before unloading the generator	APB	Map of the container footprint. Measurements. Guascor ok for planks every 0.5 m across container. Airlocks
16/11/2017	D-8	Move the generator from Enagás plant to Ponent wharf and unloading with Sidelifter	APB	Coordinate with Llinàs and Ham. 1st generator and 2nd tanks. Enagás and Trasmediterránea terminal access permits
16/11/2017	D-8	Move tanks from HAM plant to Ponent wharf	HAM	

Date	Date with respect to the pilot start date	Activity	Person responsible	Note
16/11/2017	D-8	Unload tanks from trailer in Ponent wharf with sidelifter	APB	Coordinate with Llinàs and Ham. 1st generator and 2nd tanks. Enagás and Trasmediterránea terminal access permits. Platform type query to allow sidelifter access. Limited space.
16/11/2017	D-8	Earth connection. Copper spike in concrete slab >50 cm. Resistance 20 ohms. Clamp on the rail to increase conductivity	APB	Ham checks that earth is correct. No electrical socket for Guascor in principle but provided. Depends on whether the ship needs to be earthed.
16/11/2017	D-8	Electrical socket. Arrival of 20-25 kW generator (20 kW start-up generator) and 1 kW electrical socket for gas tank control.	APB	Maybe D-4, if tank filled on D-4. Guascor see if < 20kw three-phase. Conservation cable strip for PLC tanks < 1kw
16/11/2017	D-8	Gas pipe connection,	HAM	
16/11/2017	D-8	Break generator container seals.	APB	Large shears. Metal core seals.
16/11/2017	D-8	Operation manual on paper inside container	APB	
16/11/2017	D-8	Glycol water tank unloading (1000l) and 2 oil drums (2 x 200l)	APB	First at the Sant Bertran warehouse and on the 20th on the wharf
16/11/2017	D-8	Arrival of Rivisa-type fencing and new jerseys	APB	First place containers in position and fence. Afternoon D-4
17/11/2017	D-7	ACB inspection	HAM	On D-7 if everything needs to be connected. First ACB and then LNG filling
17/11/2017	D-7	Arrival of ship's transformer and installation	Suardíaz	

Date	Date with respect to the pilot start date	Activity	Person responsible	Note
20/11/2017	D-4	Arrival of the earth transformer and installation of the wiring between generator and transformer	Suardíaz	Measures 2.6 x 3 x 2h. Move from Irisnor-Vigo. It weighs 5000 kg and is unloaded by Suardíaz
20/11/2017	D-4	RESERVE Lung for contingencies		
20/11/2017	D-4	Move 3 Guascor-Siemens packages weighing between 180 and 300 Kg from Sant Bertran to Ponent wharf, with crane truck + oil and glycol water	APB	Coordinate opening the warehouse with Iñaki Rovira. NB, surveillance or control cameras in the public area!
20/11/2017	D-4	Support (wooden drawer type) for connection box 70 x70x50	APB	To connect element housing
20/11/2017	D-4	Core stickers/Core poster?	EVERYBODY	Coordinate sending stickers with Enagás communication. Reminder to D-21, D-14
20/11/2017	D-4	Arrival of the Guascor equipment for assembly, afternoon.	Guascor-Siemens	APB helps
20/11/2017	D-4	Connect generator cooling system. 2 ND100 pipes. Fix to wharf. Install a wooden ramp to pass over the pipes on the wharf edge.	APB assisted by Guascor	Guascor connects to a generator and APB fixes pipes and installs a wooden ramp to protect the pipes
21/11/2017	D-3	Cooling with liquid Nitrogen from tanks and LNG loading.	HAM	Coordinate refuelling time and date with Tramediterránea and APB. Without any interference with the terminal or vessel operations. Before 8 am, outside the terminal.
21/11/2017	D-3	Element housing	APB	Rental Agrekko
21/11/2017	D-3	Commissioning and adjustments.	Guascor/Ham	

Date	Date with respect to the pilot start date	Activity	Person responsible	Note
22/11/2017	D-2	Start-up settings - carburetion tests using endurance test bench	Guascor/Ham	
23/11/2017	D-1	Disassemble element housing	APB/Agrekko	In the end, the box remains installed during the first pilot, in the absence of the ship's electrical cable.
23/11/2017	D-1	Arrival of L'Audace at dawn (7am). Mooring operation. Mooring staff out of operation before connecting electrical cable	Suardiaz	Coordinate arrival time for connection
24/11/2017	D	Pilot	EVERYBODY	First pilot performed against element housing
24/11/2017	D	Connection of the electric cable from the boat to the shore connection terminal. Electrical risk protection	Suardiaz	
24/11/2017	D	Start-up of generator and tanks. Pilot start	Guascor/Ham	
24/11/2017	D	Photo report	APB/All	Dissemination material. Twitter port + Core partners.
25/11/2017	D+1	Area surveillance. Night signage	APB	Coordinate with Trasmediterránea and APB. Activate port police surveillance, cams and Terminal.
29/11/2017	D+5/D+6	LNG refuelling 5 m3	HAM	Coordinate with Trasmediterránea and APB, refuelling time and date. Without any interference with the terminal or vessel operations
01/12/2017	D+7	2nd pilot	EVERYBODY	

Date	Date with respect to the pilot start date	Activity	Person responsible	Note
06/12/2017	D+12/D+13	Refuelling LNG 5 m ³ (if necessary)	HAM	Coordinate with Trasmediterránea and APB, refuelling time and date. Without any interference with the terminal or vessel operations
08/12/2017	D+14	3rd pilot	EVERYBODY	
13/12/2017	D+19/D+ 20	Refuelling LNG 5 m ³ (if necessary) Adjust quantity to consumption of last pilot, to leave tank empty	HAM	Coordinate with Trasmediterránea and APB, refuelling time and date. Without any interference with the terminal or vessel operations
15/12/2017	D+ 21	4th pilot	EVERYBODY	
15/12/2017	D+ 21	EVENT communication	APB coordinates	
16/12/2017	D+22/D+24/D+28	Emptying and inerting of LNG tanks	HAM	
16/12/2017	D+22/D+24/D+28	Disassemble the installation. Move containers and packages from Guascor to Tenerife*	Suardíaz/Tenerife	Coordinate the logistics of the move between Suardíaz and Tenerife. Storage required until transfer aboard the L'Audace. Transfer to Tenerife maybe on D+28 *In the end, the Vigo pilot was carried out first in 2018 followed by Tenerife in 2019
16/12/2017	D+22/D+24/D+28	Remove fencing, new jersey, grommets, electric socket, generators, diesel tank	APB	Coordinate with terminal. Surveillance if fencing is removed.

Tabla 2. List of materials needed for the pilot.

Machinery, materials and personnel required	Activity	Units	Note
Sidelifter	Move generator and load + unload tanks	3h well-coordinated work	Coordinate the entrance of the sidelifter crane with Enagás and Trasmediterránea
Crane truck	Move 3 packages from Sant Bertran to Ponent wharf. Unloading glycol water and 2 Siemens oil drums	1 hour	APB Conservation
Rivisa fence		100 m perimeter approx.	APB Conservation
Container support planks	To avoid vibrations, the generator must be on a stable base.	25 planks 20-25 mm thick, 2,500 long and 100 mm to 300 mm wide	Plan of container footprint or cross planks every 0.5m. APB Conservation
New Jersey	Every 2 m in more exposed areas. Every 3 in area without possible impact	3 in narrow section and 5-6 in long section. Not wharf edge area. About 15 two-metre new jerseys	APB Conservation
Electrical socket for tanks	Power < 1kw, 220v, 24h	pull line from generator	APB Conservation. Rental
Electric engine socket	400Vac. 3 phases + earth. 14 kW for starter engine + cable connection. Plug. While engine is running	14 KW generator, 5 weeks	APB Conservation. Rental

Machinery, materials and personnel required	Activity	Units	Note
Electric engine socket	24Vdc. 2 poles (positive, negative). 20A.+ battery charger that works both as a charger and as a power source. While engine is running	1 month	APB Conservation buys the 24v source and runs the cable to the engine.
Fix 2 D100 tubes	Sea water cooling pipes	4 ND100 clamps and drills	Avoid whiplash effect. APB Conservation is in charge
D100 bushings and wiring	Width 2.5 m, wharf edge	Can be wooden ramp	APB Conservation
Earth connection	Copper pick. Drill. Element measurement. 20 ohms		Dig approx. 2 m until you find water in the wharf. Check element.
Electrician	During assembly/disassembly and pilots		APB Conservation can help if needed
Shears	Break seals		APB Conservation
Fire extinguishers			HAM installs them
Health & Safety signs	No smoking, ATEX, Electrical risk, no entry, no mobile phones ... Fire extinguisher, general H&S		HAM installs them
Wooden drawer 70x70x50 cm	junction box		APB Conservation
2 ladders	generator exhaust assembly	2	APB Conservation

Machinery, materials and personnel required	Activity	Units	Note
Fluorescent and black marking spray	Layout		APB Conservation
Tape measure	layout		APB Conservation

6. Install equipment

6.1. Layout

Once the location of the equipment had been defined from the safety point of view, respecting the safety distances established in the satellite plant regulations, the position of each piece of equipment was sprayed in the public area of the Port of Barcelona Ponent wharf.

Using a 25 m tape measure, taking the RoRo ramp where the access ramp of the RoRo ship rests and the lines of the parking area as a reference, we used the spray paint to mark the position of the gas tank container, engine container, generator for powering the engine and gas tanks, the position of the cooling pipes and the position of the electricity outlet.



Figura 8. General view of the Ponent wharf with the L'Audace docked.



Figura 9. Marking the position of the container of the LNG tanks (HAM).



Figura 10. Marking the position of the engine container (Guascor-Siemens).



Figura 11. Marking the position of the engine cooling pipes.



Figura 12. Marking the position of the diesel generator to supply electricity to the ensemble.

6.2. Moving equipment to the wharf

The generator engine had been stored at the Enagás plant in the port of Barcelona since 22 June 2017 (after being exhibited at the First Conference of the Core LNGas Hive project) and the container for the LNG tanks had been stored at the HAM plant, located in Abrera (Barcelona). Movement of these two larger pieces of equipment was coordinated on the same day so that the sidelifter crane needed to be mobilised only for one day to unload them. It is important to ensure good coordination of the logistics for unloading the equipment to keep rental costs down.

A container transport truck with a sidelifter was used to unload the equipment onto the wharf, although an appropriately sized telescopic crane with the appropriate dimensions could also be used to lift the 25-tonne generator engine.

The generator engine located at the Enagás plant was loaded onto the sidelifter first, and moved to the wharf, where the flatbed truck with the tank container was already waiting. Before unloading the engine, several levelled wooden planks were placed along the area to be occupied to allow the container to sit evenly on its structural beams. This avoided any vibrations during the operation of the engine or any deformation of the container structure caused by the weight of the engine. Once the engine was unloaded, the sidelifter was positioned parallel to the platform with the tank container and loaded onto its platform, to be moved and unloaded into the established position. These activities were performed on 16 November 2017, eight days after the pilot began.

The sidelifter crane, used to unload the equipment, loads the container from the left. This fact must be taken into account when ensuring that there is sufficient space to place the crane in the correct position. It is important to unload the larger equipment, such as the containers (12.19 metres long x 2.44 metres wide x 2.59 metres high) first, with the pilot location area completely clear, to allow them to be correctly positioned on the fixed site. The smaller equipment or fencing were then installed, this time using a truck with a boom from the APB Conservation Department.

During June 2017, various boxes with parts and materials were transferred to the port of Barcelona from the Guascor-Siemens plant to start up the generator engine. These three boxes, weighing from 180 to 300 kg, were unloaded and stored in the APB's Sant Bertran warehouses using a truck with a boom from the APB Conservation team. Also on 16 and 17 November 2017, two 200-litre oil drums were sent, along with a 1 m³ drum with glycol water, which were stored on Sant Bertran. On 20 November 2017, the drums of oil and glycol water and the three boxes stored on Sant Bertrán were loaded onto the APB Conservation team boom truck, to be transferred to the wharf and unloaded once the larger equipment had been positioned.

It should be borne in mind that the logistics for the dispatch and unloading of equipment, especially for the partners furthest from the port of Barcelona, is one of the critical points for ensuring that the pilot can start on the established dates. Failure to properly plan for the materials and tools to be dispatched or failing to correctly coordinate the dispatch and unloading of equipment, could delay the start-up of the

pilot by several days. It is also important to have an on-site coordinator (in this case, APB personnel) in charge of receiving the equipment, checking that the packaging is in good condition, that the correct number of packages have arrived and that they are stored in a safe and guarded area. Losing any materials sent could cause a significant delay in the timing of the pilot, in addition to the consequent economic loss.

Below are a series of images of the installation of the equipment on Ponent wharf, where the pilot test was carried out.



Figura 13. Loading the container of the Guascor-Siemens generator engine located at the Enagás plant with the truck with sidelifter.



Figura 14. Sidelifter position in the marked area of the Ponent wharf.



Figura 15. Placing wooden planks to properly support the generator engine.



Figura 16. Placing wooden planks to correctly support the generator engine.



Figura 17. Loading the container of the LNG tanks on the sidelifter and positioning it at the agreed site.



Figura 18. Unloading the container of the LNG tanks at the agreed site.



Figura 19. Unloading the container of the LNG tanks at the agreed site.



Figura 20. Unloading Guascor-Siemens equipment and materials on Sant Bertran (17 June).



Figura 21. Unloading Guascor-Siemens equipment and materials on Sant Bertran (17 June).



Figura 22. Unloading the 200 l oil drums and the 1 m³ glycol water (cooling circuit liquid) drum on Sant Bertran.

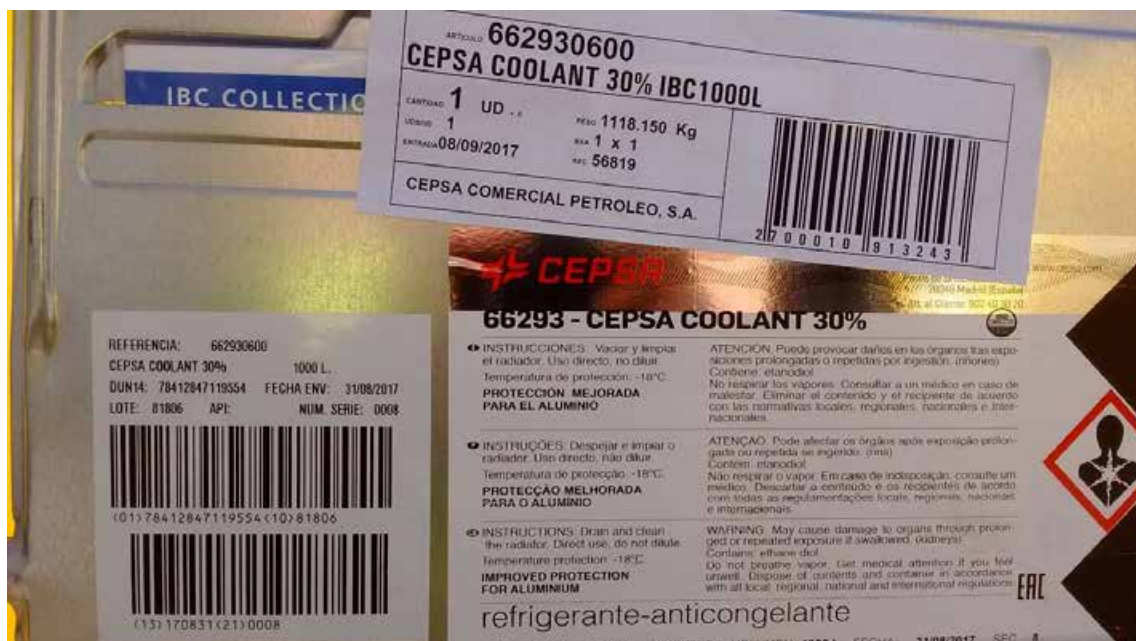


Figura 23. Label of the 1 m³ glycol water (cooling circuit liquid) drum.



Figura 24. Storing Guascor-Siemens equipment and materials on Sant Bertran.



Figura 25. Transferring Guascor-Siemens equipment and materials from Sant Bertran to the Ponent wharf with the APB Conservation boom truck.

6.3. Security and surveillance fencing

The What if and ACR security studies performed identified a need to erect a safety fence to avoid any direct impact against the LNG tanks or the rest of the equipment. It is worth remembering that there is significant traffic of trucks, tractor units for moving containers, and cars within the Trasmediterránea terminal, in particular on the Ponent wharf, especially when there is a ferry or RoRo ship in operation, which was the case when the pilot was underway. While the L'Audace was anchored at port from 7 am to 2 pm, all the RoRo cargo from the Canary Islands had to be unloaded and the trucks, cars and platforms destined for the Canary Islands had to be reloaded.

For this reason, concrete New Jersey-type barriers were placed around the perimeter of the location area, with the exception of the sea side, reinforcing the most exposed areas and leaving a maximum gap of about 2 m between each one to prevent any direct impact from a truck. Sufficient access was left in one corner to allow the tanker truck to enter the pilot area to load LNG into the tanks.

Also, Rivisa-type metal fences (2 m high x 3.5 m wide movable fence, placed on concrete supports) were placed around the perimeter to keep out anyone not directly involved in the pilot.

Occupational Risk Prevention (ORP) signs and the pipes and instrumentation diagram (P&ID) were placed on the container of the deposits.

In addition, Barcelona Port Authority Control Centre was notified during the LNG loading operations with the tanker. The control centre activated the Barcelona Fire Brigade Risk Prevention Group (RPG) and the Port Police, which accompanied the truck from the entrance to the Terminal and supervised the LNG loading operations to ensure this was done safely.

Likewise, the location area of the pilot was monitored round the clock by the cameras of the Port of Barcelona surveillance system. These cameras can be controlled and viewed from the Control Centre (24 hours a day) or from the APB offices. Terminal security personnel also performed access controls to the terminal and checked for the presence of any unauthorised personnel in the pilot's installation area.

Also, cones and tape were placed inside the pilot's enclosure during the communication event held on 15 December, to prevent the press or visitors and authorities from entering dangerous areas or touching the equipment.

Here are some images of the installation of the security fence and the surveillance activities.



Figura 26. Installation of the New Jersey-type fence and Rivisa fence.



Figura 27. Installation of the New Jersey-type fence and Rivisa fence.

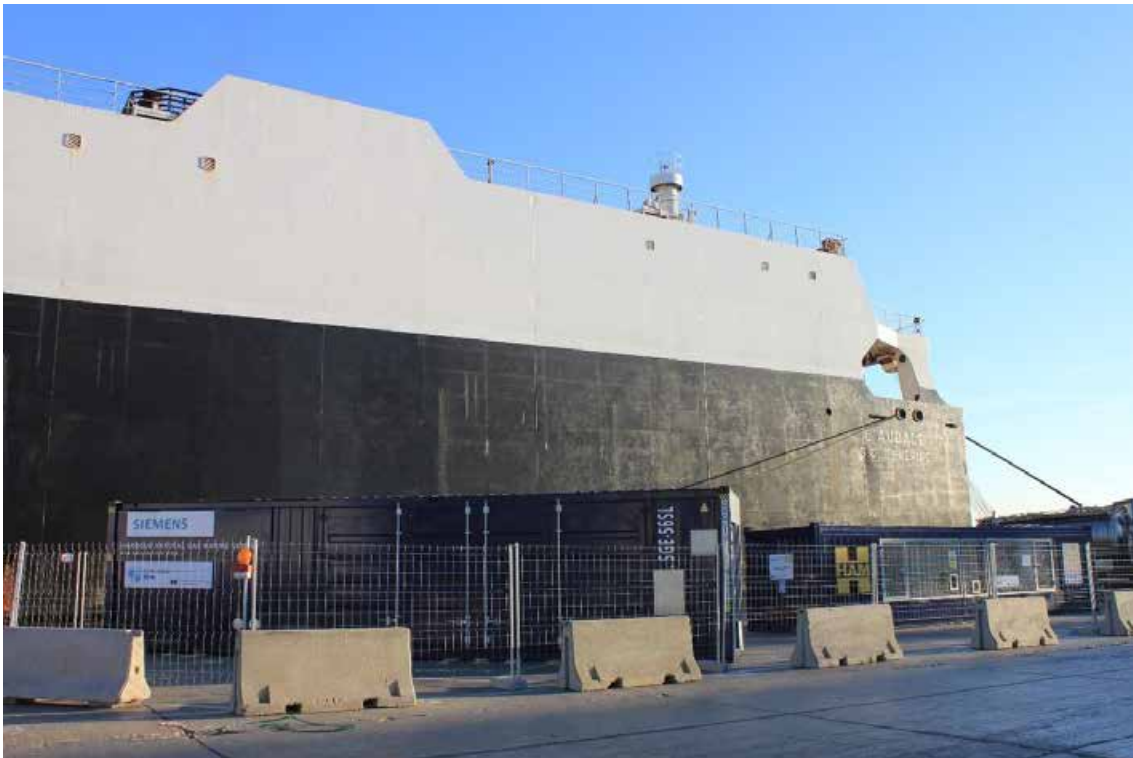


Figura 28. Installation of the New Jersey-type fence and Rivisa fence.



Figura 29. Installation of the New Jersey-type fence and Rivisa fence. Sea side without New Jerseys, as there is no risk of impact.



Figura 30. Cones and tape to mark the route during the communication event.



Figura 31. ORP sign of the tank container.

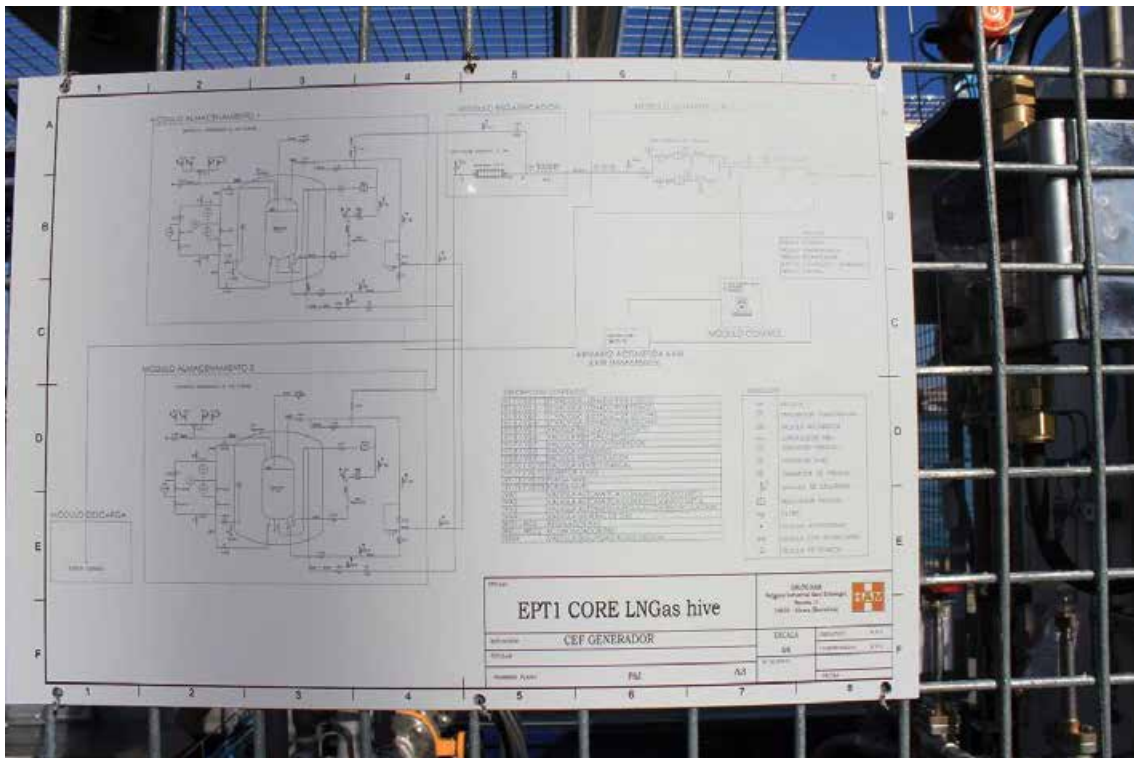


Figura 32. Sign with the P&ID of the tank container.



Figura 33. Activation of the Barcelona Fire Brigade and Port Police RPG during the LNG loading operations in the tanks.



Figura 34. Activation of the Barcelona Fire Brigade and Port Police RPG during the LNG loading operations in the tanks.



Figura 35. Activation of the Barcelona Fire Brigade and Port Police RPG during the LNG loading operations in the tanks.

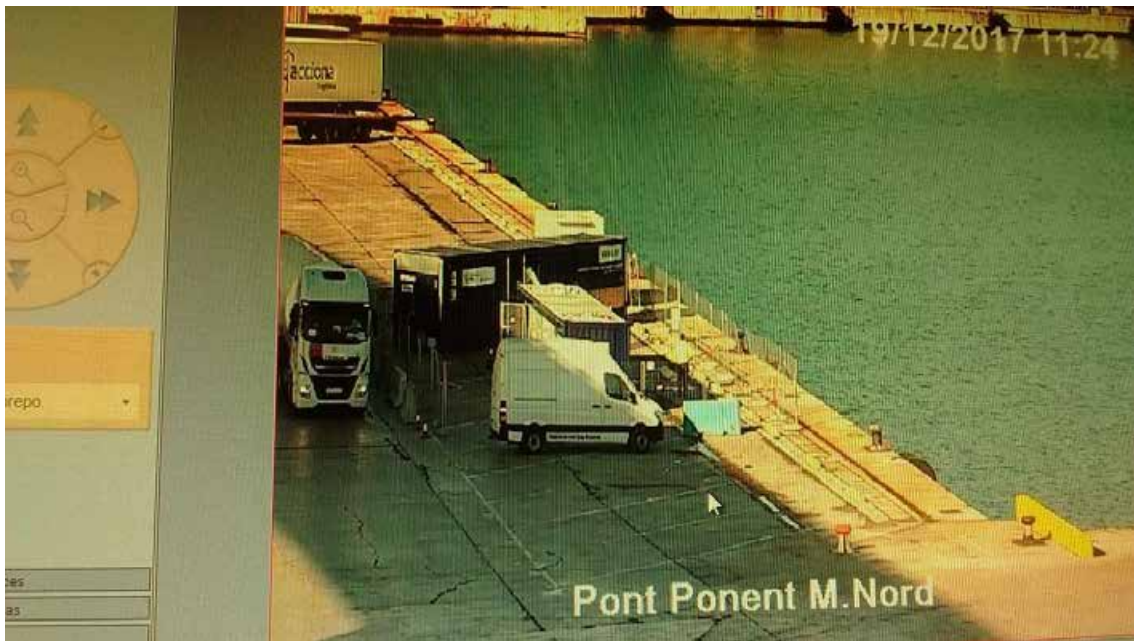


Figura 36. Display screens of the cameras of the Port of Barcelona surveillance system. Loading fuel.

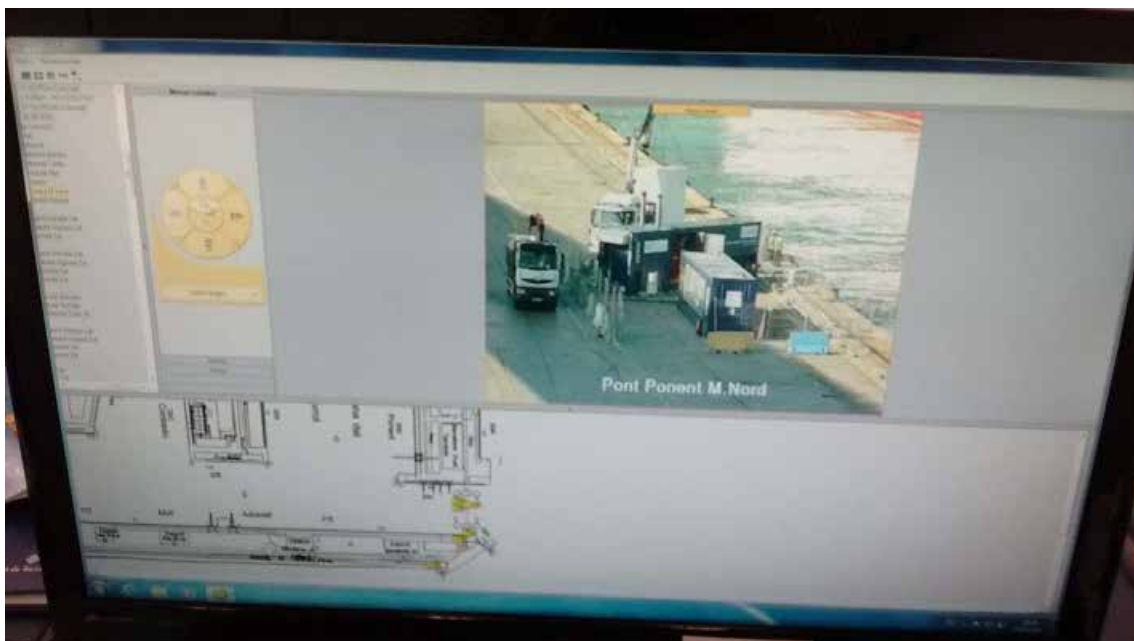


Figura 37. Display screens of the cameras of the Port of Barcelona surveillance system. Loading fuel.

6.4. Installing the electrical sockets

6.4.1. Electrical sockets for the generator engine

Two sources of electricity are required to maintain the auxiliary services of the generator engine:

- 400 Vac with 3 Earth Phases and 14 kW of power. This socket is required while the generator engine is running. The auxiliary services of the generator engine are supplied with 400 Vac three-phase current (pumps, fans, etc.) or 230 Vac two-phase current (fire and gas control units, lighting, sockets, air compressor or extractor). These services are fed from the external 400Vac socket.
- 24 Vdc, with 2 poles (positive, negative) and 20 amps. This 24v source is required 24 hours a day. This source must serve both as a battery charger and as a power source (0.5 kW), for charging batteries, for the starter engine and for supplying the gas train (cut-off solenoid valve and leakage detector). It also powers the engine control equipment (for example, the knock detection system, the throttle and carburettor valve, the ignition control system, or the alarm and probe instrumentation). These systems are fed in parallel by two power supplies: by the external source and by the batteries of the engine bed).

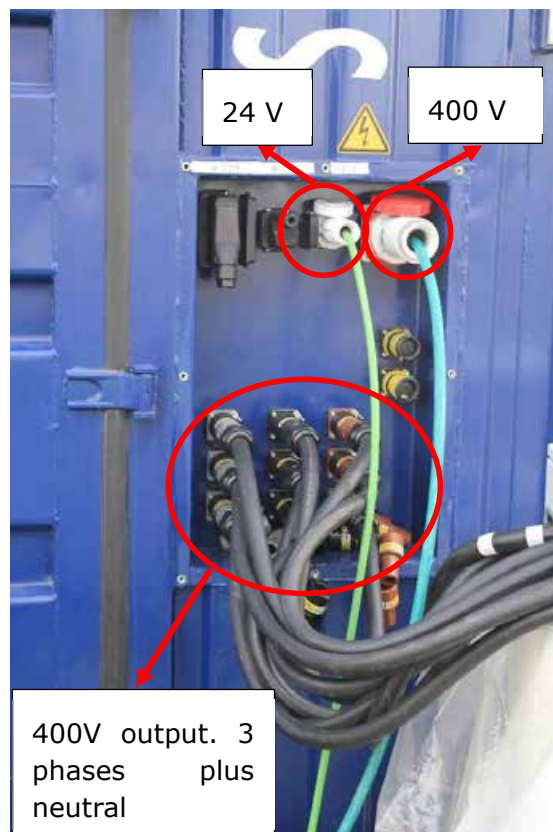


Figura 38. Inputs from the 24v and 400v source in the gas engine container and 400v outputs to the ship.

The PratiKa 81683 connector for the 400v input (3 neutral ground pins) and the PratiKa 82977 connector for the 24 V input were installed in the engine container.

Coordination between partners was important in this chapter, since the male connector had to be provided by the APB, to connect to the female connector installed by Guascor-Siemens in the engine container. It was difficult to find a male connector of the 24v socket, causing a potential risk of delaying the start of the pilot, despite the element being extremely cheap.

The technical characteristics of the connectors are included below.



Main

Range	PratiKa
Product or component type	Socket
Device short name	PratiKa socket
Plug, socket category	Low voltage
Poles description	3P + N + E
Network type	AC
Outlet standard	Industrial

Complementary

Mounting mode	Panel-mounted
Plug, socket, control station shape	Straight
[In] rated current	63 A
[Ue] rated operational voltage	380...415 V
Network frequency	50/60 Hz
Ground lug clockwise position	6 h
Plug, socket material	Housing : self-extinguishing engineering polymer
Contacts material	Pins : stainless steel Springs : stainless steel Sleeves : nickel plated brass
Connections - terminals	Captive screws, completely loosened
Cable cross section	6...25 mm ²
Product weight	0.52 kg
Base dimension	100 x 107 mm
Height	107 mm
Width	108 mm
Depth	113 mm
Colour	Grey (RAL 7035)
Voltage colour	Red

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Environment

Standards	EN 60309-1 EN 60309-2
IP degree of protection	IP67 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK08 conforming to EN 62262
Fire resistance	860 °C conforming to IEC 60695-2-11
Relative humidity	60 % (40 °C) 70 % (30 °C) 90 % (20 °C)
Ambient air temperature for operation	35 °C (86400 s)

Figura 39. Technical characteristics of the Pratika 81683 connector.



Figura 40. Pratika 81683 male connector, to connect the 400v socket to the engine container.



Main

Range	PratiKa
Product or component type	Socket
Device short name	PratiKa socket
Plug, socket category	Extra-low voltage
Poles description	2P
Network type	DC
Outlet standard	Industrial

Complementary

Mounting mode	Panel-mounted
Plug, socket, control station shape	Straight
[In] rated current	32 A
[Ue] rated operational voltage	40...50 V 20...25 V
Secondary keyway clockwise position	10 h
Plug, socket material	Housing : self-extinguishing engineering polymer
Contacts material	Pins : stainless steel Springs : stainless steel Sleeves : nickel plated brass
Connections - terminals	Captive screws, completely loosened
Cable cross section	2.5...6 mm ²
Product weight	0.145 kg
Base dimension	65 x 65 mm
Height	65 mm
Width	65 mm
Depth	66 mm
Colour	Grey (RAL 7035)
Voltage colour	White

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Environment

Standards	EN 60309-1 EN 60309-2
IP degree of protection	IP67 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK08 conforming to EN 62262
Fire resistance	850 °C conforming to IEC 60695-2-11
Relative humidity	50 % (40 °C) 70 % (30 °C) 90 % (20 °C)
Ambient air temperature for operation	35 °C (86400 s)

Contractual warranty

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

Figura 41. Technical characteristics of the PratiKa 82977 connector.



Figura 42. Pratika 82977 connector, to connect the 24v socket to the engine container.



Figura 43. Cables with Pratika 81683 and Pratika 82977 connectors.

400v electrical socket

Owing to the difficulties involved in installing an electricity connection connected to the existing wiring on the wharf edge for the 400v and 14 kW power outlet, it was finally decided to rent a 40 kW diesel generator, which could provide all the necessary power (the rental company could not provide a 20 kW one, which would have been sufficient)

Although using a generator is not the optimal solution, installing a connection with so much power connected to the existing network meant a considerable change in the protections of the nearest transformer station and a new legalisation process, which overly lengthened the process for making electricity available for the generator engine.

The APB's Conservation department rented a generator between 16 November and 16 December 2017. The fuel for the generator was provided by the Conservation department using 25-litre demijohns of diesel fuel. The tank was filled at the beginning of the period, and it was refilled with 25 litres during the last pilot when the empty tank signal lit up.



Figura 44. Rental generator Europa-Atlas-Copco QAS40 generators.

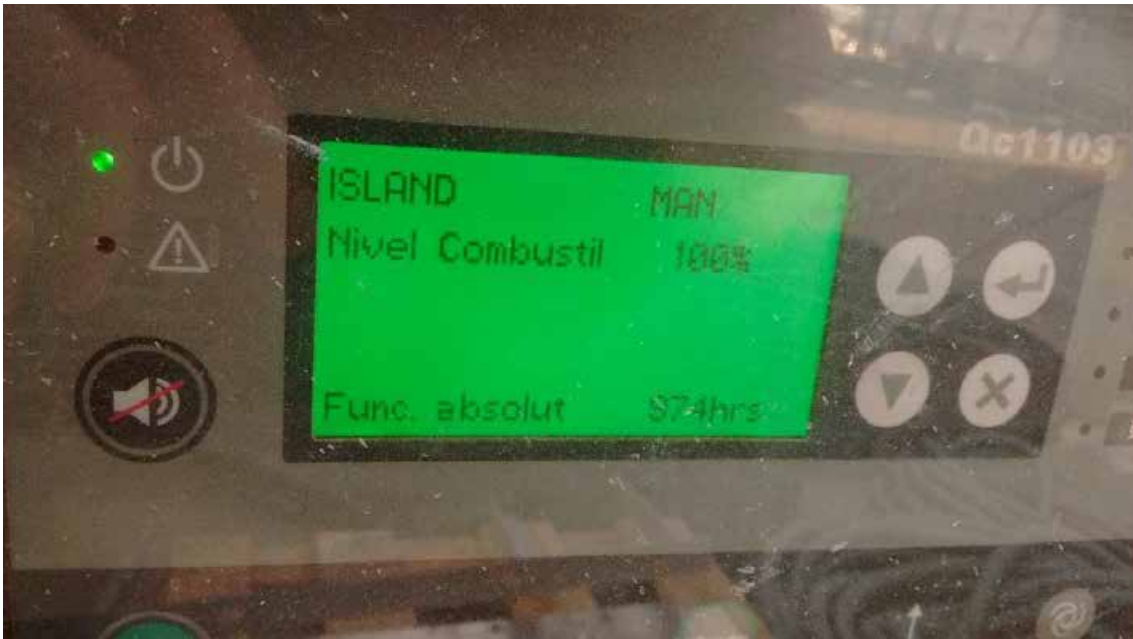

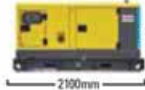
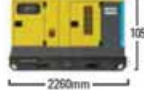



Figura 45. Generator screen. Indicates the fuel level and the absolute number of hours of operation.



Figura 46. 400v generator connector.

DATOS TÉCNICOS

Datos eléctricos		QAS 14	QAS 20	QAS 30	QAS 40	QAS 60	QAS 80	QAS 100
Frecuencia nominal (1)	Hz	50 60	50 60	50 60	50	50 60	50 60	50 60
Tensión nominal (2)	V	400 480	400 480	400 480	400	400 480	400 480	400 480
Potencia continua (PRP)	kVA / kW	13,6 11 16 13	20 16 24,3 19,5	30 24 36 29	40 32	60 48 67 54	80 64 93 75	100 80 114 91
Potencia en stand-by nominal (ESP)	kVA / kW	15 12 17,6 14,3	22 18 27 21,5	33 26 40 32	44 35	66 53 74 59	88 70 103 82	110 88 125 100
Factor de potencia cos φ		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Intensidad nominal (PRP)	A	19,6 19,3	29 30	43,3 43,6	57,8	86,8 81,2	115,5 112,2	150 137
Capacidad de carga en un solo paso (G2) conforme a ISO-8528/5	%	100	100	100	77	85 95	90 100	80 85
Consumo de combustible								
Capacidad del depósito de combustible (estándar/depósito de combustible de gran autonomía)	l	115	115	92 282	92 282	149 298	250 592	250 592
Consumo al 100% de carga PRP	l / h	3,5 4,3	4,9 5,3	7 8	9,5	14 17	19 22,8	23 26,7
Autonomía de combustible a plena carga (estándar/depósito de combustible de gran autonomía)	h	33 26,7	23,5 21,5	13,2 37 11,5 32,2	9,7 27	10 20 7,5 16,5	12,1 28,7 10 24	10 23,7 8,6 20,4
Motor								
Modelo (UE Stage 3A / UE Stage 2 (3))		KUBOTA D1703M	KUBOTA V2403M-BG	KUBOTA V3300DI	KUBOTA V3800DI	PERKINS 1104D-44TG3 1104D-44TG2	PERKINS 1104D-E44TAG1	PERKINS 1104D-E44TAG2
Velocidad	r.p.m.	1500 1800	1500 1800	1500 1800	1500	1500 1800	1500 1800	1500 1800
Potencia para uso continuo (con ventilador)	kW _m	12,8 15,1	18,8 22,1	27 30,7	38	56,3 60	71,2 82	88,6 100
Aspiración		Aspiración natural	Aspiración natural	Aspiración natural	Turbocargador	Turbocargador con intercooler	Turbocargador con intercooler	Turbocargador con intercooler
Control de velocidad		Electrónico	Electrónico	Electrónico	Electrónico	Mecánico/ electrónico	Electrónico	Electrónico
Número de cilindros		3	4	4	4	4	4	4
Refrigerante		Parcool	Parcool	Parcool	Parcool	Parcool	Parcool	Parcool
Volumen inscrito	l	1,7	2,4	3,3	3,8	4,4	4,4	4,4
Alternador								
Modelo		LEROY SOMER LSA 40 S3	LEROY SOMER LSA 40 M5	LEROY SOMER LSA 42,3 VS3	LEROY SOMER LSA 42,3 S5	LEROY SOMER LSA 42,3 L9	LEROY SOMER LSA 44,3 S3	LEROY SOMER LSA 44,3 S5
Potencia de salida nominal (ESP 27 °C)	kVA	16,5 20	22 27	35 42,4	45	66 79,5	88 105	110 131
Grado de protección / clase de aislamiento		IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H
Nivel sonoro								
Nivel de sonoro (LwA)	dB(A)	86 90	88 92	91 93	91	89 93	91 95	91 95
Potencia acústica (LpA) a 7 m.	dB(A)	58 62	60 64	63 65	63	61 65	63 67	63 67

Figura 47. Technical data of the QAS40 diesel generator for the 400v connection.

24v electrical socket

Finally, the APB installed the Siemens brand SITOP 6EP1366-3BA00 model as a 24v, 20A power supply.



Figura 48. SITOP 6EP1366-3BA00 24v, 20A power supply.

Below are the technical characteristics of the power supply, both input and output.

6EP1336-3BA00
(24 V / 20 A)

- 1-phase operation: Miniature circuit breaker (IEC 898), characteristic C, 10 A
- 2-phase operation: 2-pole coupled miniature circuit breaker (IEC 898), characteristic C, 10 A or for 120 V
3RV2411-1JA10 circuit breaker
or for 230 V
3RV2411-1FA10 circuit breaker

	6EP1333-3BA00 (24 V / 5 A)	6EP1334-3BA00 (24 V / 10 A)	6EP1336-3BA00 (24 V / 20 A)	6EP1337-3BA00 (24 V / 40 A)
Input	1-phase and 2-phase AC			
Rated voltage value Ue rated	120...230 / 230...500 V	120...230 / 230...500 V	120/230 V	120/230 V
Voltage range	85...264 / 176...550 V	85...264 / 176...550 V	85...132 / 176...264 V	85...132 / 176...264 V
• Remark	Setting via selector switch on the device; start-up as of Ue > 90/180 V	Setting via selector switch on the device;	Setting via wire jumper on the device; start-up as of Ue > 93/183 V	Setting via wire jumper on the device; start-up as of Ue > 95/190 V
Wide-range input	Yes		No	
Overvoltage strength	1300 Vpeak, 1.3 ms		2.3 × Ue rated, 1.3 ms	
Power failure buffering at Ia rated, min	25 ms	25 ms	20 ms	20 ms
Power-failure buffering	For Ue = 120/230 V, typ. 150 ms for Ue = 500 V	For Ue = 120/230 V, typ. 150 ms for Ue = 500 V	at Ue = 230 V	at Ue = 230 V
Rated line frequency	50/60 Hz			
Line frequency range	47...63 Hz			
Input current / at rated value of input voltage 120 V	2.2 A	4.4 A	7.7 A	15 A
Input current / at rated value of input voltage 230 V	1.2 A	2.4 A	3.5 A	8 A
Input current / at rated value of input voltage 500 V	0.61 A	1.1 A	-	-
Switch-on current limitation (+ 25° C), max.	35 A	35 A	60 A	125 A
I ² t, max	1.7 A ² s	4 A ² s	9.9 A ² s	26 A ² s
	6EP1333-3BA00 (24 V / 5 A)	6EP1334-3BA00 (24 V / 10 A)	6EP1336-3BA00 (24 V / 20 A)	6EP1337-3BA00 (24 V / 40 A)
Integrated input fuse	Fuse T 3.15 A	Fuse T 6.3 A	Fuse T 10 A	Fuse T 16 A
Protection in the line feeder cable (IEC 898)	Recommended for 1-phase operation: Miniature circuit breaker, characteristic C (B), 6 A (10 A); Required for 2-phase operation: 2-pole coupled miniature circuit breaker, characteristic C (B), 6 A (10 A) or for 230 V, 3RV2011-1EA10 circuit breaker, (setting 3.8 A) or 3RV2711-1ED10 circuit breaker or for 400/500 V, 3RV2011-1DA10 circuit breaker, (setting 3 A) or 3RV2711-1DD10 circuit breaker		Recommended for 1-phase operation: Miniature circuit breaker, characteristic C, 10 A; Required for 2-phase operation: 2-pole coupled miniature circuit breaker, characteristic C, 10 A or for 120 V, 3RV2411-1JA10 circuit breaker or for 230 V, 3RV2411-1FA10 circuit breaker	Recommended for 1-phase operation: Miniature circuit breaker, characteristic C, 20 A; Required for 2-phase operation: 2-pole coupled miniature circuit breaker, characteristic C, 20 A or for 120 V, 3RV2421-4BA10 circuit breaker or for 230 V, 3RV2411-1JA10 circuit breaker

Figura 49. Technical characteristics of the power supply (Input).

	6EP1333-3BA00 (24 V / 5 A)	6EP1334-3BA00 (24 V / 10 A)	6EP1336-3BA00 (24 V / 20 A)	6EP1337-3BA00 (24 V / 40 A)
Output	Regulated, isolated DC voltage			
Rated voltage value U _a rated DC	24 V			
Total tolerance, static ±	3%	3%	3%	3%
Static line regulation, approx.	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Static load regulation, approx.	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Residual ripple in the load range	50 mV	50 mV	100 mV	100 mV
Peak-peak, max.				
Spikes peak-peak, max. (bandwidth, approx. 20 MHz)	200 mV	200 mV	200 mV	200 mV
Adjustment range	24...28.8 V			
Product function / output voltage can be adjusted	Yes			
Output voltage setting	Via potentiometer			
• Remark	Max. 120 W	Max. 240 W	Max. 480 W	Max. 960 W
Status indicator	LED green for 24 V O.K			
Signaling	Via signaling module (6EP1961-3BA10) possible			
Response when switching on/off	Overshoot of U _a approx. 3%			
Starting delay, max.	1 s	1 s	0.1 s	0.1 s
Voltage rise, typ.	50 ms	50 ms	50 ms	50 ms
Voltage rise time of the output voltage, maximum	500 ms	500 ms	500 ms	500 ms
Rated current value I _a rated	5 A	10 A	20 A	40 A
Current range	0...5 A	0...10 A	0...20 A	0...40 A
• Remark		+60°..+70° C derating: Approx. 2% I _a rated/K	+60°..+70° C derating: Approx. 2% I _a rated/K	+60°..+70° C derating: Approx. 2% I _a rated/K
Output active power / typical	120 W	240 W	480 W	960 W
Constant overload current for a short circuit when powering up, typical	5.5 A	12 A	23 A	46 A
Short-time overload current for a short circuit during operation, typical	15 A	30 A	60 A	120 A

	6EP1333-3BA00 (24 V / 5 A)	6EP1334-3BA00 (24 V / 10 A)	6EP1336-3BA00 (24 V / 20 A)	6EP1337-3BA00 (24 V / 40 A)
Duration of the overcurrent overload capability for a short circuit during operation	25 ms	25 ms	25 ms	25 ms
• Remark	Every minute	Every minute	Every minute	Every minute
Can be connected in parallel to increase the power rating	Yes			
• Remark	Switchable characteristic curve with switch A (see Status displays and signaling (Page 13))			
Number of devices that can be connected in parallel to increase the power rating, quantity	2			
Output characteristic	See Figure 6-3 6EP1333-3BA00 single operation output characteristic (Page 39)	See Figure 6-4 6EP1334-3BA00 single operation output characteristic (Page 39)	See Figure 6-5 6EP1336-3BA00 single operation output characteristic (Page 39)	See Figure 6-6 6EP1337-3BA00 single operation output characteristic (Page 40)
Output derating Ua/T	See Figure 6-7 Output derating depending on the ambient temperature at Ia rated (Page 40)			
Output derating Ua/Ia	See Figure 6-8 Output derating depending on the output current at 60° C (Page 40)			
Output derating Ua/Ui	-	-	-	See Figure 6-9 Output derating depending on the input voltage (Page 41)
• Remark				The output voltage must not be set higher than 24 V for 85 to 93 VAC.

Figura 50. Technical characteristics of the power supply (output).

Subsequently, during the first pilot, it was observed that the 20A amperage was insufficient to charge the batteries (when it reached 20A of battery charge and matched the output amperage of the power supply, it stopped charging the battery). The output amperage can be manually adjusted in the power supply, raising the output amperage above 21A to properly charge the batteries. A jump starter provided by the stevedores working at the terminal was used to start the engine before the problem was detected.

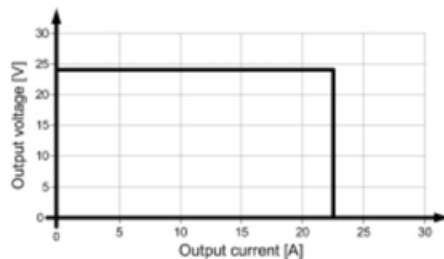


Figure 6-5 6EP1336-3BA00 single operation output characteristic

Figura 51. Diagram showing the output amperage of the power supply, which reaches 23A, maintaining the voltage (24v).

6.4.2. Electrical sockets for the tank container

The gas tank container needed a 230v electricity socket (single-phase, P+N+E, protected at source) to feed the programmable logic controller (PLC), which includes the remote-control system of the gas plant and valve and alarm control. The power initially requested by HAM was less than 1 kW. As only low power was required, it was possible to connect to the nearest transformer station (TS) of the electrical grid that passes through the wharf. To achieve this, the APB installed a 5 x 6mm section cable, with its protections, to keep the fall in voltage within the parameters and provide a power of 1.5 kW in the vicinity of the container, but outside the safety area. HAM provided the armoured cable for output from the control cabinet, located in an ATEX area, to the connection point.

Subsequently, and to improve the installation of the equipment in ports with lower temperatures, such as Vigo, HAM indicated that the electrical outlet would need to provide 6 kW, to feed the heater of the regasification tower, if required. In Barcelona or Santa Cruz de Tenerife, which enjoy mild temperatures all year round, it was not necessary to use the heater to help the LNG regasification.



Figura 52. Installation work for the 230v connection for the tank container.



Figura 53. Installation work for the 230v connection for the tank container. Connection box.

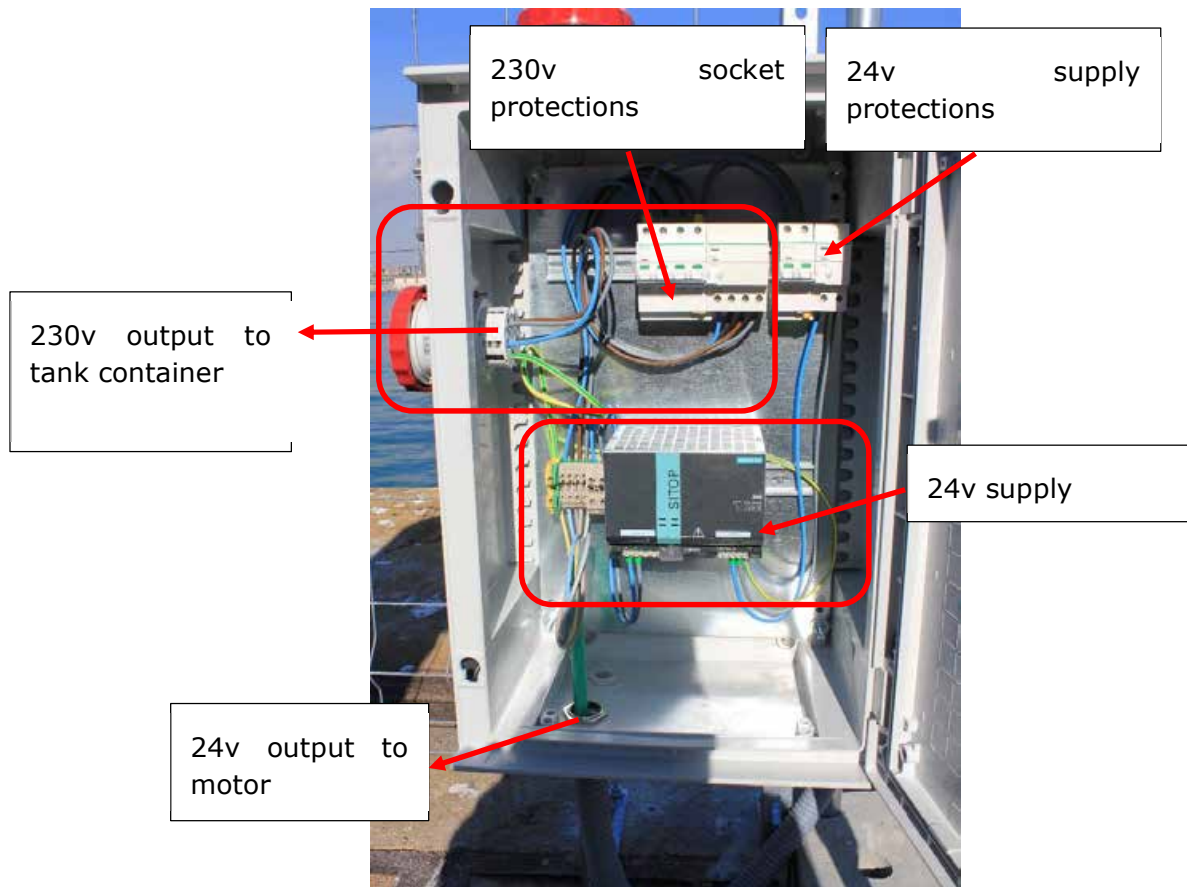


Figura 54. Diagram of the 230v and 24v connections.

6.5. Earth installation

A copper rod about two metres long was driven into the wharf to earth the low-voltage electrical installation of the container of the LNG tanks. A drill with a large drill bit was used to pierce the concrete slab of the wharf and the copper rod was driven in with a hammer once the concrete layer had been pierced. To improve connectivity, the earth connection was also attached to the existing roads in the vicinity. The earthing electrodes were connected to the container by a rigid bare copper cable with a minimum section of 16mm². The earth connection should have a resistance of under 20 Ohms.



Figura 55. Drilling in the concrete slab of the wharf to drive the copper earthing rod.



Figura 56. Gas container earth. Union of the copper rod with the train tracks and with the tank container earth connection.

6.6. Refrigeration circuit piping installation

The primary engine cooling circuit is cooled with a secondary saltwater circuit through a heat exchanger. This required installing two flexible ND100 diameter hoses, one for the water inlet and the second for the hotter water outlet, after exchanging heat from the engine in the exchanger. The secondary circuit pump was sized to be able to work with a water column of up to 13m. It should be taken into account that, while tides are insignificant in Barcelona, in Vigo and Tenerife they can reach a tidal range of up to 5m, which must be added to the height of the wharf and the depth of the cold-water inlet hose.

The pipes must be correctly fixed to the wharf, as they can cause whiplash due to the pressure of the water, especially the outlet pipe. In the port of Barcelona, the workers of the APB Conservation team fixed them with corrugated rods bent in a U-shape. Subsequently, two holes were bored with a drill approximately every 2m to insert the rods and fix them with a chemical plug. The fixation was reinforced at the wharf edge by also installing rods in the vertical face of the wharf. To do this, the operators needed a cage, raised with the team's crane truck, to access the middle of the vertical face of the wharf. The Conservation team workers installed a wooden protection to protect the pipes and allow people to walk along the wharf edge without tripping over the pipes.

For the secondary cooling system pump to start working, the entire circuit had to be primed to extract the air. Problems arose during the pilot at this point, as it was not possible to fill the circuit, which emptied through the inlet pipe. To solve this, a non-

return valve was installed at the end of the inlet pipe, allowing seawater to flow in but not out. In this way, the entire circuit could be filled, from the point where the secondary circuit pump is located to the end of the water inlet pipe. This check valve was not made of stainless steel. No rusting problems occurred during the pilot operation, but this should be taken into consideration for the subsequent pilots, in which the condition of the valve will need to be checked or replaced.

A grille was installed at the end of the inlet pipe to act as a filter to prevent the entry of foreign objects or fauna of a certain size into the circuit. This filter was cylindrical, to prevent it from clogging easily. If only one mesh were placed in the pipe it could quickly become blocked by a plastic bag, for example. This filter should be checked from time to time to prevent it from clogging, therefore it must be possible to lift the submerged part of the inlet pipe onto the wharf for maintenance.

Bucketfuls of sea water were initially used to fill the secondary circuit. Subsequently, to help to prime the pump, the APB's 'Water Brigade' installed a tap and a hose, connected to the drinking water pipes of the wharf (for providing water to the ships), making it possible to more quickly fill the refrigeration circuit. A water intake should also be provided for subsequent pilots, since the pump may need to be primed before each pilot.

Before each pilot it should also be checked that no incrustations of marine fauna have appeared in the non-return valve or in the secondary circuit itself, which could reduce flow or obstruct the pipes. No fouling problems are expected, given the short duration of the pilots (1 month), but if the engine runs continuously, a maintenance and fouling removal plan for the secondary circuit should be prepared.

The design flow of the cooling system is 50m³/h and the water outlet temperature is under 50°C. We do not expect this supply of hot water to cause any interference with the marine fauna and flora, since the outlet hose moves somewhat, allowing the water to dilute quickly within a large body of water.



Figura 57. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit.



Figura 58. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit. Drilling holes in the concrete to insert the fixing rods.



Figura 59. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit. Inlet and outlet pipes fixed with rods.



Figura 60. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit.



Figura 61. Crane with the cage to access the wharf edge.



Figura 62. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit. Connection to container entry and exit point using flanges.



Figura 63. Installing the ND100 pipes of the secondary refrigeration circuit. Connection to entry and exit point using flanges.



Figura 64. Detail of the particulate filter at the end of the inlet pipe.



Figura 65. Non-return valve, similar to the one that was finally installed at the end of the seawater inlet pipe.



Figura 66. Check valve and filter after pilot tests. Some rusting is visible.



Figura 67. Operatives of the APPB Water Brigade installing a water point to prime the secondary circuit.



Figura 68. Protection to allow pedestrians to walk above the pipes.



Figura 69. Sea water circuit outlet pipe, with some movement to dilute the hot water.

6.7. Connection

6.7.1. Connection of the gas pipe from the tank container to the engine

An ND65 flexible hose was installed to supply gas from the tank container to the inlet of the engine gas train, comprising two sections joined by a watertight flange. A reducer had to be installed to connect them to the gas train, since the diameter at the engine inlet was ND80. In this case there was no reduction in the gas flow entering the engine, but an ND80 hose must be installed for the forthcoming pilots.

The design pressure at the gas train inlet is 1 bar. Finally, the pressure was 1.5 bar during the pilot. In the next pilots, Siemens wants to check if the engine receives enough gas with 1 bar of pressure at the inlet of the gas train to be able to function normally.

The average gasification capacity of the plant was 150 Nm³/h. The plant can provide higher flow rates (up to 350 Nm³/h, with a pressure of 2.5 bar and a 1.5" pipe), but the maximum flow is limited by the performance of the regasification towers. If a very high flow were required for a long time, the atmospheric exchangers could

freeze, making regasification of LNG impossible. To provide flow rates higher than 150 Nm³/h and for a long time, other regasification towers should be installed to allow the first ones to defrost and install a heater or heat exchange with an external circuit (for example, with hot fluid coming from the engine).



Figura 70. Gas train of the engine container.



Figura 71. Gas inlet to the gas train of the engine container.

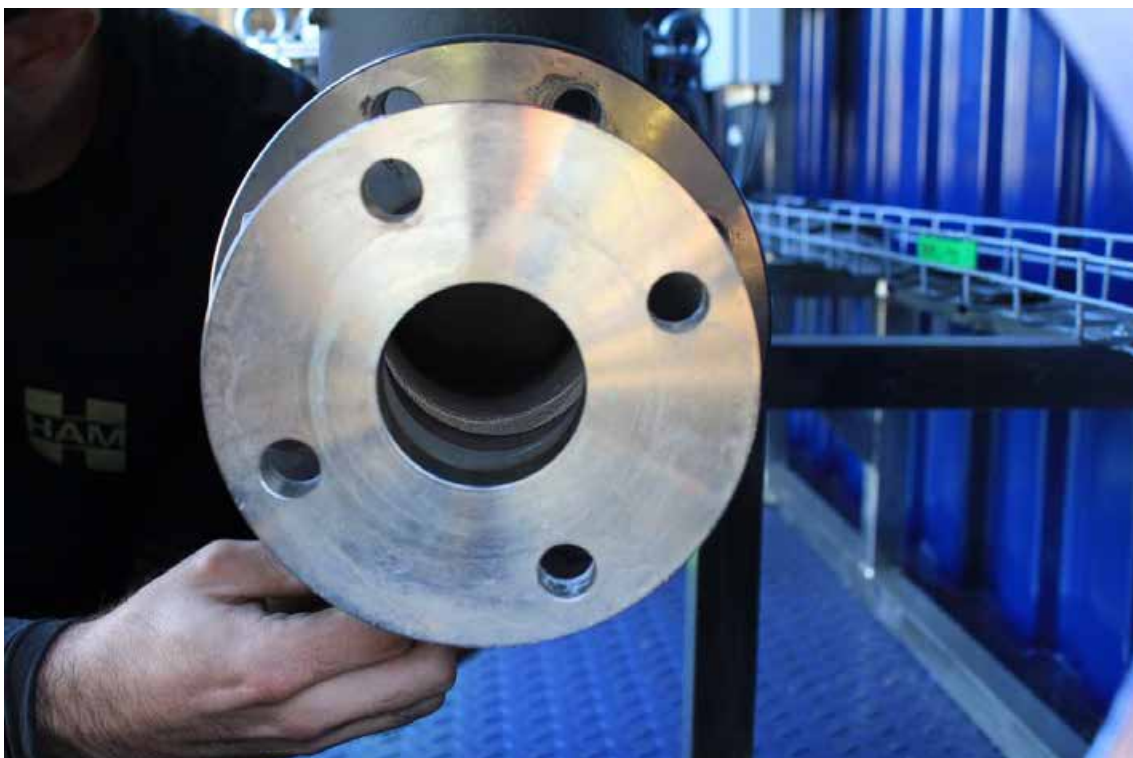


Figura 72. Gas inlet to the gas train of the engine container.

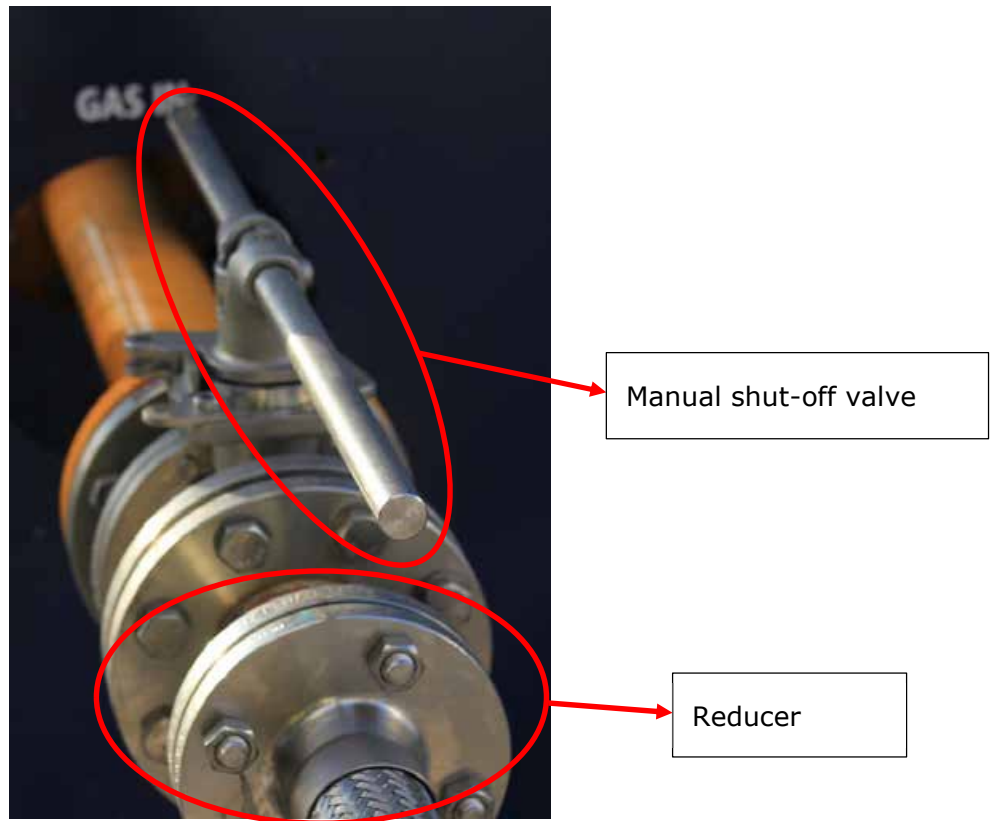


Figura 73. Gas inlet to the gas train of the engine container. Manual shut-off valve and reducer for connection to the gas hose.



Figura 74. Gas inlet to the gas train of the engine container. Manual shut-off valve and reducer.



Figura 75. Connecting the gas hose to the tank container.



Figura 76. Flange for joining the gas hoses.



Figura 77. Gas hose between the tank container and the engine container.

6.7.2. Electrical connection to the ship

Below is a diagram of the cold ironing or on-shore power supply system, supplying electricity to the ship from the wharf.

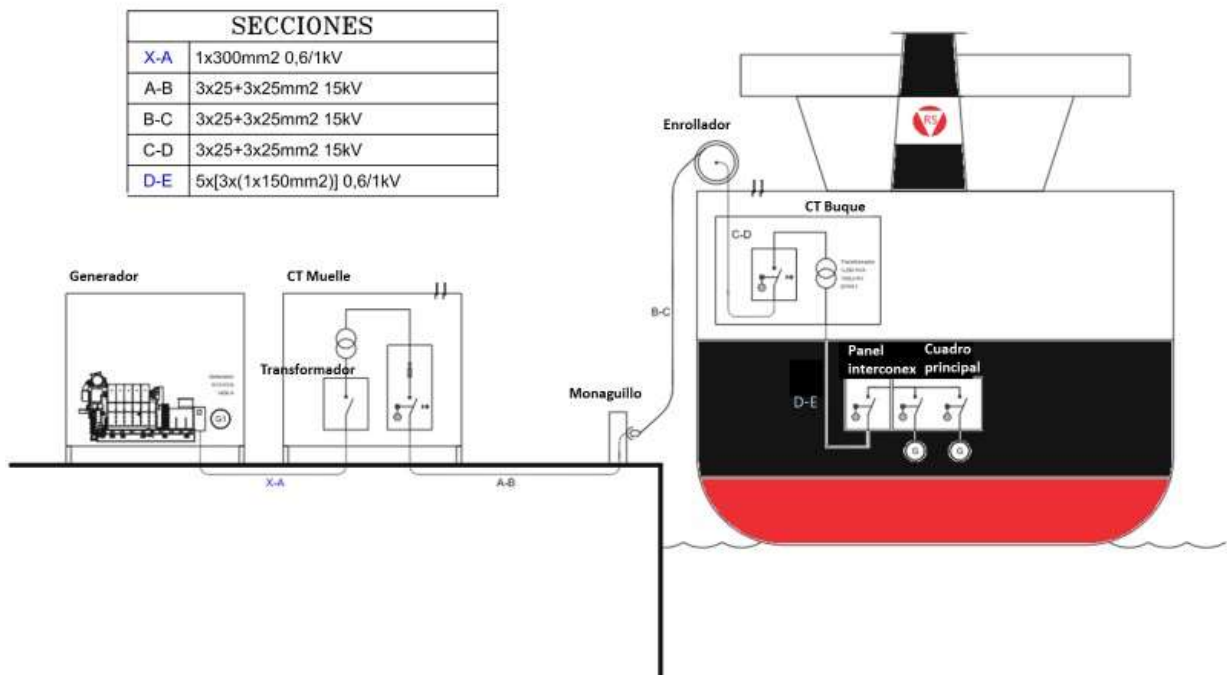


Figura 78. Cold ironing diagram.

The generator engine provides electrical current at 400 Vac and 50 Hz. In order to reduce the section of the cable that provides electricity to the ship, to reduce its weight and facilitate the lifting of the cable, it was decided to increase the voltage to 15,000 Vac. To do this, a transformer was installed on the wharf (CT Muelle in the diagram) to go from the 400 Vac provided by the engine to 15 kVac. A connection terminal was installed on the wharf between the 15 kV line from the shore transformer and the cable from the ship. A second transformer (CT Buque in the scheme) was installed on the ship to reduce the voltage again from 15 kV to 400Vac.

The electrical wiring between the generator engine and the transformer, and between the transformer and the connection terminal were installed inside in a surface conduit in a plastic tray.

The wharf transformer has a 1250 kVA power transformer, to go from 0.4 kVac to 15 kVac. The technical characteristics of the transformation centre are set out below.

Tensión nominal.....	1250 kVA
Tensión primaria.....	0,4 kV
Tensión secundaria	15 kV
Tipo	Seco encapsulado en resinas
Marca/modelo.....	IMEFY/ TDR 1250/17,5/15 E
Norma	IEC 60076-1
Nº Fabricación.....	134367
Potencia sonora	67 dB
Peso	3370 kg

Figura 79. Technical characteristics of the earth transformer.

The connection terminal (shore/ship connection point) allows the electrical energy of the generator-transformer module (808 KWe at 15 kVac) to be delivered to the ship. The wiring coming from the transformer (15 kVac) is connected to the copper bars of the connection terminal and the cable coming from the ship is connected to the socket. These are the technical characteristics of the connection terminal.

Marca.....	AUXEMA-STEMMANN
Tipo	SS-22/EN-500/0-0 (25kV).9521
Polos	III+T + 3 Pilotos
Amperaje.....	500 A
Tensión máxima.....	25 kV
Nº Fabricación.....	AR-2580/0-9521

Figura 80. Technical characteristics of the connection terminal.

All installation details are displayed in the technical report of the assembly presented in **Annex 1**.



Figura 81. 400 Vac generator engine voltage output connections (3 phases, positive, negative and neutral).



Figura 82. Surface channelling of the wiring between the generator engine and the earth transformer.

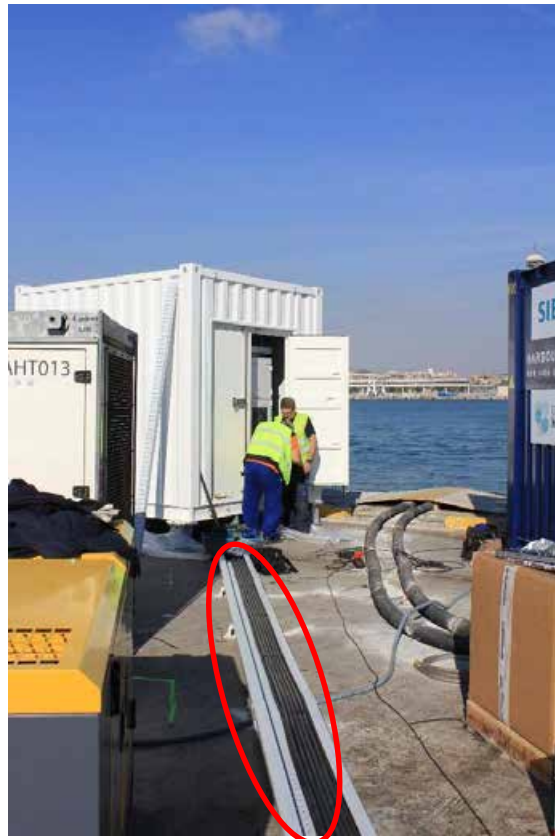


Figura 83. Surface channelling of the wiring between the generator engine and the earth transformer.



Figura 84. Surface channelling of the wiring between the generator engine and the earth transformer.



Figura 85. Earth transformer.



Figura 86. Earth transformer. Control panels.



Figura 87. Earth transformer. Detail of the dry type three-phase power transformer encapsulated in resin.



Figura 88. Earth transformer. Three-pole busbar cell for connecting the 400v wiring from the engine.



Figura 89. Surface trunking for the 15 kV wiring between the earth transformer and the connection terminal.



Figura 90. 15 kV wiring between earth transformer and connection terminal.



Figura 91. 15 kV wiring between earth transformer and connection terminal. Detail of the copper radial field conductor $3 \times 25 + 3 \times 25 / 3 \text{mm}^2$.



Figura 92. Connection terminal and surface conduit for 15 kV cabling.



Figura 93. Connection terminal connecting bars, into which the 15 kV cable from the transformer is connected.



Figura 94. Detail of the connection point between the connection terminal and the cable coming from the ship.



Figura 95. Connection between the connection terminal and the cable coming from the ship.



Figura 96. Disconnection between the connection terminal and the cable coming from the ship. Connector protection.



Figura 97. Disconnection between the connection terminal and the cable coming from the ship. Connector protection.

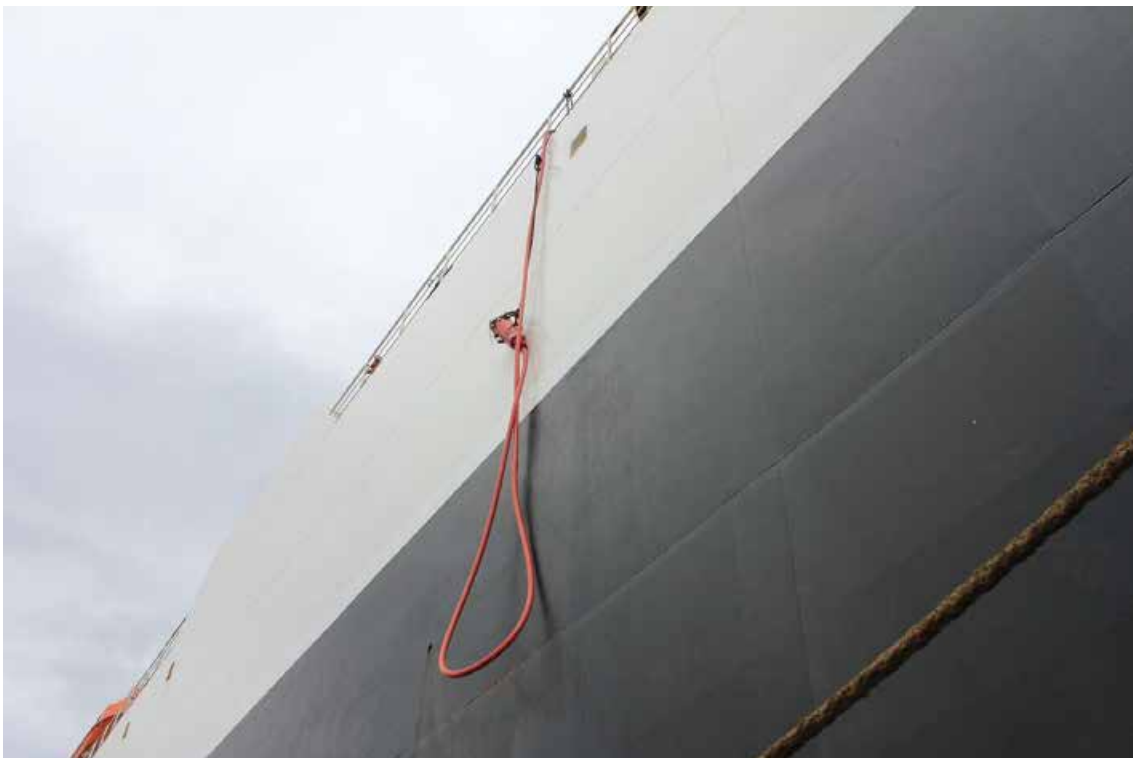


Figura 98. Cable coming from the ship.



Figura 99. Ship's transformer (before installation).



Figura 100. Ship's transformer (installed).



Figura 101. Ship's transformer. Detail of the connection point of the 15 kV cable from the connection terminal.



Figura 102. New ship control panel for external source of electricity.



Figura 103. New ship control panel for external source of electricity.



Figura 104. Control signal between the engine container and the ship (through the shore transformer).

6.8. ACB inspection

Before the LNG tanks could be filled, an inspection had to be conducted by an Authorised Control Body (ACB), to certify that the installation of *satellite liquefied natural gas plants* and its low voltage installation were in good condition and that they met the technical specifications. On 17 November 2017, the ACB (SGS company) inspection was passed, and the certificate was issued on 20 November 2017.

The planning and coordination of the steps prior to passing the ACB (location on the wharf, safety distances, installation of power outlets for the satellite plant or grounding) were essential to ensure that the pilots could be performed on the scheduled dates. Without the inspection certificate, it was impossible to fill the LNG tank and adjust the engine carburetion and indeed the pilot could not be carried out.

Below is the certificate declaring the favourable result of the *Inspection of liquefied natural gas satellite plants* in which the installed capacity was reviewed (in this case 5m³, since only 1 tank was filled), the characteristics of the equipment (tanks, pressure equipment or regasifier) and the airtightness of the tanks was checked by measuring the interchamber vacuum or valve setting.


CERTIFICADO DE INSPECCIÓN INICIAL DE PLANTAS SATÉLITE DE GAS NATURAL LICUADO

SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A. como ORGANISMO DE CONTROL, para la aplicación de la Reglamentación sobre Gases Combustibles según acreditación de ENAC nº OC-I/058

CERTIFICA: Que en cumplimiento del RD 919/2006, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y su ITC ICG 04, se ha procedido a realizar la inspección inicial de la PLANTA SATÉLITE DE GAS NATURAL LICUADO de las siguientes características:

1.- IDENTIFICACIÓN:

TITULAR: HAM CRIOGENICA, S.L.

USUARIO: HAM CRIOGENICA, S.L.

EMPLAZAMIENTO: PORT DE BARCELONA- MOLL PONENT 08039 BARCELONA

 CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (m³): 4,8 m3, clasificada según la norma UNE 60210:2015 como:

- A: >2 a 5m³
 B: >5 a 10m³
 C: >10 a 20m³
 D: >20 a 40m³
 E: >40 a 80m³
 F: >80 a 160m³
 G: >160 a 400m³
 H: >400 a 1500m³

2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS:

MARCA/ MODELO	FABRICANTE	Nº FABRICACIÓN	Vol (m ³)	PS/Pdiseño (bar)
ZHANG JIAGANG	ZHANG JIAGANG	16005084050	4,8	8
ZHANG JIAGANG	ZHANG JIAGANG *se usa como recogida de venteos	16005084051	4,8	8

3.- EQUIPOS A PRESIÓN EN LA INSTALACIÓN (excepto depósitos)

DENOMINACIÓN	MARCA/ MODELO	FABRICANTE	Nº FABRICACIÓN	VOL (m3)	PS/Pdiseño (bar)
VAPORIZADOR	LOAR	LOAR	LOAR-B1462/11	0,16876	15
PULMON	SMA	SMA	2996 0716345	0,04	12
RECALENTADOR	TRAMEGA	TRAMEGA	17067	0,0057	13
ALMACEN THT	AMTROL ALFA	AMTROL ALFA	011G061	61	42



SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A. delegación de Sant Joan Despi (c/ las planas 1 nave B Sant Joan Despi BARCELONA)



4.- CONTROLES Y PRUEBAS:

Se hace constar:

Que se ha efectuado la prueba de estanqueidad mediante medida del vacío de la intercámara dando como resultado 0,06 mbar/ prueba de presión neumática a _____ bar, correspondiente a las pruebas previas a la puesta en servicio, sin que se apreciaran fugas.

Que la inspección ha sido realizada en el lugar de emplazamiento en fecha 17/11/2017

Que se ha procedido en la instalación indicada, al tarado de las siguientes válvulas de seguridad:

SITUACIÓN	MARCA	MODELO	Nº SERIE	PRES. APERTURA
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500838	8 bar
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500842	8 bar
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500839	8 bar
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500843	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481585	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481587	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481586	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481584	8 bar

Esta instalación deberá someterse a prueba periódica antes de 5 años, así como cuando sea cambiado de emplazamiento o sometido a reparación importante.

En vista del resultado FAVORABLE de los controles y pruebas, se extiende el presente CERTIFICADO, en Barcelona, a 20 de noviembre de 2017.

EL INSPECTOR




Fdo: Lorena Atienza Conejo



Figura 105. LNG satellite plant inspection certificate.

Below is the favourable Certificate of *Inspection of low voltage electrical installations*:



Anexo 16 PE.IR/RE-003 Rev. 6 Hoja 1 de 2

CERTIFICAT N° 08/05/0785/17

CERTIFICAT D'INSPECCIÓ							
INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES BAIXA TENSIÓ	N° REGISTRE INSTAL·LACIÓ						
IDENTIFICACIÓ DEL TITULAR	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; text-align: center;">TITULAR HAM CRIOGENICA, S.L.</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">DNI/CIF 77316188D</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">DOMICILI P.I. SANT ERMENGOL, PARCELA 11 CP 08630 ABRERA, BARCELONA</td> </tr> </table>	TITULAR HAM CRIOGENICA, S.L.	DNI/CIF 77316188D	DOMICILI P.I. SANT ERMENGOL, PARCELA 11 CP 08630 ABRERA, BARCELONA			
TITULAR HAM CRIOGENICA, S.L.	DNI/CIF 77316188D						
DOMICILI P.I. SANT ERMENGOL, PARCELA 11 CP 08630 ABRERA, BARCELONA							
IDENTIFICACIÓ DE INSTAL·LADOR	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; text-align: center;">INSTAL·LADOR PRUDENCIO BAUTISTA MARTINEZ</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">NIF 46778327F</td> </tr> </table>	INSTAL·LADOR PRUDENCIO BAUTISTA MARTINEZ	NIF 46778327F				
INSTAL·LADOR PRUDENCIO BAUTISTA MARTINEZ	NIF 46778327F						
DADES DE LA INSTAL·LACIÓ	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">DENOMINACIÓ PLANTA COMPACTA DE GNL 5M3 EN UN CONTENIDOR MARITIM DE 40"</td> <td style="width: 50%;">EMPLAÇAMENT PORT DE BARCELONA - MOLL DE PONENT CP 08039 BARCELONA</td> </tr> <tr> <td>POTÈNCIA MÀXIMA ADMISSIBLE (KW) 5</td> <td>RÈGIM DE NEUTRE <input checked="" type="checkbox"/> TT <input type="checkbox"/> IT <input type="checkbox"/> TN-S <input type="checkbox"/> TN-C <input type="checkbox"/> TN-C-S</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">TENSIO (V) 230</td> </tr> </table>	DENOMINACIÓ PLANTA COMPACTA DE GNL 5M3 EN UN CONTENIDOR MARITIM DE 40"	EMPLAÇAMENT PORT DE BARCELONA - MOLL DE PONENT CP 08039 BARCELONA	POTÈNCIA MÀXIMA ADMISSIBLE (KW) 5	RÈGIM DE NEUTRE <input checked="" type="checkbox"/> TT <input type="checkbox"/> IT <input type="checkbox"/> TN-S <input type="checkbox"/> TN-C <input type="checkbox"/> TN-C-S	TENSIO (V) 230	
	DENOMINACIÓ PLANTA COMPACTA DE GNL 5M3 EN UN CONTENIDOR MARITIM DE 40"	EMPLAÇAMENT PORT DE BARCELONA - MOLL DE PONENT CP 08039 BARCELONA					
	POTÈNCIA MÀXIMA ADMISSIBLE (KW) 5	RÈGIM DE NEUTRE <input checked="" type="checkbox"/> TT <input type="checkbox"/> IT <input type="checkbox"/> TN-S <input type="checkbox"/> TN-C <input type="checkbox"/> TN-C-S					
TENSIO (V) 230							
ALIMENTACIÓ DESDE:	<input type="checkbox"/> CT ABONAT O CLIENT <input type="checkbox"/> DI N° FASES: SECCIÓ (mm²): MATERIAL:						
DARRERA INSPECCIÓ	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">DATA POSADA EN SERVEI</td> <td style="width: 33%;">REGLAMENT APPLICABLE</td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 1955 <input type="checkbox"/> 1973 <input checked="" type="checkbox"/> 2002</td> <td></td> </tr> </table>	DATA POSADA EN SERVEI	REGLAMENT APPLICABLE			<input type="checkbox"/> 1955 <input type="checkbox"/> 1973 <input checked="" type="checkbox"/> 2002	
DATA POSADA EN SERVEI	REGLAMENT APPLICABLE						
	<input type="checkbox"/> 1955 <input type="checkbox"/> 1973 <input checked="" type="checkbox"/> 2002						
ABAST DE LA INSPECCIÓ							
TIPUS D'INSPECCIÓ	<input checked="" type="checkbox"/> INICIAL <input checked="" type="checkbox"/> Nova <input type="checkbox"/> Ampliació <input type="checkbox"/> Modificació <input type="checkbox"/> PERIÒDICA <div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> Pot. Ampliada (kW): Pot. Afectada (kW): </div>						
TIPUS D'INSTAL·LACIÓ	<input type="checkbox"/> PISCINES AMB POTÈNCIA INSTAL·LADA SUPERIOR A 10 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT EXTERIOR AMB POTÈNCIA INSTAL·LADA SUPERIOR 5 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS COMUNES D'EDIFICIS D'HABITATGES DE POTÈNCIA TOTAL INSTAL·LADA SUPERIOR A 100 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS INDUSTRIALS QUE PRECISEN PROJECTE, AMB UNA POTÈNCIA INSTAL·LADA SUPERIOR A 100 KW <input type="checkbox"/> LOCALS DE PÚBLICA CONCURRENCIA <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: x-small;"> <input type="checkbox"/> LOCAL D'ESPECTACLES I ACTIVITATS RECREATIVES <input type="checkbox"/> LOCAL DE REUNIÓ, TREBALL I US SANITARI <input type="checkbox"/> ALTRES (B02, B03, B04 Ó AMB OCUPACIÓ SUPERIOR A 100 PERSONES) </div> <input checked="" type="checkbox"/> LOCALS AMB RISC D'INCENDI O EXPLOSIÓ, DE CLASSE I, EXCEPTE APARCAMENTS O ESTACIONAMENTS DE MENYS DE 25 PLACES <input type="checkbox"/> LOCALS MULLATS AMB POTÈNCIA INSTAL·LADA SUPERIOR A 25 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS PER A LA RECÀRREGA DE VEHICLES ELÈCTRICS: <input type="checkbox"/> POTÈNCIA PREVISTA SUPERIOR A 50 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS EXTERIORS AMB POTÈNCIA PREVISTA SUPERIOR A 10 KW <input type="checkbox"/> MODO CÀRREGA 4						

RESULTAT DE LA INSPECCIÓ

SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A., Organisme de Control per a l'aplicació de la Reglamentació de Baixa Tensió, segons acreditació d'ENAC n° OC-I/058 certifica que ha inspeccionat en data 17/11/2017 la instal·lació elèctrica de baixa tensió anteriorment descrita d'acord amb la ITC-BT-05 del Real Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, i amb resultat:

FAVORABLE CONDICIONADA NEGATIVA

SENSE DEFECTES
 AMB DEFECTES LLEUS

CONDICIONADA:

- INICIALS: LA INSTAL·LACIÓ NO PODRÀ ENTRAR EN SERVEI FINS QUE ELS DEFECTES SIGUIN ESMENATS.
- PERIÒDIQUES: S'HAN DE CORREGIR ELS DEFECTES EL MES AVIAT POSSIBLE I SEMPRE ABANS DE SIS MESOS DES DE LA REALITZACIÓ DE LA INSPECCIÓ. ES REALITZARÀ NOVA INSPECCIÓ PER AQUEST ORGANISME DE CONTROL PER VERIFICAR LA CORRECTA ESMENA DELS DEFECTES.

NEGATIVA:

- INICIALS: LA INSTAL·LACIÓ NO PODRÀ ENTRAR EN SERVEI FINS QUE ELS DEFECTES SIGUIN ESMENATS.
- PERIÒDIQUES: ELS DEFECTES ES POSEN EN CONEIXEMENT DE L'ÒRGAN TERRITORIAL COMPETENT PER A QUE PRENGUI LES MESURES OPORTUNES.

Inspecció: Amb tensió Sense tensió

Comprovació de la correcció dels defectes detectats a la inspecció efectuada en data _____, amb nombre de certificat _____

20/11/2017. RUBEN MENENDEZ FRAGUA

PROPERA INSPECCIÓ: 17/11/2022

SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A.


 Firmado digitalmente por:
 Ruben Menendez Fragua

1 de 2



IDENTIFICACIÓ DELS ÍTEMS INSPECCIONATS PER MOSTREIG
NOTA: EN EL MOMENT DE LA INSPECCIÓ, EL GRUP ELECTROGEN NO ESTÀ INSTAL·LAT
NOTA: ELS ÍTEMS MOSTREJATS ES CONSIDEREN REPRESENTATIU DEL CONJUNT. LA COMPROVACIÓ DE L'ESMENJA DE DEFECTES ES REALITZARÀ SOBRE AQUEST ÍTEM O SOBRE QUALSEVOL ALTRE DEL CONJUNT AFECTAT, DE FORMA AL·LEATÒRIA.

Figura 106. Certificate of Inspection of low voltage electrical installations.

6.9. Filling the LNG tanks

Once the favourable ACB inspection certificate for the gas part and the low voltage part had been obtained, one of the 5m³ LNG tanks could be filled from a tanker truck.

Annex 4 shows the *Procedure for the unloading of liquefied natural gas tanks with a cryogenic pump for liquefied natural gas plants into an isocontainer.*

The tanks arrived at the Ponent wharf cold and inert with nitrogen from the HAM plant in Abrera. **Annex 5** shows the *Nitrogen-based blanketing process of a unified regasification satellite plant in an isocontainer.*


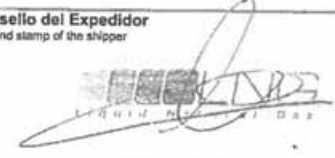

The driver of the LNG tanker and the responsible technician carried portable explosimeters at all times to guarantee that no gas was present in the area during unloading. Had gas been detected, the LNG unloading would have been stopped immediately.

First of all, to enable LNG loading, the day and time for filling the tanks was coordinated with the Trasmediterránea terminal, to avoid any interference with the terminal's activity to the degree possible. For this reason, the terminal demanded that the filling work be carried out before 8 a.m. and with no ships docked at the RoRo ramp of the adjacent wharf.

Also, as an additional security measure, the Barcelona Fire Brigade Risk Prevention Group (RPG) and the Port Police were activated during the LNG unloading. The fact that they were present there also helped to train the Fire Brigade and the Port Police and familiarise them with the supply operations of this new fuel.

The LNG tanker was filled in the tank loading bay of the Enagás plant in the port of Barcelona and entered the Trasmediterránea terminal at the scheduled time. When it was near the area where the tanks were located, the tanker manoeuvred to enter the fenced enclosure of the location point through the corridor that had been established and was placed parallel to the container of the tanks, with the tractor facing outwards, in case it were necessary to leave the area in an emergency. Subsequently, the driver connected the earth clamp (first with the circuit open, in position 0, when connecting to the tank and then closed, in position T, only when the clamp was properly connected to the tank) and connected the LNG hose to the LNG unloading point to start filling the tank. In each operation, the driver decides whether the tank is filled by the top filling valve (shower valve) or the bottom (sump valve), depending on the pressure in the tank. If a top fill valve is used, the natural gas in the gas phase in the upper part is cooled and it is re-liquefied, thus reducing the pressure, which may be of interest if the pressure is high. If the pressure is low (<3 bar) it is filled from below, to maintain the pressure in the tank. The LNG unloading will never exceed 95% of the tank capacity. Once the unloading is complete, the remaining LNG in the hoses will gasify and enter the tank in the gas phase, through the non-return valve. Before disconnecting the hose, it must be depressurised between the plant valve and the tank outlet valve and then disconnect the earthing clamp (opening the electrical circuit by setting the switch to 0). When the hose was disconnected, it was verified with the explosimeter that there was no gas in the atmosphere. Next, the tank left the enclosure and the perimeter fence was closed.

Two LNG loading operations were made during the pilot test in the Port of Barcelona, on 21 November and 30 November 2017. On these dates, 1,707.52 kg and 1,038 kg of LNG were loaded respectively. Below are the LNG delivery notes for both days, which include information on the LNG loader, the recipient, the quality of the LNG (higher calorific value PCS, lower calorific value PCI, specific weight, density), net weight of the unloading in kg, as well as data from the carrier and the tanker.

		ALBARÁN DE ENTREGA DE GNL LNG DELIVERY NOTE		Nº Albarán: Delivery Slip No: 1134130
				Fecha: Date: 21-11-2017
CARGADOR Freightier LIQUID NATURAL GAZ, S.L. Pol. Ind. Sant Ermengol, parcela 11 08630 ABRERA (BARCELONA) NIF: B-25526732				
DESTINATARIO Consignee Puerto de Barcelona 08039				
PRODUCTO Product:		GAS NATURAL LIQUIDO REFRIGERADO NATURAL GAS, REFRIGERATED LIQUID		
CALIDAD Quality				
P.C.S.	45'243			kWh/Kg
P.C.S.	41'905			kWh/Nm ³
P.C.I.	40'731			kWh/Nm ³
Peso específico	0'7810			Kgs/Nm ³
Densidad	445'7000			Kgs/m ³
PESO NETO DE LA DESCARGA Net weight discharge		1707'57		Kgs
TRANSPORTISTA Carrier: Mar Andalucía sl B-64812431				
EMPRESA Enterprise				
MATRÍCULA TRACTOR Truck Plate Number		9730-SXG		
MATRÍCULA CISTERNA Tank Plate Number		R-29A-BCX		
Firma y sello del Expedidor Signature and stamp of the shipper		Firma y sello del Destinatario Signature and stamp of the consignee		
				

Pol. Ind. Sant Ermengol, Parcela 11 · 08635 Abrera · Tel. 93 770 47 60 · Fax 93 770 34 41



Figura 107. LNG delivery note dated 21 November 2017.



ALBARÁN DE ENTREGA DE GNL
LNG DELIVERY NOTE

Nº Albarán: Delivery Slip No:	015021301
Fecha: Date:	30-11-2017

CARGADOR Freighter
LIQUID NATURAL GAZ, S.L. Pol. Ind. Sant Ermengaol, parcela 11 08630 ABRERA (BARCELONA) NIF: B-25526732

DESTINATARIO Consignee
Ham Criogenica sl (Contenedor puerto BCN) CP 08039 Barcelona

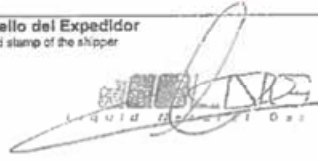
PRODUCTO Product:	GAS NATURAL LIQUIDO REFRIGERADO NATURAL GAS, REFRIGERATED LIQUID
-----------------------------	---

CALIDAD Quality		
P.C.S.	45'262	kWh/Kg
P.C.S.	41'691	kWh/Nm³
P.C.I.	40'531	kWh/Nm³
Peso específico Specific weight	0'7660	Kgs/Nm³
Densidad Density	439'3000	Kgs/m³

PESO NETO DE LA DESCARGA Net weight discharge	1038	Kgs
---	------	-----

698 + 345
= 1038

TRANSPORTISTA Carrier	Ham sl B-08654808
EMPRESA Enterprise	Ham Andalucía sl B-64812431
MATRÍCULA TRACTOR Truck Plate Number	9736-JXG
MATRÍCULA CISTERNA Tank Plate Number	R-2916-BCX

Firma y sello del Expedidor Signature and stamp of the shipper	Firma y sello del Destinatario Signature and stamp of the consignee
	

Pol. Ind. Sant Ermengol, Parcela 11 · 08635 Abrera · Tel. 93 770 47 60 · Fax 93 770 34 41



Figura 108. LNG delivery note dated 30 November 2017.

The following photographs show the different phases to fill the LNG tank:



Figura 109. View of one of the LNG tanks.



Figura 110. Tank grounding clamp.



Figura 111. LNG inlet valve to the tanks.

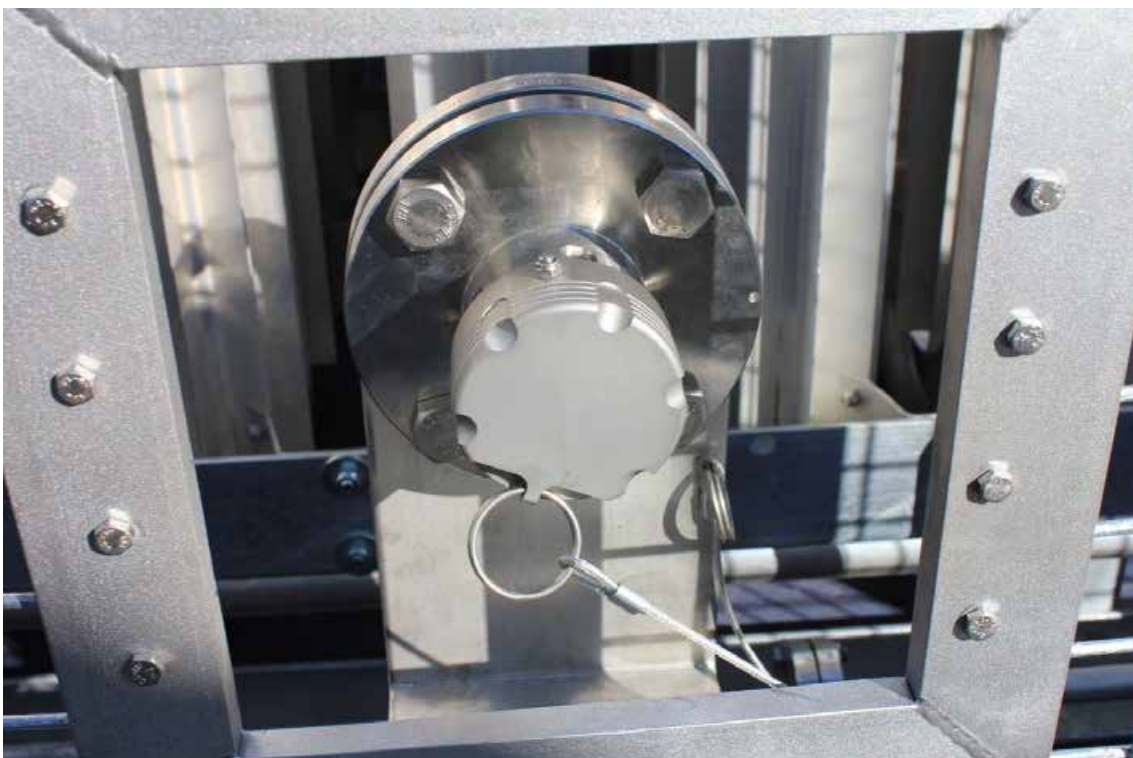


Figura 112. LNG inlet valve to the tanks.



Figura 113. LNG tanker with the tractor facing outwards.



Figura 114. LNG tanker with the tractor facing outwards. In red, measurement system of the supplied LNG and control of the tanker valves.



Figura 115. Dangerous goods transport registration (ADR). The number 223 is the hazard number (refrigerated liquefied gas, flammable) and the number 1972 represents LNG.



Figura 116. Activation of the RPG of Barcelona Fire Brigade and Port Police.



Figura 117. Activation of the RPG of Barcelona Fire Brigade and Port Police.



Figura 118. Filling out the verification checklist.



Figura 119. Connection of the earthing clamp (cable) and connection of the LNG hose to the container inlet valve (from here it is sent to one or another tank, by shower or by sump).



Figura 120. Ground clamp connection and connection of the LNG hose to the container inlet valve.



Figura 121. Tank control system. The white haze visible is due to the condensation of humidity due to the cooling of the pipes by the passage of LNG to -145°C of temperature.



Figura 122. Tank control system. Pipes cooled by the passage of LNG to -145°C .



Figura 123. Tank control system. Pipes cooled by the passage of LNG to - 145°C.



Figura 124. LNG hose disconnection.



Figura 125. LNG hose disconnection.



Figura 126. Blast meter



Figura 127. Tank control panel.



Figura 128. Tank control panel. Detail of the tank valve control system.



Figura 129. Tank control panel. Quantity supplied.

6.10. Engine tuning and carburetion

6.10.1. Removing the protective wrapping

The engine container was wrapped for transport to Barcelona. This protective wrapping was removed by Guascor-Siemens field technicians. Galvanised sheet metal or plywood covers that protected exposed areas such as cooling air intakes or exhausts were removed, as well as the cover that protected the gas train and electrical connection areas.

To achieve this, the Port Authority provided two ladders to access the highest points and remove the screws from the plates.



Figura 130. Removing protection plates for transport.



Figura 131. Removing protection plates for transport. Protection plates for the gas train or ventilation area.



Figura 132. Removing protection plates for transport. Gas train protection plates.

6.10.2. Installation of external elements

To prepare the generator engine for use, a series of parts or equipment had to be assembled and sent to Barcelona in various boxes that were stored in the Sant Bertran sheds. These elements were larger than the standard dimensions of the 40-foot container, which is why they were removed in the Siemens warehouses for transport.

The elements installed included the combustion gases exhaust pipes, the two air intake ducts located on the cover, the ventilation air inlet module, located on the door of the container's panel room, and the assembly of the gas train vent. As explained in the previous sections, the secondary saltwater circuit for engine cooling was also installed.

Ladders were also used to mount these external elements. The heaviest and most bulky parts were lifted using the APB Conservation truck crane. This should be taken into account for subsequent pilots, since some parts, while not very heavy, were difficult to hold and fix at a height of over two metres, therefore the crane was used to facilitate the task.



Figura 133. Installation of the ventilation air inlet module. Using the crane to hold the part in place.



Figura 134. Removing the exhaust cover.



Figura 135. Installing the exhaust gas pipe. The grilles are part of the engine room ventilation system.



Figura 136. Installing the air intake pipes to the engine.

6.10.3. Phases prior to the initial engine start-up

Before the engine could be started up for the first time, the fluids in the batteries, the primary cooling circuit and the oil circuit had to be refilled.

The batteries on the engine bench were filled with 37-38% sulphuric acid (battery electrolyte), supplied in the previously shipped boxes, and connected to the external 24v source to begin charging them. Caution should be exercised in handling battery acid in this process.

The engine's oil circuit was also filled (with 3040 motor oil) using the 200-litre canister sent previously. An electric pump and a hose were used for this purpose. During this phase, we encountered some problems in priming the pump, with air entering through the hose and small oil spills onto the engine floor (which were cleaned with rags) and on the wharf. The Conservation team put down sepiolite to absorb the oil and avoid possible slippages. For future pilots we recommend that sepiolite or rags should be available to collect any possible spillage in the installation area.

Likewise, the engine primary cooling circuit and the engine water circuit were filled with coolant (water with glycol antifreeze) shipped in a 1 m³ drum. The electric pump and hose were used for this purpose. As with the oil, there were some coolant spills, which should be avoided in future tests.



Figura 137. 37% sulphuric acid for engine batteries.



Figura 138. Oil can, pump and hose to fill the engine oil tank.



Figura 139. 1 m³ tank of coolant.

6.10.4. Engine carburetion adjustment with an element housing

The carburetion of the generator engine was adjusted with a 1000 kW element housing before starting the pilot. This made it possible to adjust various engine parameters, especially the ignition timing and the air/fuel ratio, to facilitate maximum thermal performance with minimum emissions. The adjustments aim to obtain the level of NO_x and CO defined in the exhaust gases.

Abnormal exhaust emission values can cause the following engine issues:

- A high level of oxygen can mean ignition issues (problems with the spark plugs or a poorly connected connection cable). This is normally associated with high levels of THC (Total Hydrocarbon, or unburned hydrocarbons).
- If the engine does not reach nominal power, but the emission levels indicate a rich mixture, that would indicate saturation of the air filters or problems with the throttle valve that regulates the air intake in the engine.
- If the engine does not reach nominal power and the emission levels indicate a lean mixture, it may indicate that the engine is decarburised or point to issues with the fuel circuit (low pressure, dirty fuel filter or partially open valves).

For it to function, the generator produces electricity in a circuit that must be closed. Several tests must be carried out at different electricity production regimes during the carburetion adjustment, therefore the electricity produced is unsuitable for the usual consumer, such as a boat. That is why, for carburetion adjustment tests, the circuit must be closed with a resistive load bank that dissipates the energy that the generator can produce in the form of heat, without endangering the rest of the installations.

To perform the carburetion, a resistive load bank (400v, 50 Hz and cos phi 1) and 25 m of wiring were rented to connect the generator engine to the external consumption source. The 400v cables from the generator output were connected to a junction box (copper bars) and from there it was connected to the resistive bank with the 25 m wiring. From 21 November to 24 November 2017, the carburetion of the engine was adjusted to different power regimes to adjust gas consumption, thereby minimising emissions. A gas measurement probe was used to measure emissions as the carburetion of the engine was calibrated, to adjust it to the optimum point.

During the first pilot on 24 November 2017, the generator was connected to the resistance bank for testing, because the ship's wiring was not yet fully installed. During this test, power of 808 kWe (100% of the power of the generator engine) was reached and 110% of power (900 kWe) was also achieved). By performing the test connected to the element housing, it was possible to verify that the engine was operating at full capacity for more than five hours without problems and that the gas plant also provided the necessary flow to achieve these power levels. Before connecting the auxiliary engine to the vessel, the shipowner (Suardiaz) also wanted

to check that it worked correctly, since a fall in voltage while the vessel was in operation could cause a black-out, which could become potentially dangerous: It would stop the hold ventilation systems with cars and trucks operating inside, the reefers would have no power, and some of the ship's systems would not work.

Below are some images of the engine carburetion process:



Figura 140. Connection of the 400v output cables to the junction box.



Figura 141. Junction box (3 phases).



Figura 142. Junction box (3 phases).



Figura 143. Resistive load bank.



Figura 144. Resistive load bank.



Figura 145. Resistive load bank.



Figura 146. Resistive load bank. Fan to dissipate the heat of the element.



Figura 147. Engine carburetion adjustment.



Figura 148. Voltage and frequency measurement equipment.

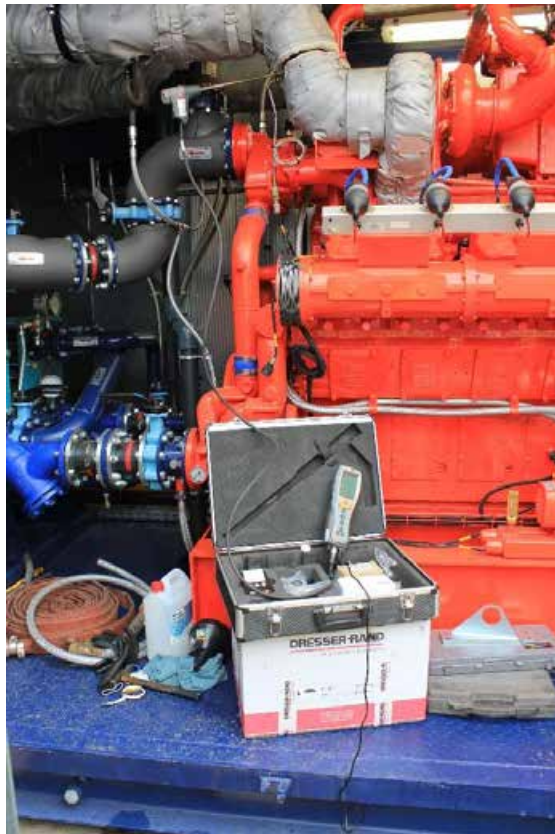


Figura 149. Gas probe for measuring exhaust emissions.



Figura 150. Gas probe for measuring exhaust emissions.



Figura 151. Gas probe for measuring exhaust emissions. Exhaust temperature, % O₂, mg/m³ NO_x or ppm of CO.



Figura 152. Measuring probe printer.



Figura 153. Siemens operators performing carburetion adjustment.



Figura 154. Withdrawing the resistive bank.

7. Pilot

7.1. Results

Four tests were performed in the pilot carried out in the port of Barcelona: on 24 November, 1 December, 8 December and 15 December 2017. The main objective of the port of Barcelona pilot was to check that the equipment was working correctly and that the assembly was capable of supplying 100% of the ship's electricity demand (about 400 kWe, with a peak of 650 kWe), continuously and safely, without possible black-outs, a potentially dangerous situation for a ship in operation (in the event of a power failure, there is no ventilation in the holds where vehicles are moving, the windlass cannot be used and the reefers cannot be powered). No natural gas engine emissions measurements were taken during the Barcelona pilot to verify that emissions are lower than those produced by the auxiliary diesel engines. These measurements will be taken in the Tenerife pilot.

As mentioned previously, on 24 November the generator was connected to a resistance bank, but not to the ship, due to a delay in the delivery of the connection terminal. The 1000 kW resistance bank, which was used to calibrate the engine's carburetion, is a source of electricity consumption (a resistor that dissipates the engine's consumption in the form of heat) that allowed the engine to be tested at maximum power for five hours. It was possible to reach 808 kWe, or 100% of generator power, and for a time it was tested at 110%, reaching 900 kWe. During the five hours of operation, both the engine and the gas plant worked correctly.

The medium voltage wiring could be connected to the ship on 1 December, but various issues with the synchronisation of the phases meant that it was impossible to provide 100% of the necessary charge to the ship, and the auxiliary diesel engines were kept running to provide support for the gas engine located on the wharf. It was possible to synchronise the phases after the port call was completed. The engine kept running during the entire port call (from 8am to 2pm).

During the 8 December pilot it was possible to provide 100% of the ship's required charge throughout the stopover, achieving a maximum of 650 kWe (using the windlass and bow thruster and providing electricity for cooling requirements) and an average of 400 kWe during the port call. The gas generator engine was correctly adjusted to the ship's demand and the gas plant provided the necessary flow at all times. The engine kept running during the entire port call (from 8am to 2pm).

During the 15 December pilot the engine worked normally throughout the port call (six hours), providing the current demanded by the ship at all times.

The communication event was held during this last day of the pilot with speeches by the authorities and visits to the equipment and was amply covered in the national and local press. The event was attended by representatives of the Port of Barcelona (General Manager and Environment chief), representatives of Enagás (coordinators of the Core LNGas hive Project), representatives of *Puertos del Estado* and the partners Suardíaz, Siemens and HAM. The news of the pilot project appeared in

written media or on state-level websites (Europa Press, La Vanguardia and El Periódico), locally (Ara, El Punt Avui), in media specialised in port logistics (Diario del Puerto, Marítimas, El Vigía and Naucher) and on a local television station (Barcelona Televisió, Betevé).

Below are some photographs of the four pilot tests carried out in the port of Barcelona.

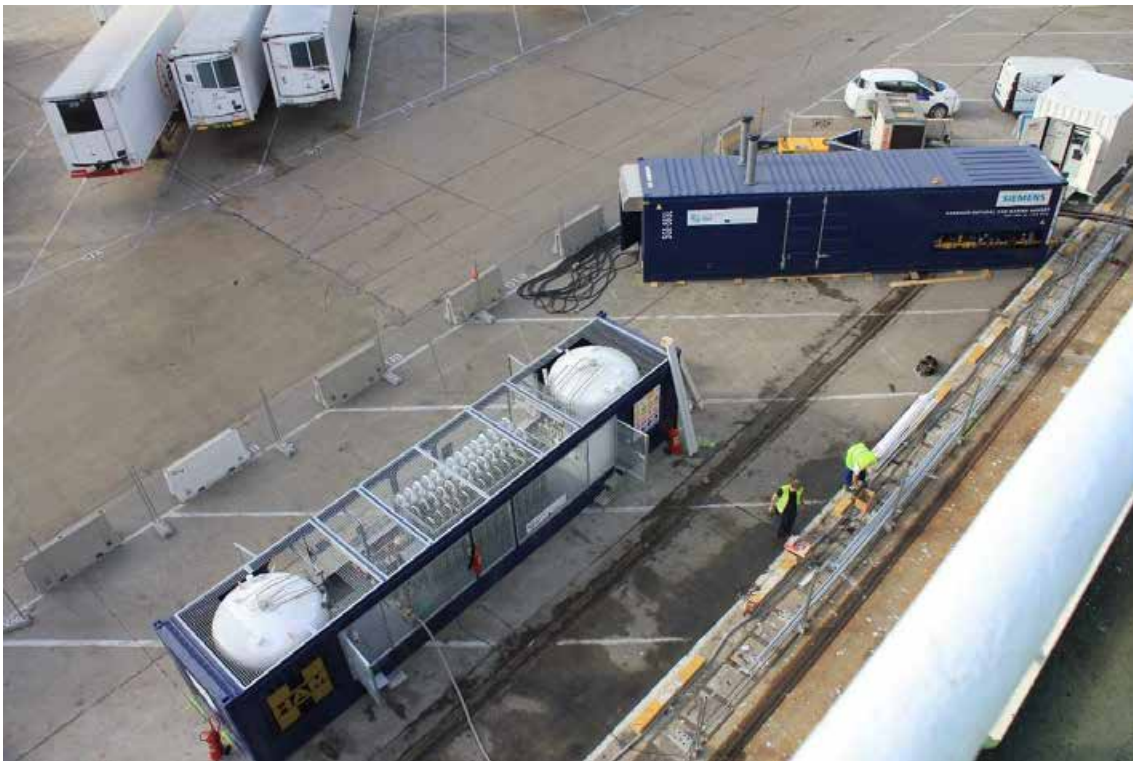


Figura 155. Pilot of 24 November. All equipment.



Figura 156. Pilot of 24 November. All equipment.



Figura 157. Pilot of 24 November. All equipment. It is possible to make out the condensation of the ambient humidity due to the cold of the LNG plant.



Figura 158. Pilot of 1 December. Equipment.



Figura 159. Pilot of 1 December. Connection of the medium voltage cable from the ship to the connection terminal.



Figura 160. Pilot of 1 December. Disconnection of the medium voltage cable.



Figura 161. Pilot of 8 December. Ship in operation. Charging a reffer (refrigerated container, with high energy consumption on the ship).

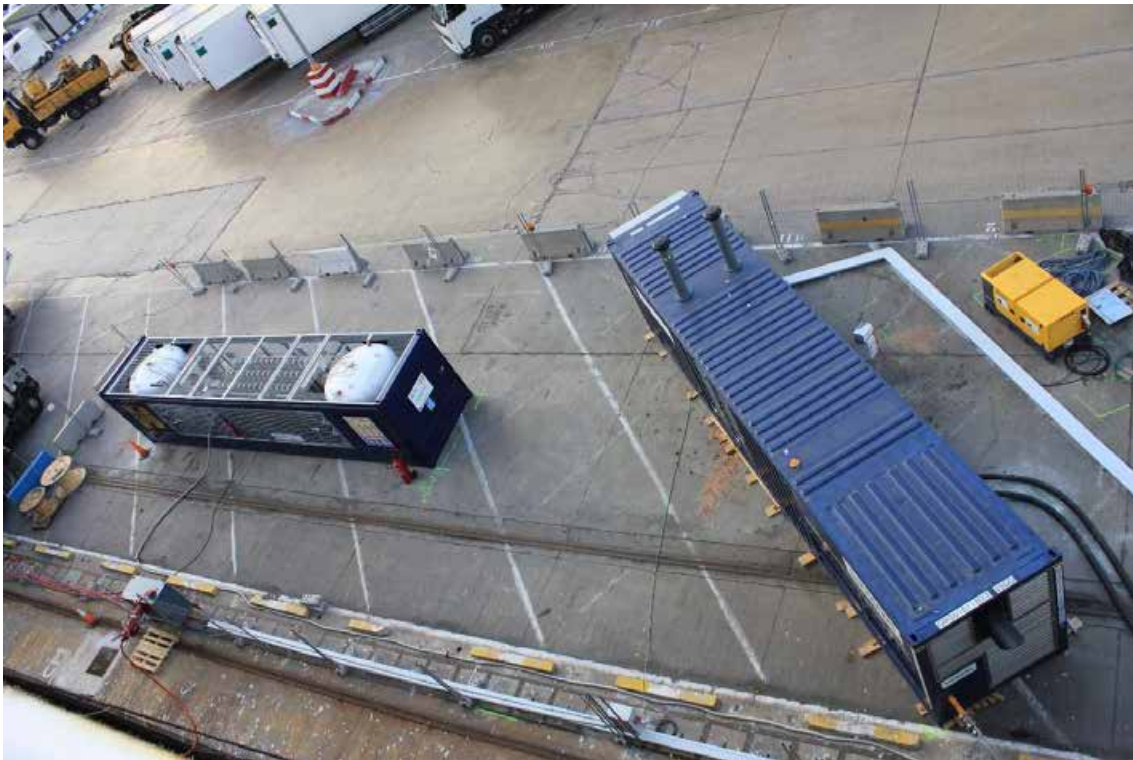


Figura 162. Pilot of 8 December. All equipment.



Figura 163. Pilot of 8 December. All equipment.



Figura 164. Pilot of 8 December. Generator engine.



Figura 165. Pilot of 8 December. Control panel on board the auxiliary gas engine.



Figura 166. Pilot of 8 December. Synchronisation of phases.



Figura 167. Pilot of 8 December. Control panel on board the gas engine. Power 382 kW, 398v and frequency of 49.2 Hz.



Figura 168. Pilot of 8 December. Tail diesel auxiliary generator stopped.



Figura 169. Pilot of 8 December. Starboard main diesel engine stopped.



Figura 170. Pilot of 8 December. Port main diesel engine stopped.



Figura 171. Pilot of 15 December. Connecting the medium voltage line to the connection terminal.



Figura 172. Pilot of 15 December. Starting the generator engine.



Figura 173. Pilot of 15 December. Virtually no exhaust smoke can be seen.



Figura 174. Pilot of 15 December. Communication event.



Figura 175. Pilot of 15 December. Communication event.



Figura 176. Pilot of 15 December. Communication event.



Figura 177. Pilot of 15 December. Communication event. Visit to the equipment.

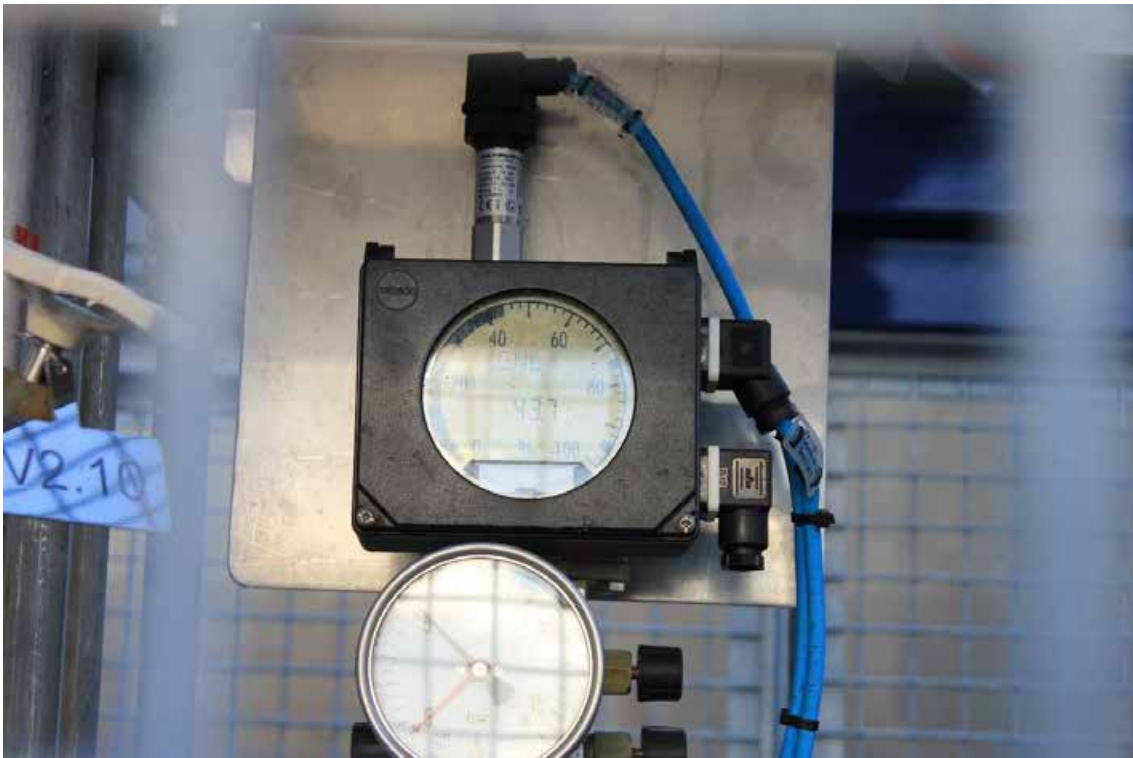


Figura 178. Pilot of 15 December. Gas level at the end of the pilot (43.7% of the 5 m³ tank).



Figura 179. Pilot of 15 December. Departure of the L'Audace at the end of the port call.



Figura 180. Information panel (in Catalan) designed for the presentation event.

MARÍTIMO • El motor presentado el pasado viernes forma parte del programa CORE LNGas hive

Barcelona estrena su primer motor de gas natural para el suministro eléctrico a buques

ELENA GARCÍA
BARCELONA

El Puerto de Barcelona estrenó el pasado viernes el primer motor de gas natural existente en Europa destinado a suministrar electricidad a los buques ro-ro que atracan en el enclave. Se trata de un proyecto desarrollado dentro del programa CORE LNGas hive en el que participan las autoridades portuarias de Barcelona, Vigo y Tenerife y las empresas Enagas, Suardiaz, Harn y Siemens. El uso de este motor a gas, en lugar de generar electricidad para los buques con otros combustibles como el gasóleo, permite reducir cerca del 85% de los niveles de emisión de óxido de nitrógeno y elimina por completo las partículas en suspensión y los óxidos de azufre, tal y como se puso de manifiesto durante la presentación de la máquina.

El motor es uno de los proyectos más destacados del



Antoni Murugó, de Harn; Fernando Impuesto, de Enagas; Álvaro Rodríguez-Dapena, de Puertos del Estado; José Alberto Carbonell, del Puerto de Barcelona; Juan Riva, de Suardiaz, y José María Bilbao, de Siemens. Foto E. García.

Plan de Mejora de la Calidad del Aire del Puerto de Barcelona y tiene como fin reducir de manera efectiva las emisiones generadas por la actividad portuaria.

Juan Riva, presidente de Suardiaz, destacó la apuesta que hace la compañía por innovar y se mostró totalmente comprometido con la descarbonización del transporte marítimo para que éste "siga sien-

do el medio de transporte más sostenible".

José Alberto Carbonell, director general del Puerto de Barcelona, destacó, por su parte, la apuesta que se está haciendo en el enclave por la puesta en marcha de tecnologías más limpias, en las que el gas natural juega un papel prota-

gonista. Carbonell reiteró que el estreno de este motor es una muestra de que "simplemente, con una operación con un coste asumible y sostenible, se puede hacer que un barco, en su estancia en el puerto, no provoque ningún tipo de emisiones".

El motor está compuesto por una unidad generadora y otra unidad con los tanques de GNL instaladas dentro de contenedores de 40 pies para que puedan viajar a bordo del barco durante los trayectos entre puertos y también sean de fácil carga y descarga y rápidamente instalables en el muelle donde atraque el barco.

En el acto, celebrado en la Terminal Ferry Barcelona (Trasmediterránea), también participaron el director de logística de Enagas y coordinador del proyecto, Fernando Impuesto; el asesor ejecutivo del director general de Engine Business de Siemens, José María Bilbao; el director general de Harn, Antoni Murugó; el director técnico de Puertos del Estado, Álvaro Rodríguez-Dapena, entre otros.



Motor de gas natural suministrando electricidad al buque "C.Audace" de Suardiaz. Foto E. García.

Figura 181. News of the event that appeared in the Diario del Puerto.

Below is the press release written by the Communication Department of the Port of Barcelona:

"First electrical connection to a ship from a natural gas engine in the Port of Barcelona"



The Port of Barcelona today unveiled the first electrical connection to a ship from the wharf using a natural gas engine. The engine, which replaces the operation of the auxiliary engines of the ship during its stay in port, is one of the most outstanding projects of the Port of Barcelona Air Quality Improvement Plan, which aims to effectively reduce the emissions generated by port activity.

The event, which was held at the Barcelona Ferry Terminal (Trasmediterránea), was attended by the Port of Barcelona General Manager José Alberto Carbonell; the Logistics and Commercial Director of Enagás and coordinator of the CORE LNGas hive Project, Fernando Impuesto; the president of Flota Lineas Suardiaz, Juan Riva; the Executive Advisor to the General Director of Engine Business at Siemens, José María Bilbao; the General Manager of HAM, Antoni Murugó; the Technical Director of Puertos del Estado, Álvaro Rodríguez Dapena; Environment chief of the Port of Barcelona, Jordi Vila.

This is a project led by the Port of Barcelona and framed within the CORE LNGas hive programme, coordinated by Enagás and co-financed by the European Union, which includes the design, construction and commissioning of a mobile gas-fired electricity generating unit; a mobile unit containing two liquefied natural gas (LNG) tanks and a gasifier; and the adaptation of the electrical connections and the control panel of the L'Audace vessel, in which the pilot test was carried out.

A design applicable to any ship and in any port.

The generator unit and the unit with the LNG tanks were installed inside 40-foot containers so that they can travel on board the ship during the routes between ports and are also easy to load and unload and quickly install on the wharf where the ship berths. It is estimated that, during the five hours in which the L'Audace is berthed at the Port of Barcelona, the use of the electrical connection from the pier avoids emitting 27 kg of nitrogen oxides (NOx) into the atmosphere. The L'Audace is a ship that transports RoRo cargo (trucks, platforms and trailers) between the Catalan capital and the ports of Las Palmas and Santa Cruz de Tenerife.

This project, which is a pioneer in Europe, aims to provide a versatile and flexible solution to reduce emissions in ports since it was designed to be efficient and extremely cheap, allowing it to be rolled out on any ship and in any port.

Also participating as partners in the project are Flota Lineas Suardiaz, the shipping company that adapted the L'Audace ship with which the pilot test is being carried out; Siemens, the company that built the gas generator engine; Ham, the company that provided the liquefied natural gas (LNG) tanks; Bureau Veritas, which certified the engine for maritime use; and the ports of Tenerife and Vigo, where the test will be continued over the next few months. The project, which began in January 2016, has a total budget of €2.26 million.

Port of Barcelona Air Quality Improvement Plan

The project aims to reduce the emissions produced by ships during their stay in port by replacing the operation of the ship's auxiliary engines with mobile LNG units that provide electricity to the ship. Fostering the use of liquefied natural gas (LNG) as an alternative fuel for ships, trucks and land machinery is one of the most prominent initiatives of the Port of Barcelona Air Quality Improvement Plan. LNG represents an 80% reduction in NOx emissions and the total suppression of emissions of sulphur oxides and suspended particles.

The Port and the companies of Barcelona Port Community are actively involved in developing these projects, aimed at effectively reducing polluting emissions from port activity. In addition to this project involving the electrical shore-to-ship connection using a gas engine, four pilot projects are currently underway based on using natural gas as an alternative fuel for ships, vehicles and machinery in the Port of Barcelona: adapting two straddle carriers (machines to move containers in the terminals) to run on natural gas, adapting a barge to bunker LNG to ships, designing a natural gas-powered tugboat and adapting 26 trucks to run on gas.

Along the same lines, the Air Quality Improvement Plan includes various actions such as environmental discounts on the vessel fee or renewing the Port's internal fleet of vehicles with electric units."

7.2. Issues detected

7.2.1. Assembly location and cable length

There was a certain lack of coordination between APB and Suardíaz in determining the point where the medium voltage cable was let down from the ship and therefore where all the equipment should be located on the wharf. The cable came down just astern of the ship and the generator engine was located about 40 m from the stern. This was the reason why the connection terminal was located closer to the LNG tanks container, which meant that the medium voltage cable between the earth transformer and the connection terminal had to be extended. For future pilots, it was recommended to move the entire assembly to the area near the stern and to place the engine near the point at which the cable was lowered, swapping the position of the engine containers and the tanks.

Also, the area where the equipment was located within the perimeter fence was rather narrow, therefore it was recommended that in future pilots a larger area should be set aside for placing the equipment, to make it easier for the technicians to come and go during assembly and to place small equipment or materials within the fenced area.

7.2.2. Electric sockets

Finally, HAM needed a 230V and 6 kW electrical outlet to supply the container with the gas tanks, to make it possible to connect the heater of the regasification tower, if necessary. In Barcelona, a 1.5 kW outlet was installed to power the tank container, but for pilots in colder areas, such as Vigo, it is recommended to install the necessary power so that the heater can be activated to regasify the LNG, in case atmospheric heat exchangers proved unable to provide the necessary flow.

7.2.3. Gas flow and pressure

When the engine was started up on 23 November, the flow of gas was insufficient and the engine stopped automatically, as the engine protection systems tripped. After a few hours during which it was thought to be an engine problem, it was concluded that it was due to no gas flow. HAM found that the diaphragm of the circuit that odorises the gas with THT (tetrahydrothiophene) was too narrow (the gas circulates in this circuit and mixes with the THT, which produces the characteristic odour of gas). To solve this, the diaphragm was removed and replaced by one with a larger diameter, allowing sufficient gas to flow to the engine and also allowing it to be properly odorised.

The gas pressure at the inlet of the engine gas train was also found to be greater than 1 bar (1.5 bar). Although this did not pose a safety problem, because the pressure is regulated in the gas train, Siemens wanted to test the engine at the design pressure, therefore the pressure at the inlet of the gas train should be adjusted in future pilots.

7.2.4. Needs during installation of the equipment

During the Barcelona pilot, in the middle of winter, when the sun sets around 5.30 p.m., there was insufficient light in the area while the equipment was being assembled. For the subsequent pilots, we would recommend that there should be sufficient lighting or spotlights installed in the area where the pilot is located, to facilitate the work of the technicians.

It was also requested, for future pilots, that there be a chemical toilet provided in the location area, or a nearby alternative for the technicians working on the start-up.

Also, for the pilots in the other ports, a water intake with sufficient pressure should be installed, for priming the circuit and the engine cooling pump and defrosting the LNG supply pipe while the tanks are loaded from the tanker, if required.

7.2.5. Defining the connections

During the Barcelona pilot, the gas hose connected to the engine gas train provided by HAM was ND65, when the diameter at the gas train was ND80. A reducer was installed and the flow supplied to the engine was sufficient, but a gas hose with an ND80 diameter must be provided in future pilots.

Also during the installation of the equipment, one of the plugs of the 400v electrical socket for the engine was missing. This plug was supposed to have been provided by Barcelona Port Authority but had been included among the materials to be prepared by Siemens. The absence of this plug and the difficulty in finding one at short notice practically caused the delay of the first day of the pilot.

It is vital for the partners to coordinate to define the connections of the power or gas outlets. Also, the needs of each team must be correctly planned before the pilots are performed and a list of the necessary materials defined, to avoid problems during the installation of the equipment once each partner's technicians have already travelled to the installation port.

7.2.6. Legalisation

In the Barcelona pilot, it was decided to internally process the permits to operate the pilot, in part because during the prior consultations at the Catalan Department of Industry there was a lack of clarity regarding the legalisation process and nor was it clear whether only the gas part or also the electric part should be legalised. That is why a certified technical report and an emergency plan were drawn up, although they could not be finalised before starting the pilot.

In the Barcelona pilot, the technical report, endorsed by a technical engineer, was finalised on 1 December after the first day of the pilot, because the company in charge had to perform an inspection with all the equipment installed and then write the report. This technical report also includes the ACB reports, which is why it could not be completed until all the equipment had been set up and had their certificates. This endorsed report (attached in **Annex I**) defines the equipment, safety distances and protection systems.

Furthermore, the emergency plan (attached in **Annex 3**) was finalised after the second pilot, because priority was given to completing the technical report of the project. The self-protection plan did not need to strictly follow the methodology established in the major accident regulations (SEVESO III), due to the amount of gas accumulated, however the port of Barcelona decided to draft it in accordance with these safety regulations as an internal protocol for action in emergencies.

HAM's LNG storage team passed an inspection by an Authorised Certification Body (ACB), of the LNG tanks and their low-voltage installation, before filling the tanks. The inspection reports are attached to the endorsed technical report, but they were not presented to the Industry Department.

In order to legally cover any possible incident, for the following pilots the installation certificates should be presented to Industry before the pilots commence.

8. Conclusions

The pilot of the EPT1 sub-activity of the Core LNGas hive project to supply the L'Audace ship with electricity generated by a gas-engine generator located on the

wharf (Onshore Power Supply, OPS) took place over four weeks from 24 November to 15 December 2017 in the port of Barcelona.

During the four days of the pilot, it was possible to check that the equipment was working correctly, generating 110% of the engine power (900 kWe) and providing 100% of the power needs of the ship (about 400 kWe, with a peak of 650 kWe). The communication between the ship's control panel and the engine allowed the generator on land to function as an additional auxiliary engine for the ship, providing the necessary energy at all times, making it possible to shut down the ship's auxiliary diesel engines during the port call. The regasification plant functioned correctly throughout the operation, with the gas flow provided feeding the engine correctly and the LNG refuelling operation was performed without incident.

Since this was the first port where the equipment was installed, certain minor issues arose, but can be avoided in the following pilots. It was essential to plan each phase of the installation of the equipment and to anticipate the needs in terms of materials to ensure that the pilots could take place on the dates set. We would also underline that the professionalism of the technicians of all the participating partners during the pilot managed to solve all the issues that arose, to meet the agreed timelines.

A communication event involving the authorities was held on the final day of the pilot with a visit to the equipment, which was widely covered in the national and local printed and digital press, as on local television (city of Barcelona).

List of Acronyms and Abbreviations

- APB: Autoridad Portuaria de Barcelona (Barcelona Port Authority).
- Cold Ironing: A technique for providing power to berthed ships, in this case, synonymous with OPS.
- CO: Carbon monoxide.
- CO₂: Carbon dioxide.
- ND (ND65-ND80): Nominal diameter. Refers to the inside diameter of a tube. In this case, 65mm and 80mm respectively.
- LNG: Liquefied natural gas.
- NO_x: nitrogen oxides.
- OPS: Onshore Power Supply. Supply of electricity to the ship from the wharf during a call.
- ACB: Authorised Control Body. Certifying company that inspects the equipment to verify that it complies with the applicable regulations.
- PLC: Programmable Logic Panel. Equipment control panel.
- Reefer: A refrigerated container with a temperature control, thanks to its cooling engine. Involves a high electrical consumption when connected to the ship's electrical system.
- Sidelifter: a crane loading containers from the side.
- THC: Total hydrocarbon. Normally unburned hydrocarbons present in the exhaust gases.
- THT: Tetrahydrothiophene. An odorant that gives gas its characteristic smell.

ANNEXES

Annex 1: Project technical report

MEMORIA TÉCNICA

EPT1 BARCELONA. UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.

Peticionario : Autoridad del Puerto de Barcelona (APB)

Emplazamiento: Muelle Ponent. Puerto de Barcelona

CAP L-50654

**MEMÓRIA TÉCNICA
EPT1 BARCELONA. UNIDAD MÓVIL DE
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON
ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO
DE ENERGÍA DESDE TIERRA**

INDICE

1. OBJETO DEL DOCUMENTO	1
2. ALCANCE	1
3. TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	2
4. TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO.....	2
5. EMPLAZAMIENTO	2
6. CÓDIGOS Y NORMAS	3
7. DATOS AMBIENTALES.....	4
8. CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE.....	4
9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	5
10. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	6
10.1. PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN DE GNL	6
10.2. UNIDAD SISTEMA MOTOR-ALTERNADOR DE FUNCIONAMIENTO A GN.....	11
10.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MUELLE.....	13
10.4. GRUPO ELECTRÓGENO AUXILIAR.....	16
10.5. TOMA DE CORRIENTE TIPO "MONAGUILLO"	16
10.6. INTERCONEXIONADO ELÉCTRICO	17
11. ADECUACIÓN A LA NORMATIVA APLICABLE.....	18
11.1. DISTANCIAS DE SEGURIDAD	18
11.2. CLASIFICACIÓN ÁREAS DE RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN.....	19
12. PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN	21
13. MANTENIMIENTO	21
14. MARCADO CE	21
15. INSPECCIONES Y PRUEBAS.....	21
16. CONCLUSIONES.....	22
17. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA	23
18. ANEXO 1. DOCUMENTACIÓN P. ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN GNL.....	24
18.1. CERTIFICACIONES DE INSPECCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GAS NATURAL LICUADO Y BAJA TENSIÓN	24
18.2. PROCEDIMIENTO DE DESCARGA Y CHECKLIST.....	25
19. ANEXO 2. DOCUMENTACIÓN UNIDAD SISTEMA MOTOR-ALTERNADOR DE GN.....	26
19.1. REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVA EUROPEA MARCADO "CE"	26
19.2. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD DE EQUIPOS.....	27
19.3. ESQUEMA CUADRO DE CONTROL	28
20. ANEXO 3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MUELLE	29

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

Se redacta el presente documento, junto con sus Anexos, con la finalidad de definir las condiciones de instalación de acuerdo con las Normativas Técnicas que son de aplicación y definir los requerimientos mínimos que debe de cumplir la implantación de los diferentes equipos que componen la unidad móvil de generación de energía eléctrica por GNL para el suministro eléctrico desde tierra que se implantará una zona concreta (Muelle de Ponent) del Puerto de Barcelona.

Los equipos relacionados dispondrán todos ellos individualmente de la documentación técnica de fabricación necesaria, aportada por sus respectivos fabricantes, y que no es objeto del presente documento.

Si que se recogerá en la presente memoria técnica una descripción técnica de los citados equipos, con la finalidad de poder justificar sus condiciones de instalación, implantación e interconexiones necesarias para la justificación del cumplimiento de la normativa vigente de su instalación, a fin de documentar el cumplimiento de las condiciones técnicas necesarias.

El presente documento se argumenta asimismo como Certificación de la ejecución de las condiciones técnicas descritas.

2. ALCANCE

El alcance de presente memoria técnica incluirá el conjunto de equipos e instalaciones necesarios para que la unidad móvil de generación de energía eléctrica por GNL para suministro eléctrico al buque desde tierra pueda operar con seguridad en la localización prevista en presente memoria.

Quedan fuera del alcance de presente proyecto la implantación de la unidad en otra ubicación o la implantación de otros equipos o instalaciones que no estén descritos en presente proyecto y/o que no sirvan para el funcionamiento propio de la unidad.

Quedan igualmente excluidas de la presente descripción y certificación las instalaciones eléctricas de alimentación al buque situadas a continuación del elemento denominado "monaguillo", que es el último elemento que se ubica en tierra, ya que a partir de este punto serán de aplicación de reglamentación para equipos de uso navío.

3. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Los datos del titular de la instalación son los siguientes:

Nombre AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA
NIF Q-0867012-G
Domicilio social..... WTCB- Edificio Este. Muelle de Barcelona
Localidad08039, Barcelona

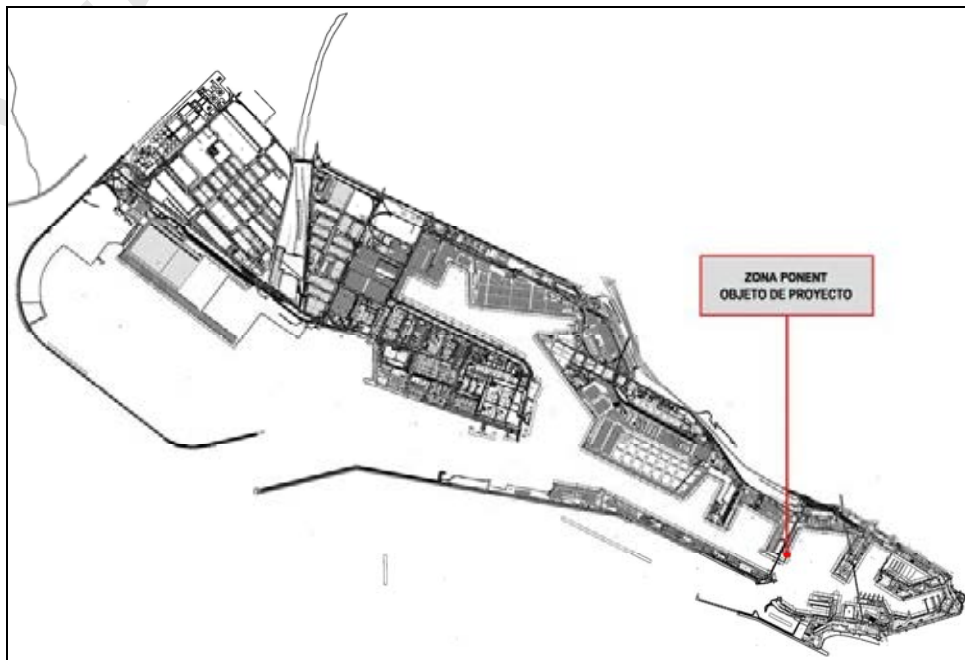
4. TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO

El técnico autor del presente proyecto es el ingeniero industrial Alfred Guitard Sein-E., colegiado núm. 7.484 del Colegio de Ingenieros Industriales de Cataluña.

La empresa que ha recibido el encargo de elaborar el proyecto es Einesa Ingeniería S.L., con NIF B-25382599 y domicilio social en la C/ Academia nº 2, 25002 Lleida.

5. EMPLAZAMIENTO

La Unidad quedará emplazada en el Muelle de Ponent del Puerto de Barcelona en Barcelona (CP 08630) en una zona plenamente habilitada por la Autoridad del Puerto.



Detalle de ubicación exacta de unidad móvil objeto de documento.

Previo a la ubicación de la Unidad en el Puerto se tendrá confirmación que todos los intervinientes en la explotación y gestión de posibles emergencias estén informados por los canales establecidos por la Autoridad del Puerto.

6. CÓDIGOS Y NORMAS

Las principales normativas y códigos que se requieren de su cumplimiento para la presente instalación son los siguientes:

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseoso y sus instrucciones técnicas ICG 01 a 11.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas i garantías de seguridad en instalaciones eléctricas en Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- UNE (Una Norma Española)
 - UNE 60210 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)
 - UNE 60670 Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bares
 - UNE 60079 Atmósferas explosivas
 - UNE 60228 Conductores de cables aislados
 - UNE 60332 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
 - UNE 60332 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
 - UNE 60364 Instalaciones eléctricas de baja tensión
 - UNE 60529 Grados de protección proporcionados por las envolventes
 - UNE 62305 Protección contra el rayo
- API (American Petroleum Institute)
 - API RP 505 Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classifies as Class I, Zone 0, Zone 1 and Zone 2

7. DATOS AMBIENTALES

Los equipos e instalaciones de la Unidad serán adecuados para su desempeño en condiciones nominales bajo ambientes marítimos específicos del Puerto de Barcelona.

8. CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE

El combustible a utilizar para la generación de energía eléctrica es Gas Natural Licuado (GNL). Las características y composición del gas natural son las siguientes:

COMPOSICIÓN:

COMPONENTE	% VOLUMEN
C ₁	91,15
C ₂	7,33
C ₃	0,67
C ₄	0,03
NC ₄	0,03
N ₂	0,79

Poder Calorífico Superior (PCS)	10,099 Te/Nm ³
Poder Calorífico Inferior (PCI).....	9,101 Te/Nm ³
Densidad del Gas	0,77 kg/Nm ³
Capacidad de gasificación	1 m ³ de GNL proporciona 570Nm ³ de GN
Entalpia de cambio de fase entre líquido a -160°C y gas a 0°C (presión 5 bar).....	200 kcal/kg
Calor específico medio del gas entre -160°C i 0°C	0,48 kcal/kg°C
Viscosidad del líquido a -160°C	0,1412 CP
Viscosidad del boil-off a -157°C	0,0048 CP
Viscosidad del gas natural a 0°C	0,0103 CP
Densidad de líquido (GNL) a -160°C	0,46 kg/l

9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación se enmarca en el proyecto Core LNGas hive, dentro del programa de reducción de combustibles contaminantes y su sustitución por combustibles más limpios, como el GN; de esta forma se reduce la dependencia del petróleo y de las emisiones al medio ambiente.

El sistema de generación eléctrica a gas natural proporcionará la energía necesaria para mantener funcionando el HVAC, la iluminación, y cualquier otro equipo a bordo, mientras el buque está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de los generadores diésel auxiliares.

La unidad móvil de generación de energía eléctrica con alimentación de GNL para suministro de energía a buque desde tierra se compondrá de los siguientes equipos y componentes principales:

- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural.
- Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL.
- Centro de Transformación del Muelle para alimentación a buque.
- Grupo electrógeno de alimentación auxiliar.
- Instalaciones de interconexión auxiliares; líneas eléctricas de BT y AT, mangueras de GN y GNL, depósito gasoil para el grupo electrógeno auxiliar, etc.
- Toma de corriente tipo "Monaguillo"

La Unidad Sistema Motor-Alternador estará ubicado en un contenedor,, que se alimenta de gas natural procedente de otro contenedor vecino que contiene dos depósitos de GNL y el sistema de vaporización correspondiente para la alimentación de GN, por medio de una manguera de 1,5". Además también se ubicará en la zona un grupo electrógeno para proporcionar electricidad al generador y sistema de control de los depósitos y un transformador de baja a media tensión.

El GNL se trasegará mediante un equipo dotado de bomba criogénica y a través de una manguera de líquido entre la cisterna y el depósito (no habrá conexión de la fase gas entre la cisterna y el depósito).

El motor y depósito de GNL se colocarán en 2 contenedores de 40 pies cada uno, que estarán sobre muelle. En uno de los contenedores se ubicará el sistema del motor de GN, y en el otro contenedor se ubicarán los dos depósitos de 5 m³ cada

uno (uno se llenará de GNL y el segundo se usará como reservorio de presión), uno de GNL y otro de GN, y el sistema de vaporización (el depósito de GNL estará conectado a través de una tubería de la fase gas con el depósito de GN, el cual sirve de respaldo y para equiparar las presiones en ambos depósitos).

Las condiciones de suministro del GNL cumplirán con las condiciones de trabajo especificadas por el fabricante del depósito:

Presión:8 barg

Temperatura:- 160°C

10. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

10.1. PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN DE GNL

La obtención de gas natural (GN) a partir de gas natural licuado (GNL) se basa en la gasificación del líquido almacenado en los depósitos criogénicos mediante un evaporador ambiental.

La planta está ubicada en el interior de un contenedor de 40' en el cual están instalados 2 depósitos de almacenaje, uno en cada extremo, y el resto de equipos en la parte central, aunque en ésta instalación sólo se utilizará 1 depósito.

Las características generales de la Planta de almacenamiento y gasificación de GNL son las siguientes:

Capacidad de almacenamiento de GNL5.000 litros
Presión máxima de servicio de almacenaje GNL.....4 bar
Capacidad de gasificación máxima 120 Nm³/h
Capacidad de gasificación media (anual) 80 Nm³/h
Presión de suministro de GN.....2,5 a 3,5 bares
Temperatura de suministro de GN10 a 20°C

Los componentes principales de la instalación son los siguientes:

- **Instalación de almacenamiento**, compuesto por dos depósitos criogénicos de almacenamiento de GNL de las siguientes características:

Fabricante	FURUISE EUROPE COMPANY
Modelo.....	CDL-4.56/08 CRYOGENIC LIQUID TANK
Tipo	Vertical
Grado de llenado	95%
Capacidad geométrica.....	5.000 litros
Capacidad GNL	1.815 kg
Capacidad útil.....	4.750 litros
Presión de diseño y máx. servicio.....	8 bar
Presión de prueba	13,5 bar
Temperatura de diseño	+ 20 a -196°C
Categoría	IV
Aislamiento.....	Vacío + Perlita
Gradiente	200°C
Capacidad geométrica.....	5.000 litros

También se dispondrá de un cubeto de recogida de producto derramado para una capacidad total de almacenamiento de 10 m³ de producto. De ésta forma se dará cumplimiento al volumen mínimo indicado en el apartado 5.2 de la UNE 60210.

- **Vaporizador ambiental PPR**, el depósito lleva incorporado un vaporizador que tiene la función de garantizar la presión requerida por el cliente. Cuando la presión del depósito disminuye, el vaporizador aumentará la presión del mismo hasta el valor deseado.

Está compuesto por una parrilla de tubos aleteados unidos por ambos extremos a sendos colectores formado un único. Las principales características son

Fabricante.....	LOAR GASIFICACIÓN SL
Modelo.....	LOAR D411
Tipo	Vertical
Descripción equipo	Evaporador ambiental
Presión máxima admisible.....	15 bar
Temperatura mínima/máxima admisible	-196/+50°C
Volumen	7,67 lts
Presión de prueba	16,5 bar
Fluido contenido/grupo.....	GNL/1

- **Instalación de descarga.** El punto de descarga está situado en uno de los laterales del contenedor y está formado por una manguera de conexión a la cisterna para realizar el llenado del depósito de almacenaje.

Para la carga del depósito de GNL se realiza mediante una bomba criogénica incorporada en el camión cisterna.

- **Instalación de regasificación,** compuesto por un evaporador ambiental de GNL al consumo formado por tubo lineal aleteado de las siguientes características:

Fabricante..... LOAR GASIFICACIÓN SL
 Modelo..... LOAR B1462
 Tipo Vertical
 Descripción equipoEvaporador ambiental
 Presión máxima admisible.....15 bar
 Temperatura mínima/máxima admisible -196/+50°C
 Volumen 168,76 lts
 Presión de prueba 16,5 bar
 Fluido contenido/grupo..... GNL/1

- **Instalación de suministro,** formado por un Skid de Regulación que dispone de una válvula automática de interrupción por mínima temperatura del gas a la estrada, y después de ésta, consta de dos líneas de regulación. Cada una de estas líneas está formada por una válvula de bola a la entrada, un filtro en Y de gas antes del regulador, un regulador de presión y una válvula de mariposa a la salida. Los reguladores constan de seguridades de corte del suministro de gas por máxima y mínima presión. La función de éste es reducir la presión de suministro hasta 2 o 2,5 bares aproximadamente en función de las necesidades existentes. Además se dispone de una válvula de seguridad por máxima presión para actuar en caso de fallo de las seguridades de los reguladores y de manómetros en entrada y salida regulador. Los caudales de regulación son:

Caudal medio 80 Nm³/h
 Caudal punta 120 Nm³/h

- **Recalentador eléctrico,** para acondicionar el gas una vez regasificado, para permitir que el gas logre unas condiciones de temperatura óptimas para su consumo. Las características principales son:

Denominación..... CALENTADOR DE PASO RXP
 Potencia eléctrica 4 kW
 Tensión de suministro 230V
 Temperatura -190/179°C

Fluido	Gas Natural
Presión de trabajo.....	3,5 bar
Presión de diseño	13 bar
Temperatura entrada/salida	-20/+15°C
Presión de prueba	15 bar
Tolerancia de potencia	+5-10%
Grupo / Categoría.....	I / II

- **Instalación de odorización.** Una vez el GNL está regasificado el GN resultante será odorizado antes de su distribución para que cualquier fuga pueda ser detectada. El recipiente THT utilizado es un bidón de transporte y almacenamiento de productos odorizantes de las siguientes características:

Fabricante	AMTROL-ALFA METALOMECÁNICA, SA
Modelo.....	011G061
Presión máxima admisible.....	42 bar
Volumen	61 litros
Fluido contenido	THT
P x V.....	2,56 bar x m ³
Normativa de construcción	EN 13322-1

- **Instalación de control**, compuesto por un cuadro de control con un PLC para realizar las siguientes operaciones:

- Actuación del sistema de cierre de salida de GN
- Paro de emergencia
- Lectura de los parámetros; nivel de GNL depósito, presión depósito GNL, temperatura GN salida del evaporador y temperatura GN a la entrada del skid de regulación.
- Alarmas de; bajo nivel de GNL en depósito, alta presión de GNL en depósito y baja temperatura de GN en salida del evaporador a consumo.
- Baja Temperatura de GN a la entrada del skid de regulación

- **Tuberías de interconexión.** La valvulería y bridas del son, como mínimo de tipo PN16. Las tuberías y todos los elementos que forman parte de la instalación están diseñadas para una presión mínima de 1600 kPa.

Las tuberías de GNL (fase líquida) empleadas son de material AISI 304 L i espesor SCH 10S, con uniones a equipos con bridas y a accesorios con uniones BW. Están diseñadas para soportar una temperatura de hasta -196°C.

Las tuberías de GN empleadas son de Acero al Carbono DIN 2440, con uniones a equipos con bridas y accesorios con uniones BW. La temperatura de diseño es la ambiental.

Los alivios a la atmosfera de las válvulas de seguridad están protegidos por los correspondientes apagallamas. Dichos apagallamas están orientados al suelo en el interior del cubeto.

- **Instalación eléctrica.** La planta cuenta con una alimentación eléctrica externa que alimenta al armario eléctrico de protección y distribución del contenedor. El cuadro dispone de las protecciones magnetotérmicas y diferenciales necesarias para la alimentación del alumbrado, recalentador y los sistemas de control (potencia total de 5kW a 230Vac).

Todas las partes metálicas de la planta, así como la cisterna durante la operación de descarga, están conectadas a tierra, de modo que la resistencia de ésta a tierra sea inferior a 20 Ω .

Debido a la clasificación de las zonas de riesgo de explosión (ITC BT-29 y UNE 60079) la Planta se clasifica cómo Clase 1 con Zonas 1 y Zonas 2 de riesgo. Por ésta razón los materiales utilizados requieren del grado de protección adecuados:

- Interruptor de conexión de la pinza de puesta a tierra de cisternas situado en caja antideflagrante.
 - Transmisores de tipo antideflagrantes y/o seguridad intrínseca.
 - Cableado eléctrico armado según normativa de seguridad intrínseca.
 - Prensaestopas de conexión de doble cierre EEx o según normativa de seguridad intrínseca.
 - El armario de control de planta será Ex II2 G para zona clasificada.
 - Las electroválvulas instaladas serán de tipo antideflagrantes y/o seguridad intrínseca.
- **Instalación contra incendios.** Para dar cumplimiento al apartado 4.8 de la UNE 60210 en la que se requiere 10 kg de polvo seco por cada 1.000kg de producto requeridas y teniendo que para el depósito de GNL 5 m³ (2.300 kg) se requerirán 23 kg de polvo seco. De esta forma el suministrador dispondrá de extintores a ambos lados de la estación de descarga de las cisternas junto a la línea de gas a la salida del contenedor.

El titular dispone de los proyectos de la instalación de GNL y de Baja Tensión de la "Planta compacta de GNL 5m³ en un contenedor marítimo de 40' ", realizados por un técnico colegiado y los correspondientes Certificados de inspección emitidos por una empresa de control acreditada (SGS).

Con estos documentos el fabricante certifica que la instalación de GNL da cumplimiento al Real Decreto 919/2006, "Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos", y las ITC's y UNE's que son de aplicación:

- ITC-ICG 04 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)
- ITC-ICG 07 Instalaciones receptoras de combustibles gaseosos
- UNE 60670 Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bares
- UNE 60210:2015 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)

En la separata de Baja Tensión el fabricante el cumplimiento del Real Decreto 842/2002, "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión", y las ITC's y UNE's que son de aplicación:

- ITC-BT 18 Instalaciones de puesta a tierra
- ITC-BT 29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales
- UNE-EN 60079-14 Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas
- UNE-EN 50039 Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Sistemas eléctricos de seguridad intrínseca "i".

En el Anexo 1 se adjunta la documentación del fabricante del equipo (HAM CRIOGÉNICA) con referencia a los Certificados de inspección emitidos por una empresa de control acreditada (SGS).

10.2. UNIDAD SISTEMA MOTOR-ALTERNADOR DE FUNCIONAMIENTO A GN

La Unidad está dispuesta en un contenedor por los siguientes componentes principales:

- **Grupo Motogenerador.** Formado por un motor SIEMENS modelo SGE-56SL, alimentado a Gas Natural y alternador LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6 unidos en una bancada metálica, diseñados para proporcionar una potencia eléctrica máxima de 823 kWe a $\cos\phi=1$ generando dicha potencia a una tensión de 400Vca y a 50Hz de frecuencia.
- **Cuadro de Control y Potencia.** Para el control, maniobra y seguridad de todos los componentes del suministro mediante un automatismo dedicado, interruptor de protección del generador. Formado por 1 módulo con un interruptor de potencia y de 2 cuadros más pequeños para el control del motor y de los servicios auxiliares propios del contenedor comunicados entre sí e instalados en un recinto especialmente preparado para este fin. En el

autómata de control (PLC) también permitirá actuar en el Centro de Transformación del Muelle en caso de anomalía y se tendrá indicación de las protecciones. En el Anexo 2 se dispone de esquema multifilar del sistema de control.

- **Rampa de gas.** Para el suministro de gas natural al motor en las condiciones adecuadas se hace necesaria la instalación de una rampa de gas con los siguientes elementos principales:
 - Válvula de corte de combustible
 - Filtro de partículas
 - Regulador
 - Válvulas solenoides
 - Control de fugas y control de estanqueidad
 - Manómetros, termómetros, válvulas de pulsador, etc.
- **Circuito de Gases de escape.** A través de un silencioso se atenuará el nivel acústico producido por los gases de escape a la salida del motor.
- **Sistema de refrigeración.** Formado por intercambiadores de placas (uno de Alta Temperatura y otro de Baja Temperatura), que con la ayuda de las bombas refrigeraran el motor gracias al agua marina que circulara por el circuito secundario de dichos intercambiadores.
- **Contenedor.** Estará insonorizado y alberga los componentes anteriormente descritos, está dividido en 3 zonas en función de los equipos / funciones a desarrollar:
 - Sala de cuadros de control, servicios auxiliares y protección, destinada e ubicar los cuadros mencionados y al que se accede para maniobras desde el exterior a través de una puerta de 2,1 m de altura. Dotado de alumbrado normal y de emergencia, y ventilación inducida.
 - Sala del grupo generador, dónde se ubica el grupo motor-alternador, el depósito de aceite, el sistema de refrigeración y otros componentes. Con 2 zonas de acceso con puertas dobles de 2,5 metros de altura para mantenimiento, el recinto está dotado de ventilación forzada. También se dispone del silencioso de gases de escape y los circuitos hidráulicos perfectamente calorifugados para evitar quemaduras.
 - Armario lateral, abierto solamente al exterior con puerta de rejilla, en cuyo interior se coloca la rampa de gas.
- **Sistema de seguridad.** El contenedor está dotado de un sistema de seguridad que contempla diferentes medidas en las diferentes partes del equipo:
 - Sistema de detección de gas
 - Sistema de detección y extinción de incendios
 - Sistema de parada de emergencia
 - Puntos calientes

- Seguridad eléctrica
- Acceso al contenedor y salidas de emergencia
- Acceso a la cubierta del contenedor
- Válvula de corte de suministro de gas
- Funcionamiento de los ventiladores

En el Anexo 1 se adjuntan las siguientes documentaciones emitidas por el fabricante del equipo (SIEMENS):

- Revisión del Cumplimiento de la Normativa Europea de Seguridad en Máquinas, cuasi máquina y grupos contenerizados, Mercado CE.
- Precauciones de Seguridad de Equipos Contenerizados alimentados por gas.
- Esquema multifilar del cuadro de control del PLC.

Adicionalmente, el titular dispondrá y mantendrá actualizada la documentación siguiente:

- Manual de instalación, uso y mantenimiento de la unidad, dónde se describen con más detalle las seguridades del equipo, los modos de operación y puesta en marcha para garantizar la seguridad en el funcionamiento y mantenimiento del equipo.
- Libro de recambios S.P.Manual.

Se dará cumplimiento estricto a los procedimientos descritos en dichos manuales durante la vida del equipo. La modificación o sustitución de cualquier elemento o equipo que componen la unidad requerirá la certificación expresa de la Unidad por parte del fabricante y actualización del manual para garantizar la seguridad de la Unidad e instalación objeto del documento.

10.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MUELLE

Para la distribución de la energía eléctrica generada por la Unidad motor-alternador de GNL hasta el buque se requiere la instalación de un Centro de Transformación Muelle para que la tensión de distribución sea de 15kV.

Para la realización de las instalaciones de media tensión se han colocado conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica, contruidos según norma UNE-EN 60298, que se ajustan a las Instrucciones Técnicas MIE RAT.

Las características eléctricas generales para las celdas y embarrados serán las siguientes:

Tensión nominal.....	15 kV
Tensión más elevada del material.....	24 kV
Intensidad nominal.....	630 A
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min:	
Entre fases y entre fases y tierra:	50 kV
A distancia de seccionamiento:	75 kV

La disposición de las celdas y equipos quedarán dispuestas de la forma siguiente:

- Cabina de entrada de Baja Tensión
- Transformador de potencia
- Celda de remonte.
- Celda de protección de fusibles.

Las características de las cabinas y elementos instalados en el Centro de Transformación del Muelle son las siguientes:

Cabina de entrada de Baja Tensión

Aparatos y materiales que la integran:

- Interruptor automático compacto tetrapolar de 1600 Amperios. Marca/Modelo: SIEMENS/ WL I 1600 N con relés de regulación de curva de disparo ETU25B.
- Juego de barras
- Sistema de puesta a tierra

Transformador de potencia

Se coloca un transformador trifásico de potencia del tipo seco, encapsulado en resinas, construidos según norma IEC 60076-1. Se ajustará, además a las Instrucciones Técnicas MIE RAT.

Las características eléctricas generales del transformador instalado son las siguientes:

Tensión nominal.....	1250 kVA
Tensión primaria.....	0,4 kV
Tensión secundaria	15 kV
Tipo	Seco encapsulado en resinas
Marca/modelo.....	IMEFY/ TDR 1250/17,5/15 E
Norma	IEC 60076-1
Nº Fabricación.....	134367
Potencia sonora	67 dB
Peso	3370 kg

El transformador incorpora en sus devanados sondas de temperatura asociadas a un sistema de control digital que provocará la desconexión automática del interruptor de protección del transformador cuando la temperatura en una cualquiera de las fases exceda el valor ajustado.

Celda de remonte de barras

Aparatos y materiales que la integran:

- Enclavamiento de puerta y de maniobra
- Juego de barras tripolar (630A)
- Sistema de puesta a tierra

Celda de protección de fusibles

Aparatos y materiales que la integran:

- Interruptor trifásico en carga autoneumático, 24kV, 630 A, mando motor, bobinas de cierre y disparo.
- Fusibles (3 uds) DIN 43.625, 24 kV.
- Seccionador trifásico de puesta a tierra de accionamiento brusco.
- Aisladores testigo de presencia de tensión.
- Contactos auxiliares.
- Enclavamientos de puerta, de maniobra y de puesta a tierra.
- Cerradura de enclavamiento.
- Enclavamiento del mando por cerradura.
- Juego de barras tripolar.
- Sistema de puesta a tierra.

Puentes de cables de BT y MT:

En el interior del Centro de Transformación existen dos puentes de cables, uno de BT y otro de MT:

- **Puente de Baja Tensión entre Cabina de Entrada de Automático y Transformador encapsulado de resinas.** Esta línea estará constituida por 3 x 6 x (1x240)mm² de conductor de cobre con aislamiento de polietileno reticulado para 1.000 V en servicio y corresponderán a la designación RV 0,6/1 kV según UNE 21123.
- **Puente de Media Tensión entre Transformador encapsulado de resinas y Celda de Remonte.** Constituida por cable radial de cobre de designación RHZ1 3x(1x150)mm² de aislamiento 12/20kV.

En el Anexo 3 se adjunta la documentación del fabricante del Centro de Transformación con indicación de equipos y esquemas multifilares de protecciones.

10.4. GRUPO ELECTRÓGENO AUXILIAR

Para el funcionamiento propio de la Unidad motor-alternador de combustible Gas Natural se requiere la alimentación eléctrica en Baja Tensión para el consumo simultáneo de 14 kW.

Para la generación de energía eléctrica en Baja Tensión se ha instalado un grupo electrógeno de gasoil de capota insonorizado de las siguientes características principales:

Potencia máxima prevista	32 kW
Factor transitorio de arranque.....	1,25
Factor de potencia (cosφ).....	0,80
Factor de pérdida por encapsulado	1,20
Potencia del generador	40 kVA
Marca/modelo.....	GRUPOS ELECTROGENOS EUROPA/ QAS 40 ST3

El grupo electrógeno instalado es de alquiler y se sitúa fuera del área de riesgo de incendio y explosión (ver apartados posteriores).

A la salida del grupo se dispondrá de un interruptor magnetotérmico tetrapolar de curva C de 63 Amperios y mediante una toma CETAC de 63A y a través de una manguera de 4x16 mm² constituida por conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefinas para 1.000 V de servicio, RZ1 0,6/1 kV según UNE 21123, parte 4 ó 5 en montaje superficial se dará alimentación eléctrica a la Unidad motor-alternador de combustible Gas Natural. Las conexiones a los equipos disponen de prensaestopas adecuados para ambientes exteriores.

10.5. TOMA DE CORRIENTE TIPO "MONAGUILLO"

La instalación objeto de ésta memoria técnica finaliza en la Toma de Corriente tipo "monaguillo" que se servirá para entregar la energía eléctrica generada por la Unidad motor-alternador y transformada a través del CT del Muelle (808 kWe a 15kV) al cableado de conexión eléctrico que dispone el buque.

Las características principales del equipo son las siguientes:

Marca.....	AUXEMA-STEMMANN
Tipo	SS-22/EN-500/0-0 (25kV).9521
Polos	III+T + 3 Pilotos
Amperaje.....	500 A
Tensión máxima.....	25 kV
Nº Fabricación.....	AR-2580/0-9521

La ubicación de la Toma de Corriente será la adecuada para dar cumplimiento a la UNE 60210 que establece que se debe de mantener una distancia mínima con líneas eléctricas de 5 metros con la Planta de Almacenaje y Regasificación de GNL.

10.6. INTERCONEXIONADO ELÉCTRICO

Para la alimentación eléctrica de los diferentes equipos que componen la Unidad y para la distribución y transformación de la energía eléctrica generada por la Unidad motor-alternador de gas natural se realizarán los siguientes inter-conexionados eléctricos:

- **Alimentación Eléctrica Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL.** Para el funcionamiento de la Planta se requiere una alimentación eléctrica para una potencia máxima admisible de 5 kW a 230V_{ac} y 50Hz.

Según especificaciones del fabricante de la Planta (ver Anexo 2) para la alimentación eléctrica se requiere una alimentación con cable de 3G6mm² y una protección en cabecera a través de un subcuadro eléctrico (CS-AUX) con un diferencial (40A/2/ 300mA) y un magnetotérmico de 16A monofásico.

La línea eléctrica de alimentación que se ha ejecutado en montaje superficial desde el subcuadro eléctrico CS-AUX del muelle. La línea eléctrica instalada será de tipo RVhMVh 0,6/1kV (conductor cobre flexible clase 5, aislamiento XLPE, armadura de alambres de acero galvanizado y cubierta exterior de PVC resistente a hidrocarburos) para dar cumplimiento con las prescripciones de la UNE EN 60079-14 para Zonas 1 y 2 en las zonas de riesgo, así como los prensaestopas de conexión de entrada a la junction box de la Unidad de Almacenamiento de GNL.

- **Alimentaciones Eléctricas a la Unidad Sistema motor-alternador de GNL.** Para que la Unidad pueda arrancar y operar de forma continua y segura durante la operación se requieren dos alimentaciones eléctricas:
 - Alimentación de 24Vcc para instrumentación. La canalización eléctrica se realizará desde el subcuadro eléctrico (QS-AUX) cercano del muelle donde se dispone de un convertidor de tensión 230V_{ac}/24V_{cc} y se dispone de una protección diferencial y magnetotérmica para alimentación a la Unidad.
 - Alimentación a 400Vac desde un grupo electrógeno auxiliar. Para la alimentación a servicios auxiliares de la Unidad Sistema motor-alternador se requiere la alimentación a través de un grupo electrógeno auxiliar.

Para ello se ha distribuido una canalización con conductores de cobre (4x16mm²) con aislamiento de polietileno reticulado para 1.000 V en servicio y corresponderán a la designación RZ1 0,6/1 kV según UNE 21123.

- **Suministro Eléctrico desde la Unidad Sistema motor-alternador de GNL.** La unidad motor-alternador genera corriente alterna a 400V_{ca} y 50 Hz que alimenta al Centro de Transformador del Muelle.

Se ha situado una canalización superficial en bandeja plástica y conductores de cobre (3x5x(1x150 mm²) con aislamiento de polietileno reticulado para 1.000 V en servicio y corresponderán a la designación XZ1-K 0,6/1 kV según UNE 21123.

- **Línea de Enlace des del Centro de Transformación Muelle a hasta la Toma de Corriente tipo "monaguillo".** En el Centro de Transformación se dispone de un transformador de potencia 1250 kVA (0,4V/15 kV) para aumentar la tensión para garantizar la tensión de suministro hasta el buque.

En la salida del CT se ha distribuido una canalización superficial en bandeja plástica libre de halógenos de 300x62mm y conductores de campo radial en cobre de 3x25+3x25/3mm² con aislamiento de goma 3GI3 y cubierta de PVC con pantalla semiconductora sobre conductor y aislamiento y con pantalla metálica designación UTVFLEX-R MT/RF 12/20 kV.

11. ADECUACIÓN A LA NORMATIVA APLICABLE

11.1. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

De acuerdo con el "*Proyecto de Planta Compacta de 5m³ Almacenamiento y Gasificación de GNL en un contenedor marítimo de 40''*" entregado por la empresa HAM Criogénica y que dispone de la correspondiente Certificación realizada por un Organismo de Control (ver Anexo 2), la Planta de Gas Natural Licuado debe de mantener unas distancias de seguridad con otros elementos o equipos.

Para ello de acuerdo con la Tabla 1 de la UNE 60210 "*Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)*" establece que los depósitos de GNL y de la zona de conexión fija de mangueras de descarga, y teniendo en cuenta la capacidad del depósito de GNL de 5m³, se deben de mantener las siguientes distancias de seguridad.

Capacidad total instalada	A (de 1m ³ a 5m ³)
Elementos	
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables	5
Proyección líneas eléctricas	10
Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles, focos fijos de inflamación	7
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

Las distancias de seguridad para la Planta instalada serán a partir de dos elementos:

- **D. Desde las paredes del depósito** de capacidad total 5m³.
- **A. Desde la conexión fija de mangueras** durante la descarga de GNL en muelle.

En el alcance de las distancias de seguridad las canalizaciones eléctricas deben quedar completamente enterradas, estando prohibida la ubicación de arquetas eléctricas.

En la documentación gráfica anexa a esta memoria están representadas las distancias de seguridad respecto los elementos que componen la instalación.

11.2. CLASIFICACIÓN ÁREAS DE RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Para la clasificación de las fuentes de escape que pueden generar áreas de riesgo de incendio o explosión se han tenido en cuenta los siguientes documentos de referencia:

- ITC-BT 29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT, aprobado por el RD 842/2002).
- API RP 505 Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classifies as Class I, Zone 0, Zone 1 and Zone 2.

La Clase de emplazamiento dónde se ubican las instalaciones, de acuerdo con el artículo 4 de la ITC-BT 29, es de **Clase I**; comprende emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir

atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

En los emplazamientos de Clase I se distinguen 3 zonas diferenciadas:

- **Zona 0:** Emplazamiento en que la atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.
- **Zona 1:** Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
- **Zona 2:** Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

El Gas Natural Licuado (GNL) para emplazamientos de Clase I se clasifica dentro del **Grupo IIA**.

Para las Planta Compacta de GNL se establecen las siguientes fuentes de escape y las áreas de riesgo considerando la tipología de escape, sustancia y que la ventilación en la zona es adecuada y abierta:

DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE ESCAPE	ZONA 1		ZONA 2	
	HORIZ. (m)	VERT. (m)	HORIZ. (m)	VERT. (m)
Cisterna camión descarga (Conexión manguera)	1,5	1,5	4,5	4,5
Cisterna camión descarga (PSV)	1,5	1,5	4,5	4,5
Cisterna camión descarga (Depósito)	Zona 0 , interior depósito			
Planta compacta GNL (Conexión manguera, venteos)	1,5	1,5	4,5	4,5
Planta compacta GNL (Zona de proceso, contenedor)	-	-	4,5	7,5
Planta compacta GNL (Depósito 5m ³)	Zona 0 , interior depósito			

Por tanto, la instalación eléctrica y equipamiento que quedan dentro de las zonas de riesgo darán cumplimiento a los requisitos de protección de canalización

eléctrica y protección contra chispas peligrosas, utilizando modos de protección adecuados según la definición de la UNE EN 60079-14.

Las líneas eléctricas que no cumplan con las especificaciones para circular en zonas peligrosas discurrirán perfectamente enterradas, y se prohíbe la ubicación de arquetas eléctricas en las zonas de protección.

En la documentación gráfica anexa a esta memoria están representadas las áreas de riesgo respecto los elementos que componen la instalación.

12. PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN

Para garantizar la correcta operación durante los trabajos de descarga de GNL y de funcionamiento de la Planta de Almacenamiento y Gasificación de GNL se ha establecido un procedimiento y unas instrucciones de trabajo (checklist) de obligado cumplimiento por los operadores de planta. En el Anexo 1 se adjuntan ambos documentos.

13. MANTENIMIENTO

Los fabricantes de la Unidad Sistema motor-alternador de gas natural y la Planta de Almacenamiento y Gasificación de GNL especificarán los trabajos de mantenimiento preventivo, inspecciones y todas aquellas acciones que se consideren necesarias a lo largo de la vida de la instalación.

Para ello se definirán los trabajos documentos realizados por los fabricantes y se asignaran recursos y se documentaran las tareas realizadas.

14. MARCADO CE

Todo el equipamiento subministrado deberá llevar el marcado CE.

15. INSPECCIONES Y PRUEBAS

Durante la construcción de los containers (Unidad Motor-Alternador y Planta de Almacenamiento y Gasificación de GNL) los fabricantes requieren la realización de inspecciones en fábrica (FAT) y que estos sean satisfactorios previo a la entrega de los equipos.

Antes de proceder a la puesta en servicio de la instalación se deberán realizar las correspondientes pruebas de acuerdo con la UNE 60670.

Las pruebas de estanqueidad se requiere que se realicen de acuerdo con lo indicado en la tabla incluida en *"Parte 8. Pruebas de estanqueidad para la entrega de la instalación"* de la mencionada UNE 60.670, de acuerdo con el artículo 3.3 de la ITC-ICG 07.

16. CONCLUSIONES

En todo lo que antecede se ofrece una descripción detallada de la instalación de la **Unidad Móvil de Generación de Energía Eléctrica con alimentación por GNL para suministro de energía desde tierra.**

La presente memoria se justifica el cumplimiento de las normativas aplicables de las instalaciones específicas de Media Tensión, Baja Tensión y Gases Combustibles en la ubicación descrita en la presente memoria (EPT1 Barcelona).

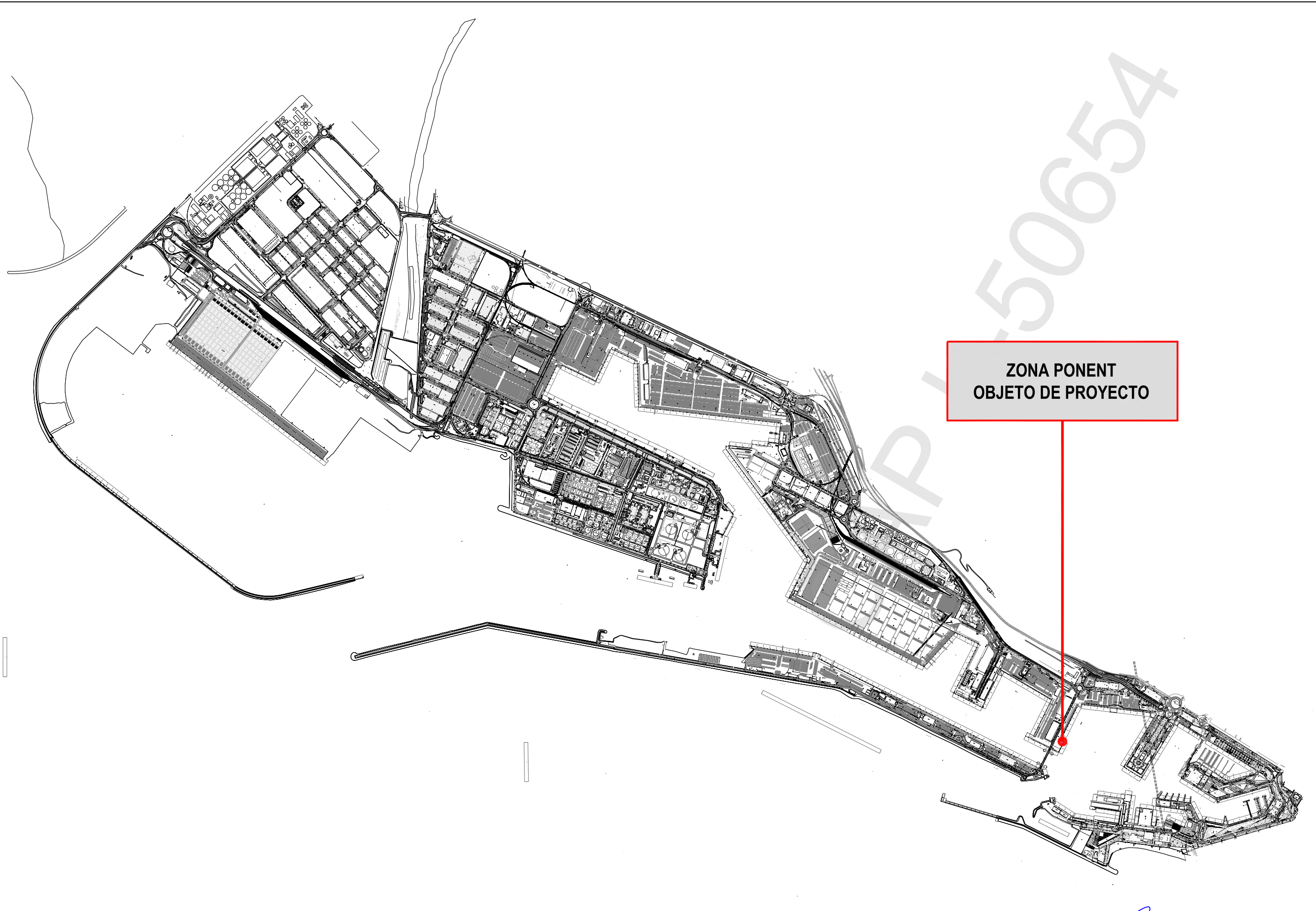


Alfred Guitard Sein-Echaluce.
Ingeniero Industrial
Núm. Colegiado 7.484

17. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

La relación de planos que componen la Documentación Gráfica del presente proyecto es la siguiente:

NÚM. PLANO	DESCRIPCIÓN
16677MT -01	Situación
16677MT -02	Emplazamiento
16677MT -03	Distribución General Equipos
16677MT -04	Distancias de Seguridad. Modo descarga GNL camión
16677MT -05	Distancias de Seguridad. Modo suministro GN motor
16677MT -06	Clasificación de Áreas Peligrosas



**ZONA PONENT
OBJETO DE PROYECTO**

Memoria Técnica: EPT1 BARCELONA. UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Escala:
S/E

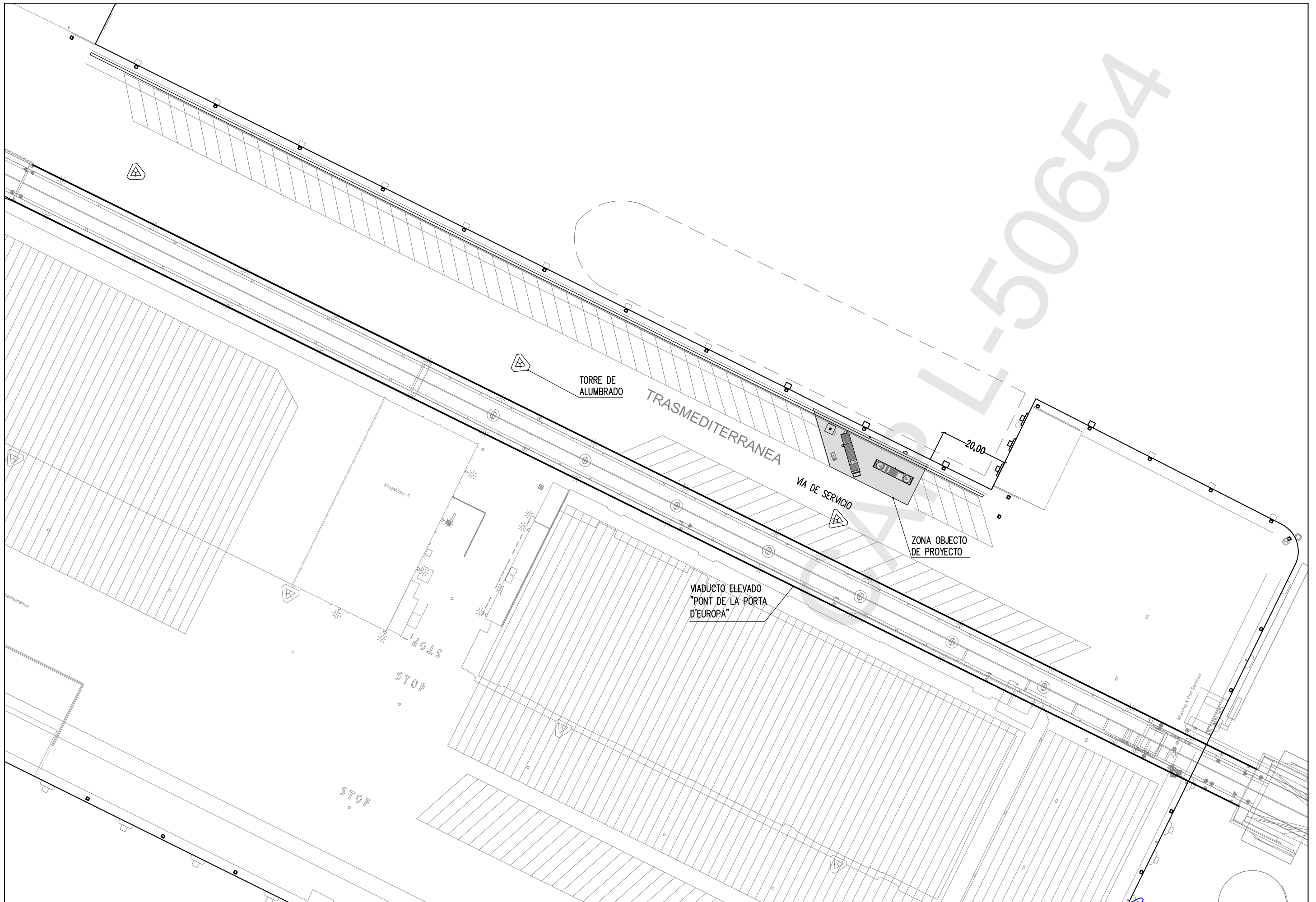
Plano:
SITUACIÓN

Fecha: Nov. 2017 | N. plano: 16677MT-01



Miembro de
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial





Memoria Técnica: EPT1 BARCELONA. UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Escala:
1/1000

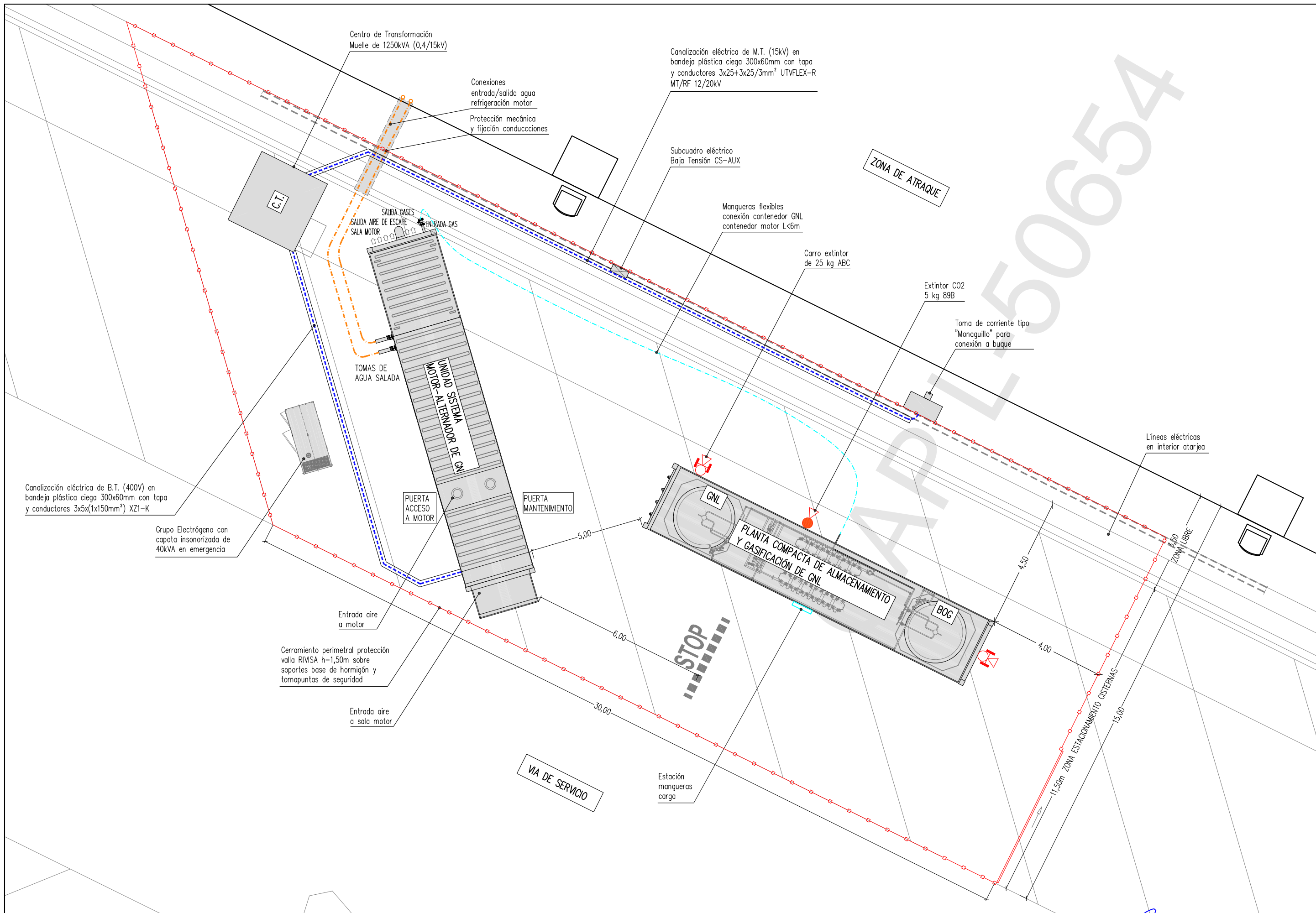
Plano:
EMPLAZAMIENTO

Fecha: Nov. 2017 N. plano: 16677MT-02



Miembro de
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial

einesa
ingeniería s.l.
C/Academia, 2 - 25002 Lleida
Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com



Memoria Técnica: EPT1 BARCELONA. UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.

Titular: AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Escala: 1/100

Plano: DISTRIBUCIÓN GENERAL EQUIPOS

Fecha: Nov. 2017

N. plano: 16677MT-03

Miembro de  Asociación de Consultores de Instalaciones

Autor del proyecto: 
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial

 **einesa**
ingeniería s.l.

C/Academia, 2 - 25002 Lleida
Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE DEPÓSITO (D) A DIVERSOS RIESGOS.
CAPACIDAD TOTAL DEPÓSITO 5m³**

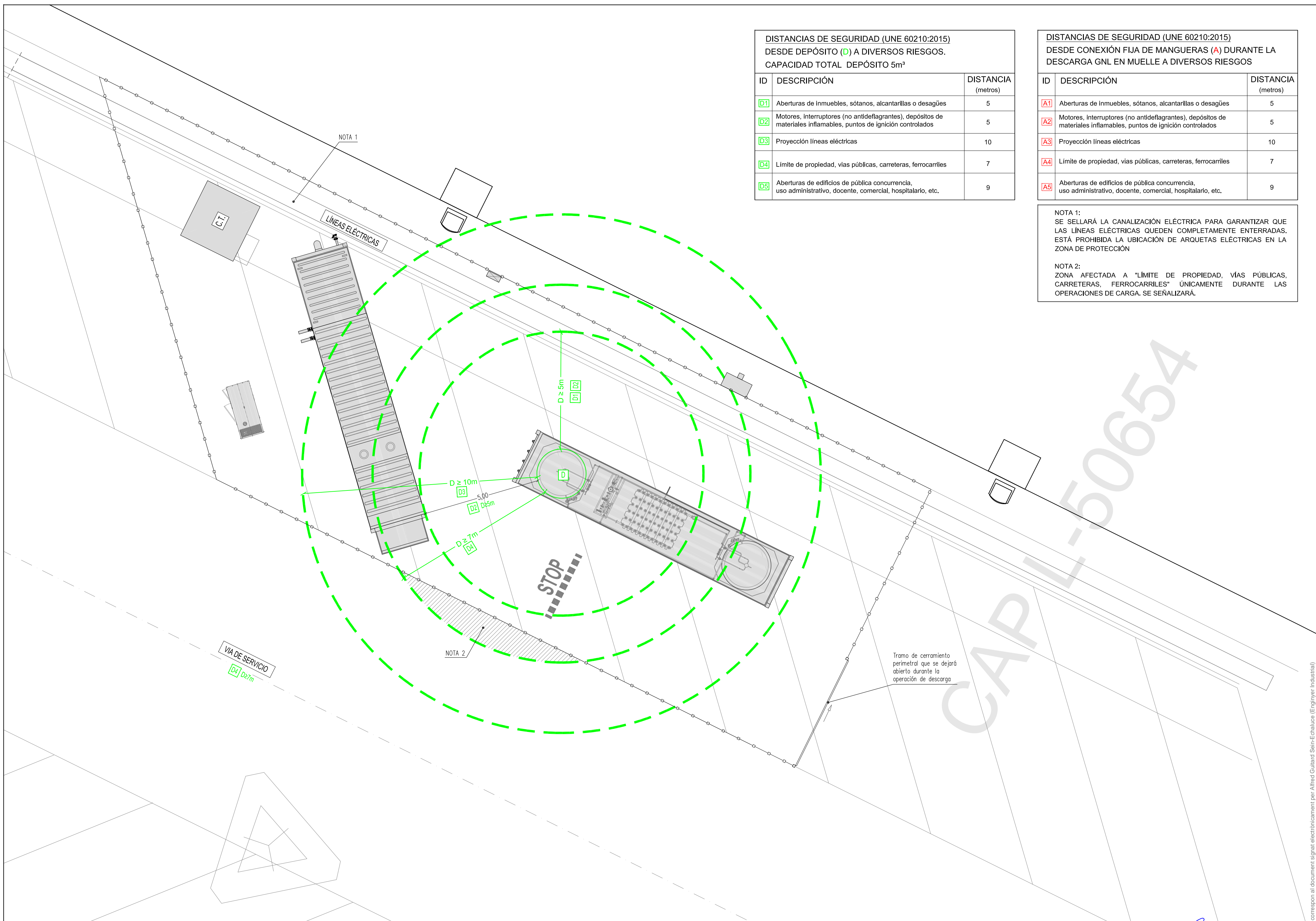
ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
D1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
D2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
D3	Proyección líneas eléctricas	10
D4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
D5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE CONEXIÓN FIJA DE MANGUERAS (A) DURANTE LA DESCARGA GNL EN MUELLE A DIVERSOS RIESGOS**

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
A1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
A2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
A3	Proyección líneas eléctricas	10
A4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
A5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

NOTA 1:
SE SELLARÁ LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN

NOTA 2:
ZONA AFECTADA A "LÍMITE DE PROPIEDAD, VÍAS PÚBLICAS, CARRETERAS, FERROCARRILES" ÚNICAMENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE CARGA. SE SEÑALIZARÁ.



Memoria Técnica: EPT1 BARCELONA. UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Escala:
1/100

Plano: DISTANCIAS DE SEGURIDAD. MODO DESCARGA GNL CAMIÓN

Fecha: Noviembre 2017 N. plano: 16677MT-04

Miembro de

Autor del proyecto:

ALFREDO GUILLARD SEIN-E
Ingeniero Industrial

C/Academia, 2 - 25002 Ulldeix
Tlf. 973 280 980 - www.einesa.co

Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillard Sein-Echaluze (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà pel Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya el dia 01.12.2017 amb el número L-50654

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE DEPÓSITO (D) A DIVERSOS RIESGOS.
CAPACIDAD TOTAL DEPÓSITO 5m³**

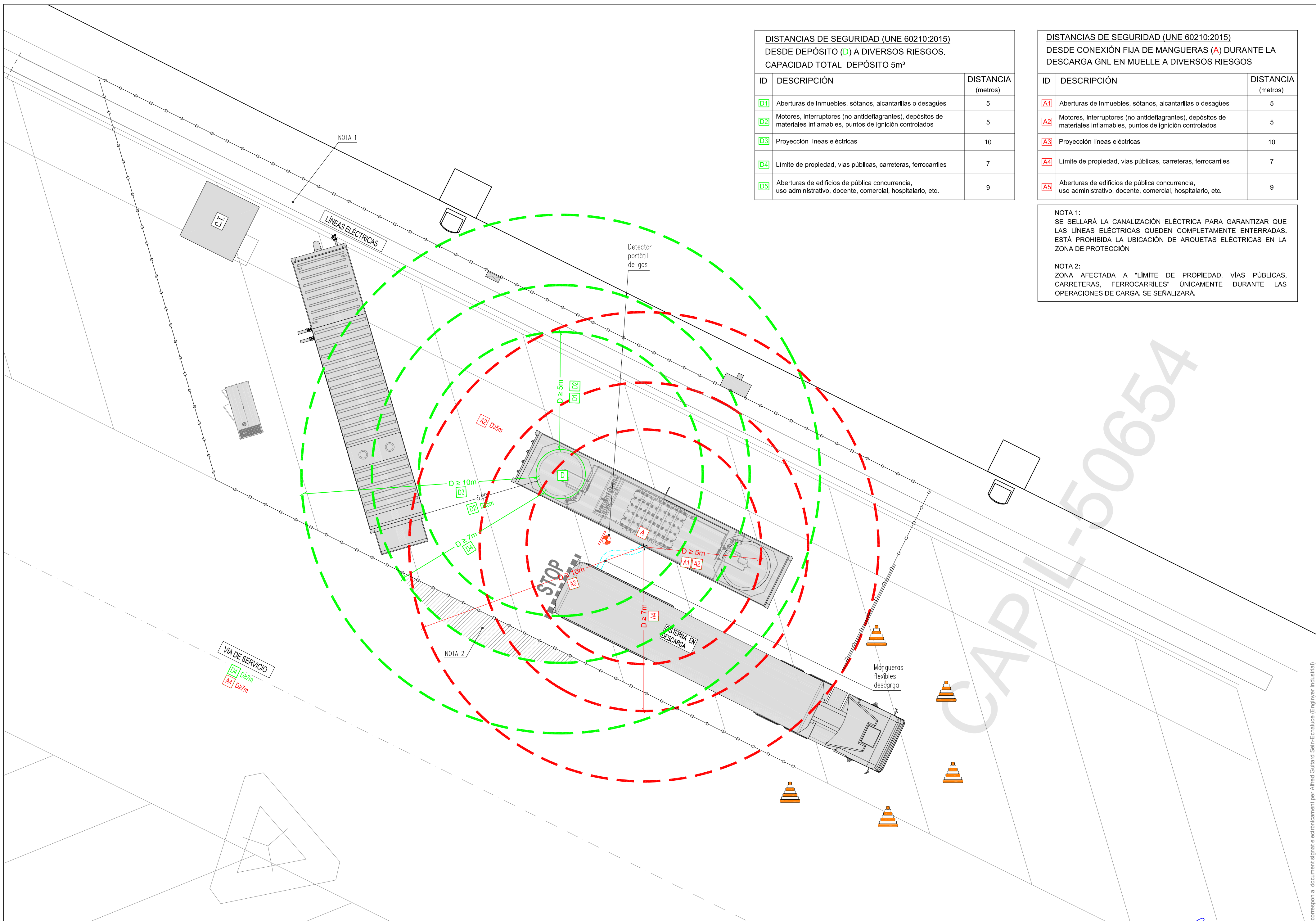
ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
D1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
D2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
D3	Proyección líneas eléctricas	10
D4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
D5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE CONEXIÓN FIJA DE MANGUERAS (A) DURANTE LA DESCARGA GNL EN MUELLE A DIVERSOS RIESGOS**

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
A1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
A2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
A3	Proyección líneas eléctricas	10
A4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
A5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

NOTA 1:
SE SELLARÁ LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN

NOTA 2:
ZONA AFECTADA A "LÍMITE DE PROPIEDAD, VÍAS PÚBLICAS, CARRETERAS, FERROCARRILES" ÚNICAMENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE CARGA. SE SEÑALIZARÁ.



Memoria Técnica: EPT1 BARCELONA. UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.

Titular: AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Escala: 1/100

Plano: DISTANCIAS DE SEGURIDAD. MODO SUMINISTRO GN MOTOR

Fecha: Noviembre 2017 N. plano: 16677MT-05




Miembro de

Autor del proyecto:
ALFREDO GUILLARD SEIN-E
Ingeniero Industrial

C/Academia, 2 - 25002 Ulldeixosa de la Selva
Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

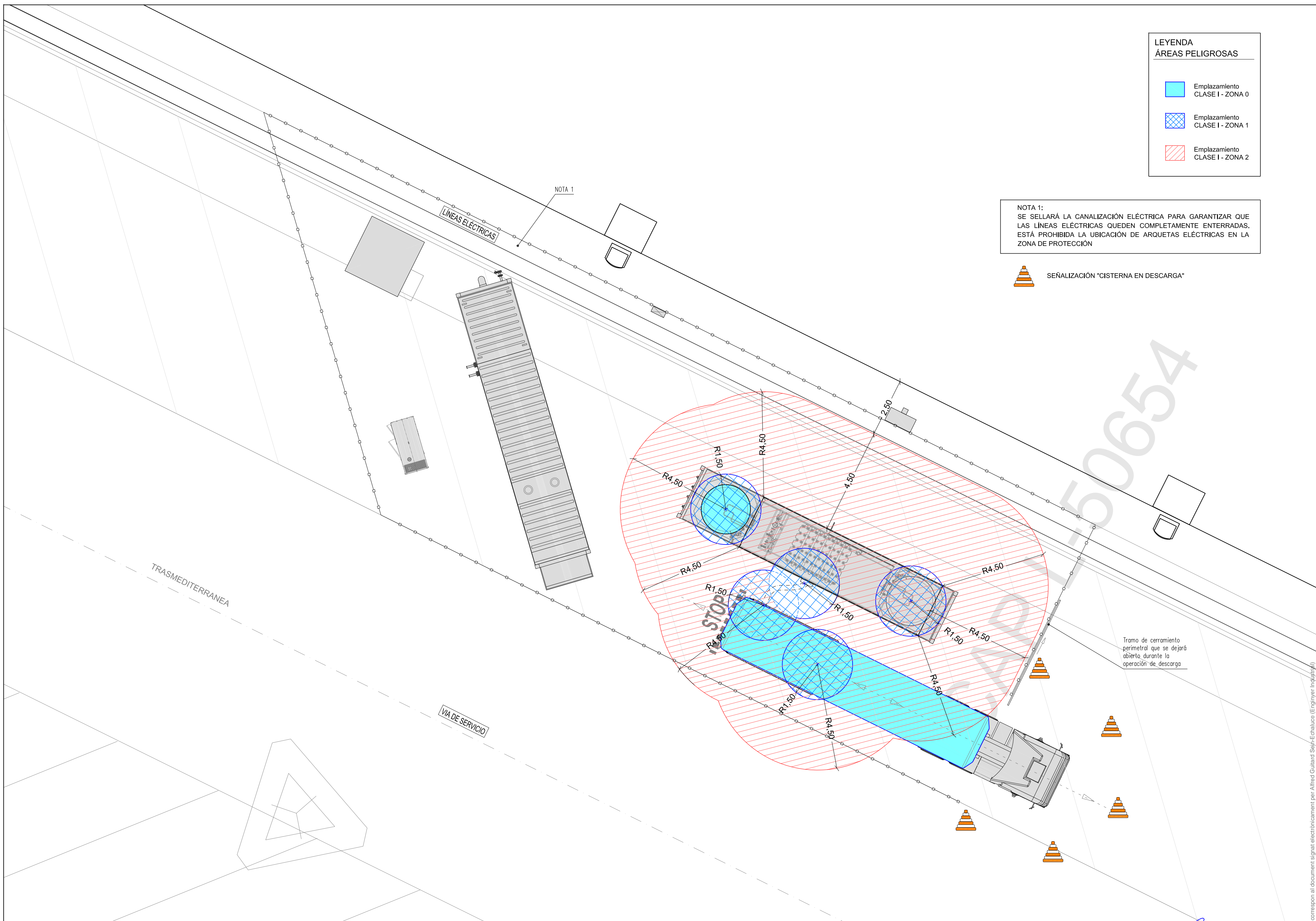
Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillard Sein-Echaluze (Enginyer Industrial).
 Certificat pel mateix mitjà pel Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya el dia 01.12.2017 amb el número L-50654

LEYENDA
ÁREAS PELIGROSAS

	Emplazamiento CLASE I - ZONA 0
	Emplazamiento CLASE I - ZONA 1
	Emplazamiento CLASE I - ZONA 2

NOTA 1:
SE SELLARÁ LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN

 SEÑALIZACIÓN "CISTERNA EN DESCARGA"


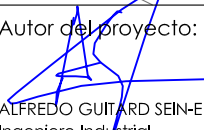


Memoria Técnica: EPT1 BARCELONA. UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.

Titular: AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Escala: 1/100

Plano: CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS
Fecha: Noviembre 2017 N. plano: 16677MT-06

Miembro de  Autor del proyecto: 
 einesa ingeniería s.l.
 C/Academia, 2 - 25002 Ulldeixosa del Bruc, Barcelona
 Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillard Sein-Echaluze (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà pel Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya el dia 01.12.2017 amb el número L-50654

18. ANEXO 1. DOCUMENTACIÓN P. ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN GNL

18.1. CERTIFICACIONES DE INSPECCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GAS NATURAL LICUADO Y BAJA TENSIÓN

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN INICIAL DE PLANTAS SATÉLITE DE GAS NATURAL LICUADO

SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A. como ORGANISMO DE CONTROL, para la aplicación de la Reglamentación sobre Gases Combustibles según acreditación de ENAC nº OC-I/058

CERTIFICA: Que en cumplimiento del RD 919/2006, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y su ITC ICG 04, se ha procedido a realizar la inspección inicial de la PLANTA SATÉLITE DE GAS NATURAL LICUADO de las siguientes características:

1.- IDENTIFICACIÓN:

TITULAR: HAM CRIOGENICA, S.L.

USUARIO: HAM CRIOGENICA, S.L.

EMPLAZAMIENTO: PORT DE BARCELONA- MOLL PONENT 08039 BARCELONA

CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (m³): 4,8 m³, clasificada según la norma UNE 60210:2015 como:

- A: >2 a 5m³ B: >5 a 10m³ C: >10 a 20m³ D: >20 a 40m³ E: >40 a 80m³ F: >80 a 160m³
 G: >160 a 400m³ H: >400 a 1500m³

2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS:

MARCA/ MODELO	FABRICANTE	Nº FABRICACIÓN	Vol (m³)	PS/Pdiseño (bar)
ZHANG JIAGANG	ZHANG JIAGANG	16005084050	4,8	8
ZHANG JIAGANG	ZHANG JIAGANG *se usa como recogida de venteos	16005084051	4,8	8

3.- EQUIPOS A PRESIÓN EN LA INSTALACIÓN (excepto depósitos)

DENOMINACIÓN	MARCA/ MODELO	FABRICANTE	Nº FABRICACIÓN	VOL (m3)	PS/Pdiseño (bar)
VAPORIZADOR	LOAR	LOAR	LOAR-B1462/11	0,16876	15
PULMON	SMA	SMA	2996 0716345	0,04	12
RECALENTADOR	TRAMEGA	TRAMEGA	17087	0,0057	13
ALMACEN THT	AMTROL ALFA	AMTROL ALFA	011G061	61	42



4.- CONTROLES Y PRUEBAS:

Se hace constar:

Que se ha efectuado la prueba de estanqueidad mediante medida del vacío de la intercámara dando como resultado 0,06 mbar/ prueba de presión neumática a _____ bar, correspondiente a las pruebas previas a la puesta en servicio, sin que se apreciaran fugas.

Que la inspección ha sido realizada en el lugar de emplazamiento en fecha 17/11/2017

Que se ha procedido en la instalación indicada, al tarado de las siguientes válvulas de seguridad:

SITUACIÓN	MARCA	MODELO	Nº SERIE	PRES. APERTURA
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500838	8 bar
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500842	8 bar
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500839	8 bar
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500843	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481585	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481587	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481586	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481584	8 bar

Esta instalación deberá someterse a prueba periódica antes de 5 años, así como cuando sea cambiado de emplazamiento o sometido a reparación importante.

En vista del resultado FAVORABLE de los controles y pruebas, se extiende el presente CERTIFICADO, en Barcelona, a 20 de noviembre de 2017.

EL INSPECTOR



Fdo: Lorena Atienza Conejo



CERTIFICAT D'INSPECCIÓ			
INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES BAIXA TENSIÓ		N° REGISTRE INSTAL·LACIÓ	
IDENTIFICACIÓ DEL TITULAR	TITULAR HAM CRIOGENICA, S.L.		DNI/CIF 77316188D
	DOMICILI P.I. SANT ERMENGOL, PARCELA 11 CP 08630 ABRERA, BARECELONA		
IDENTIFICACIÓ DE INSTAL·LADOR	INSTAL·LADOR PRUDENCIO BAUTISTA MARTINEZ		NIF 46778327F
DADES DE LA INSTAL·LACIÓ	DENOMINACIÓ PLANTA COMPACTA DE GNL 5M3 EN UN CONTENIDOR MARITIM DE 40"		EMPLAÇAMENT PORT DE BARCELONA - MOLL DE PONENT CP 08039 BARCELONA
	POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE (KW) 5	RÉGIM DE NEUTRE <input checked="" type="checkbox"/> TT <input type="checkbox"/> IT <input type="checkbox"/> TN-S <input type="checkbox"/> TN-C <input type="checkbox"/> TN-C-S	TENSIÓ (V) 230
	ALIMENTACIÓ DESDE: <input type="checkbox"/> CT ABONAT O CLIENT <input type="checkbox"/> DI N° FASES: SECCIÓ (mm²): MATERIAL:		
	DARRERA INSPECCIÓ	DATA POSADA EN SERVEI	REGLAMENT APLICABLE <input type="checkbox"/> 1955 <input type="checkbox"/> 1973 <input checked="" type="checkbox"/> 2002
ABAST DE LA INSPECCIÓ			
TIPUS D'INSPECCIÓ	<input checked="" type="checkbox"/> INICIAL <input checked="" type="checkbox"/> Nova <input type="checkbox"/> Ampliació <input type="checkbox"/> Modificació Pot. Ampliada (kW): Pot. Afectada (kW):		<input type="checkbox"/> PERIÓDICA
TIPUS D'INSTAL·LACIÓ	<input type="checkbox"/> PISCINES AMB POTENCIA INSTAL·LADA SUPERIOR A 10 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT EXTERIOR AMB POTENCIA INSTAL·LADA SUPERIOR 5 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS COMUNES D'EDIFICIS D'HABITATGES DE POTENCIA TOTAL INSTAL·LADA SUPERIOR A 100 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS INDUSTRIALS QUE PRECISEN PROJECTE, AMB UNA POTENCIA INSTAL·LADA SUPERIOR A 100 KW <input type="checkbox"/> LOCALS DE PÚBLICA CONCURRENCIA <input type="checkbox"/> LOCAL D'ESPECTACLES I ACTIVITATS RECREATIVES <input type="checkbox"/> LOCAL DE REUNIÓ, TREBALL I US SANITARI <input type="checkbox"/> ALTRES (BD2, BD3, BD4 Ó AMB OCUPACIÓ SUPERIOR A 100 PERSONES) <input checked="" type="checkbox"/> LOCALS AMB RISC D'INCENDI O EXPLOSIÓ, DE CLASSE I, EXCEPTE APARCAMENTS O ESTACIONAMENTS DE MENYS DE 25 PLACES <input type="checkbox"/> LOCALS MULLATS AMB POTENCIA INSTAL·LADA SUPERIOR A 25 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS PER A LA RECÀRREGA DE VEHICLES ELÈCTRICS: <input type="checkbox"/> POTÈNCIA PREVISTA SUPERIOR A 50 KW <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIONS EXTERIORS AMB POTÈNCIA PREVISTA SUPERIORA 10 KW <input type="checkbox"/> MODO CÀRREGA 4		

RESULTAT DE LA INSPECCIÓ

SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A., Organisme de Control per a l'aplicació de la Reglamentació de Baixa Tensió, segons acreditació d'ENAC n° OC-1/058 certifica que ha inspeccionat en data 17/11/2017 la instal·lació elèctrica de baixa tensió anteriorment descrita d'acord amb la ITC-BT-05 del Real Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, i amb resultat:

FAVORABLE CONDICIONADA NEGATIVA

SENSE DEFECTES
 AMB DEFECTES LLEUS

CONDICIONADA:

- INICIALS: LA INSTAL·LACIÓ NO PODRÀ ENTRAR EN SERVEI FINS QUE ELS DEFECTES SIGUIN ESMENATS.
- PERIÓDIQUES: S'HAN DE CORREGIR ELS DEFECTES EL MÉS AVIAT POSSIBLE I SEMPRE ABANS DE SIS MESOS DES DE LA REALITZACIÓ DE LA INSPECCIÓ ES REALITZARÀ NOVA INSPECCIÓ PER AQUEST ORGANISME DE CONTROL PER VERIFICAR LA CORRECTA ESMENA DELS DEFECTES.

NEGATIVA:

- INICIALS: LA INSTAL·LACIÓ NO PODRÀ ENTRAR EN SERVEI FINS QUE ELS DEFECTES SIGUIN ESMENATS.
- PERIÓDIQUES: ELS DEFECTES ES POSEN EN CONEIXEMENT DE L'ÒRGAN TERRITORIAL COMPETENT PER A QUE PRENGUI LES MESURES OPORTUNES.

Inspecció: Amb tensió Sense tensió

Comprovació de la correcció dels defectes detectats a la inspecció efectuada en data _____, amb nombre de certificat _____

20/11/2017, RUBEN MENENDEZ FRAGUA

PROPERA INSPECCIÓ: 17/11/2022

IDENTIFICACIÓ DELS ÍTEMS INSPECCIONATS PER MOSTREIG

NOTA: EN EL MOMENT DE LA INSPECCIÓ, EL GRUP ELECTROGEN NO ESTÀ INSTAL·LAT

NOTA: ELS ÍTEMS MOSTREJATS ES CONSIDEREN REPRESENTATIUS DEL CONJUNT. LA COMPROVACIÓ DE L'ESMENA DE DEFECTES ES REALITZARÀ SOBRE AQUEST ÍTEM O SOBRE QUALSEVOL ALTRE DEL CONJUNT AFECTAT, DE FORMA AL·LEATÒRIA.

CAP L-50654

18.2. PROCEDIMIENTO DE DESCARGA Y CHECKLIST

**PROCEDIMIENTO DESCARGA CISTERNAS DE GAS
NATURAL LICUADO CON BOMBA CRIOGÉNICA PARA
PLANTA DE GAS NATURAL LICUADO EN UN
ISOCONTENDOR**

PROCEDIMIENTO DE DESCARGA CISTERNAS GNL CON BOMBA

INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente procedimiento es dar las pautas de actuación necesarias para la descarga de cisternas de gas natural licuado (GNL) con bomba criogénica de trasvase a depósitos fijos de GNL.

Se adjunta check-list con las instrucciones a seguir durante todo el proceso de descarga al final del documento.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

1. CONEXION PINZA DE TIERRA

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

¡ATENCIÓN! El circuito eléctrico de la pinza de tierra debe de estar abierto (posición “0” del interruptor de la pinza) en el momento de conectar la pinza a la cisterna y cerrarlo (posición “I” del interruptor) solo cuando la pinza este bien conectada a la cisterna.

2. CONEXION DE LA MANGUERA

La descarga se realizar·a mediante una bomba criogénica que se conectar·a a la boca de carga de la manguera de la planta.

3. SELECCIÓN DEL CIRCUITO DE LLENADO DEL DEPÓSITO

El depó·sito tiene dos circuitos para el llenado de GNL:

- Circuito de llenado Inferior o Fondo. Consta de:

-Primera v·lvula de llenado inferior o fondo. (M1)

-Segunda v·lvula de llenado inferior o fondo. (M3). (Siempre abierta)

- Circuito de llenado Superior o Duchas. Consta de:

-Primera v·lvula de llenado superior o duchas. (M2)

-Segunda v·lvula de llenado superior o duchas. (M4) (Siempre abierta)

Ser·a el conductor de la cisterna quien seleccione el circuito del depó·sito por donde realizar·a la descarga, en funci3n de la presi3n del mismo. No obstante, lo habitual ser·a realizar la descarga por duchas, para facilitar el llenado haciendo bajar la presi3n del depó·sito.

4. DESCARGA DE LÍQUIDO AL DEPOSITO.

Para iniciar la descarga de l·quido al depó·sito se debe abrir la v·lvula situada en la manguera de descarga (M5) existente en la planta y abrir la v·lvula de llenado superior o "duchas" del depó·sito (M2).

Si la presi3n del depó·sito baja de 3 bares, abrir la v·lvula de llenado inferior o fondo (M1) y cerrar la de duchas.

5. FINAL DESCARGA

La descarga podr·a ser completa o parcial. En caso de ser parcial el conductor finalizar·a la operaci3n cuando estime oportuno y nunca sobrepasar·a el 95% de llenado del tanque.

6. FINALIZACION OPERACION DE DESCARGA.

Cerrar la válvula de llenado inferior del depósito (M1).

Cerrar la válvula de llenado superior del depósito (M2).

NOTA: El GNL que pueda quedar atrapado entre la válvula de la manguera y las válvulas del depósito gasificará y entrará en la fase gas del depósito a través de la válvula antirretorno existente en el mismo.

7. SALIDA DE LAS CISTERNAS DE LA PLANTA DE GNL

Antes de la salida de la cisterna de la planta de GNL. se debe:

- Despresurizar la unión entre la válvula existente en la manguera de la planta y la válvula de salida de la cisterna (M6).
- Desconectar la manguera.
- Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna **¡ATENCIÓN!** Antes de desconectar físicamente la pinza de la cisterna, abrir el circuito eléctrico de la misma, poniendo en posición "0" el interruptor de la pinza tierra.
- Se verificará con explosímetro la ausencia de atmósfera de gas en la zona antes de arrancar la tractora de la cisterna.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN



LISTA DE COMPROBACIONES PARA LA DESCARGA DE MP EN CISTERNAS

CORE LNGas hive

Mercancía peligrosa descargada: **UN 1972 GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO, 2.1. (B/D)**

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DE LA TRIPULACIÓN

- Identificación mediante documento oficial con fotografía
- Certificado de formación ADR del conductor en regla

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DEL VEHÍCULO

- Transportista:
- Transportista efectivo:
- Matrículas:
 - tractora: cisterna:
- Certificado aprobación ADR (tractora y cisterna) en regla
- Carta de Porte en vehículo; copia guardada por descargador
- Instrucciones escritas para el conductor

EQUIPAMIENTO DEL VEHÍCULO

- Extintores presentes y correctamente mantenidos
- Un calzo
- Linterna portátil (ATEX).....
- Triángulos (2) reflectantes de señalización.....
- Herramientas.....
- Chaleco o ropa reflectante según norma EN-471.....
- Equipos de protección personal indicados en las instrucciones escritas para el conductor y en la Evaluación de Riesgos.....
- Apagallamas.....
- Explosímetro.....
- Placas-etiqueta de peligro del modelo 2.1 en laterales y parte trasera
- Paneles naranja con numeración 223/1972 en parte delantera y trasera

COMPROBACIONES PREVIAS A LA DESCARGA

- Apertura puertas contrapuestas de la instalación.....
- Vehículo estacionado correctamente e inmovilizado con freno de mano (y calzos si se estima necesario)
- Personal que realiza la descarga conoce las reglamentaciones e instrucciones de seguridad
- Personal que realiza la descarga lleva equipos de protección individual requeridos
- Vehículo y equipo de servicio en buen estado aparente
- Existen en zona de descarga y se hallan en buen estado:
 - medios de extinción de incendios portátiles
 - herramientas necesarias (antichispas, si procede)
 - toma de agua (con suministro) y manguera.....
- Zona de descarga señalizada o acordonada para advertir a personal ajeno a la operación
- Manta ignífuga existente en la instalación
- Ausencia de trabajos incompatibles con la seguridad de la operación o tormenta eléctrica; o suficientemente alejados
- Ausencia de focos de ignición y material combustible en las proximidades
- Evidencia de que la mercancía a descargar es la prevista y cabe en el depósito de destino (**Ver tabla atrás**).....
- Válvulas de cubeto cerradas o sifón con agua.....
- Toma tierra conectada e interruptor accionado (si procede) ...
- Seguimiento instrucciones protocolo explosimetría (**Ver tabla atrás**).....
- Motor parado, batería desconectada, en operación conexión mangueras de descarga
- Acoples de mangueras correctos y en bocas de descarga previstas

COMPROBACIONES DURANTE LA DESCARGA

- Motor parado (excepto si necesario para el equipo de trasvase)
- Sistema eléctrico desconectado
- Tripulación vehículo fuera de la cabina y disponible en todo momento.....
- Presencia permanente del personal de descarga (Conductor y apoyo a la descarga)...
- Prohibición de fumar y encender fuegos
- Ausencia de fugas; posibles goteos controlados.....
- Velocidad de descarga adecuada
- Mangueras sin tensiones ni torsiones.....
- No se sobrepasa el nivel máximo del depósito.....

CONTROLES DESPUÉS DE LA DESCARGA

- La presión en la cisterna es adecuada.....
- Barrido del líquido en mangueras.....
- Cierre de válvulas de la instalación y cisterna.....
- Motor parado, batería desconectada, en operación desconexión mangueras.....
- Mangueras en soportes y bocas de descarga bien cerradas. Tapones ciegos acoplados.....
- Medios empleados en la operación (calzos, toma de tierra, extintores, señalizaciones, etc.) retornados a su lugar.....
- Zona de descarga queda limpia.....
- Vehículo, equipo de servicio y señalización exterior en buen estado aparente
- Carta de porte en vacío o descarga parcial cumplimentada y una copia entregada al conductor
- Cierre puertas contrapuestas de la instalación.....

Fecha		
Hora Llegada	Presión tanque 1	Nivel (%) tanque 1
	Presión tanque 2	Nivel (%) tanque 2
Hora Salida	Presión tanque 1	Nivel (%) tanque 1
	Presión tanque 2	Nivel (%) tanque 2
Cantidad Neta Descargada (kg)		

Nombre y apellidos del personal de descarga:

Firma o sello:

Nº acreditación SEDIGAS:

Nombre y apellidos del conductor:

Firma o sello:

Nº acreditación SEDIGAS:

Observaciones o incidencias durante la descarga:



LISTA DE COMPROBACIONES PARA LA DESCARGA DE MP EN CISTERNAS

CORE LNGas hive

Mercancía peligrosa descargada: **UN 1972 GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO, 2.1. (B/D)**

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DE LA TRIPULACIÓN

- Identificación mediante documento oficial con fotografía
- Certificado de formación ADR del conductor en regla

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DEL VEHÍCULO

- Transportista:
- Transportista efectivo:
- Matrículas:
 - tractora: cisterna:
- Certificado aprobación ADR (tractora y cisterna) en regla
- Carta de Porte en vehículo; copia guardada por descargador
- Instrucciones escritas para el conductor

EQUIPAMIENTO DEL VEHÍCULO

- Extintores presentes y correctamente mantenidos
- Un calzo
- Linterna portátil (ATEX).....
- Triángulos (2) reflectantes de señalización.....
- Herramientas.....
- Chaleco o ropa reflectante según norma EN-471.....
- Equipos de protección personal indicados en las instrucciones escritas para el conductor y en la Evaluación de Riesgos.....
- Apagallamas.....
- Explosímetro.....
- Placas-etiqueta de peligro del modelo 2.1 en laterales y parte trasera
- Paneles naranja con numeración 223/1972 en parte delantera y trasera

COMPROBACIONES PREVIAS A LA DESCARGA

- Apertura puertas contrapuestas de la instalación.....
- Vehículo estacionado correctamente e inmovilizado con freno de mano (y calzos si se estima necesario)
- Personal que realiza la descarga conoce las reglamentaciones e instrucciones de seguridad
- Personal que realiza la descarga lleva equipos de protección individual requeridos
- Vehículo y equipo de servicio en buen estado aparente
- Existen en zona de descarga y se hallan en buen estado:
 - medios de extinción de incendios portátiles
 - herramientas necesarias (antichispas, si procede)
 - toma de agua (con suministro) y manguera.....
- Zona de descarga señalizada o acordonada para advertir a personal ajeno a la operación
- Manta ignífuga existente en la instalación
- Ausencia de trabajos incompatibles con la seguridad de la operación o tormenta eléctrica; o suficientemente alejados
- Ausencia de focos de ignición y material combustible en las proximidades
- Evidencia de que la mercancía a descargar es la prevista y cabe en el depósito de destino (Ver tabla atrás).....
- Válvulas de cubeto cerradas o sifón con agua.....
- Toma tierra conectada e interruptor accionado (si procede) ...
- Seguimiento instrucciones protocolo explosimetría (Ver tabla atrás).....
- Motor parado, batería desconectada, en operación conexión mangueras de descarga
- Acoples de mangueras correctos y en bocas de descarga previstas

COMPROBACIONES DURANTE LA DESCARGA

- Motor parado (excepto si necesario para el equipo de trasvase)
- Sistema eléctrico desconectado
- Tripulación vehículo fuera de la cabina y disponible en todo momento.....
- Presencia permanente del personal de descarga (Conductor y apoyo a la descarga)...
- Prohibición de fumar y encender fuegos
- Ausencia de fugas; posibles goteos controlados.....
- Velocidad de descarga adecuada
- Mangueras sin tensiones ni torsiones.....
- No se sobrepasa el nivel máximo del depósito.....

CONTROLES DESPUÉS DE LA DESCARGA

- La presión en la cisterna es adecuada.....
- Barrido del líquido en mangueras.....
- Cierre de válvulas de la instalación y cisterna.....
- Motor parado, batería desconectada, en operación desconexión mangueras.....
- Mangueras en soportes y bocas de descarga bien cerradas. Tapones ciegos acoplados.....
- Medios empleados en la operación (calzos, toma de tierra, extintores, señalizaciones, etc.) retornados a su lugar.....
- Zona de descarga queda limpia.....
- Vehículo, equipo de servicio y señalización exterior en buen estado aparente
- Carta de porte en vacío o descarga parcial cumplimentada y una copia entregada al conductor
- Cierre puertas contrapuestas de la instalación.....

Fecha		
Hora Llegada	Presión tanque 1	Nivel (%) tanque 1
	Presión tanque 2	Nivel (%) tanque 2
Hora Salida	Presión tanque 1	Nivel (%) tanque 1
	Presión tanque 2	Nivel (%) tanque 2
Cantidad Neta Descargada (kg)		

Nombre y apellidos del personal de descarga:

Firma o sello:

Nº acreditación SEDIGAS:

Nombre y apellidos del conductor:

Firma o sello:

Nº acreditación SEDIGAS:

Observaciones o incidencias durante la descarga:

PROTOCOLO DE EXPLOSÍMETRÍA

La tabla de abajo se completará para descarga con bombas criogénicas.

En otros casos, se asegurará la ausencia de atmósfera explosiva antes de conectar flexibles de manera previa a la descarga, y antes de desconectarlos tras terminar la operación.

Momento medición	Previo entrada cisterna (control de la planta)	Motor parado	Motor en marcha								Motor parado	Previo salida cisterna (control de la planta)
		Conexión flexibles	15 min	30 min	45 min	60 min	75 min	90 min	105 min	120 min	Descon flexibles	
Ubicación 1 (junto a bomba)												
Ubicación 2 (salida tubo escape)												
Ubicación 3 (zona flexibles)												
Comentarios o incidencias:												

CAP L-50654

19. ANEXO 2. DOCUMENTACIÓN UNIDAD SISTEMA MOTOR-ALTERNADOR DE GN

19.1. REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVA EUROPEA MARCADO “CE”

SIEMENS

INFORMACIÓN DE PRODUCTO

IC-G-D-60-013

ÍNDICE

A

FECHA

Septiembre 2012

Dep. 3

**REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EUROPEA DE
SEGURIDAD EN MÁQUINAS, CUASI MÁQUINAS Y GRUPOS
CONTENERIZADOS, MERCADO «CE»**

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de la presente información de producto, es describir todos los aspectos de diseño y servicio de los motores gas y sus aplicaciones (Equipos en contenedor destinados a grupos de generación, cogeneración u otros), así como recoger las soluciones técnicas consideradas para el cumplimiento de la normativa en vigor de seguridad en máquinas Directiva 2006/42/CE, así como las normas EN 12601 y EN 60204-1 de necesario cumplimiento para la declaración de conformidad con la normativa europea y utilización del mercado «CE».

2. DISEÑO DE MOTOR

Los motores objeto de la revisión de la normativa europea de seguridad de máquinas, recogida en este documento son los motores de combustible gas de la marca Guascor.

Estos motores son una evolución de los mismos en su versión DIESEL, cuyo diseño ha sido objeto de auditoría técnica para su aprobación en aplicaciones marinas, por prestigiosas Entidades de Clasificación como LLOYD'S REGISTER, BUREAU VERITAS, GERMANISCHER LLOYD'S, RINA, DET NORSKE VERITAS, HELENIC REGISTER OF SHIPPING y otras, mereciendo el "TYPE APPROVAL" ó aprobación de tipo que garantiza la idoneidad del diseño constructivo básico.

Dresser-Rand A Siemens Business ha aplicado soluciones adecuadas siguiendo principios de eliminación o reducción de riesgos en el diseño y fabricación del motor, adoptando medidas de protección cuando sean necesarias frente a los riesgos que no puedan eliminarse e informando a los usuarios de los riesgos residuales debidos a la incompleta eficacia de las medidas de protección adoptadas, indicando que se requiere una formación especial, señalando si es necesario un equipo de protección individual.

Así mismo en el diseño y fabricación de los Equipos y al redactar las informaciones de producto, Dresser-Rand A Siemens Business ha previsto no solamente un uso normal de la máquina, sino también el uso que de la máquina puede esperarse de forma razonable.

3. SALA DE MÁQUINAS

La sala de motores ó entorno próximo de motor o grupo generador, no puede ser calificada según la normativa como zona peligrosa, ya que en ningún caso, en la operación de motor se producen en la misma, emisiones de sólidos, líquidos ó calor que puedan afectar la seguridad de los operadores.

Las operaciones de reglaje ó puesta a punto a realizar (reglajes de válvulas, control de nivel de aceite, agua, etc.) se efectúan a motor parado. Las operaciones de reglaje de carburación que se realizan con el motor en funcionamiento deben realizarse según los procedimientos establecidos por Dresser-Rand A Siemens Business y por personal técnico cualificado y entrenado específicamente al efecto, sin que signifique ningún riesgo para los operadores.

4. ANÁLISIS DE RIESGOS

En el diseño del Equipo se consideran las opciones ó soluciones técnicas necesarias que eviten los riesgos propios de la operación de motor de forma intrínseca.

La propia concepción de la máquina y su operación determina algunos aspectos inevitables de peligro controlado y por tanto de riesgo controlado para el operador.

En este apartado se analizan las soluciones intrínsecas de diseño ante eventuales peligros propios de la máquina y las soluciones preventivas determinadas.

**REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EUROPEA DE
SEGURIDAD EN MÁQUINAS, CUASI MÁQUINAS Y GRUPOS
CONTENERIZADOS, MERCADO «CE»**

4.1. Materiales y productos

Los materiales y productos empleados en la fabricación o uso del Equipo no originan riesgos para la seguridad ni salud de las personas, en caso de que el operador proceda de conformidad con lo estipulado en la normativa vigente y de acuerdo con las Informaciones de Producto de Dresser-Rand A Siemens Business.

Los principales fluidos que requiere el Equipo para su funcionamiento son aceite lubricante, líquido para las baterías (incluido el ácido) y glicol (diferentes opciones y concentraciones) que será mezclado previamente con el agua del circuito de refrigeración.

Toda la información referente al aceite lubricante empleado en los motores a gas Guascor se encuentra en la Información de Producto IC-G-D-25-003 A así como en la "Ficha de Datos de Seguridad". Su retirada deberá hacerse por personal autorizado o gestor de residuos.

Para la selección de los posibles glicoles y sus concentraciones necesarias se deberá consultar la IO-C-M-20-001 B. las medidas de precaución, seguridad e identificación se encuentran en la "Ficha Internacional de Seguridad Química" del Etilen Glicol. Su retirada deberá hacerse por personal autorizado o gestor de residuos.

Baterías. Durante la última etapa del proceso de carga de una batería, se genera hidrógeno. Por ello nunca se debe fumar ni provocar arcos eléctricos o chispas cerca de la misma. El lugar de carga de una batería debe tener una buena ventilación.

El electrolito, contenido en el interior de una batería plomo-ácido, es una mezcla de ácido sulfúrico y agua desmineralizada, y provoca quemaduras cuando entra en contacto con la piel. Si esto ocurriera se debe lavar de inmediato con abundante agua limpia y, de ser necesario, recurrir a la atención médica.

Si es inevitable el manipuleo de electrolito, se deben emplear adecuadas protecciones en las manos y el rostro, como mínimo. En el caso de ocurrir un derrame de electrolito jamás se debe arrojar agua sobre él. Lo que se debe hacer es absorberlo para luego descartar el material absorbente impregnado en un cesto o bolsa para residuos peligrosos.

Por último, por más que se absorba el derrame, quedará alguna traza de ácido que seguirá actuando sobre la superficie sobre la que estuvo derramado. Conviene neutralizar la superficie utilizando una solución de bicarbonato de sodio para luego proceder a un enjuague final de la misma con agua limpia.

Cuando se trabaja con baterías, siempre se debe tener presente que las mismas están eléctricamente activas. La tapa debe estar limpia para evitar cortocircuitos, no se deben colocar objetos metálicos sobre la misma, las herramientas a utilizar deben estar aisladas, las manos del operario no pueden tener anillos ni relojes con correa metálica y, al conectar los terminales, se debe estar seguro que la conexión a realizar es la correcta.

Cuando una batería llega al final de su vida útil o se encuentra inutilizable por algún motivo debe retirarse y ser reciclada a través del propio fabricante de la misma.

4.2. Mandos del equipo

Los sistemas de mando son seguros y fiables, con accionamientos claramente visibles e identificables, con sistemas de alarma adecuados, dispositivos de parada normal y de emergencia.

4.3. Riesgos mecánicos

Los Equipos suministrados están diseñados y fabricados para que en las condiciones previstas de funcionamiento, tengan la estabilidad suficiente. Los diferentes componentes del Equipo están diseñados para que resistan suficientemente en servicio. Se encuentran recogidas en las Informaciones de Producto las inspecciones y mantenimientos necesarios por motivos de seguridad.

**REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EUROPEA DE
SEGURIDAD EN MÁQUINAS, CUASI MÁQUINAS Y GRUPOS
CONTENERIZADOS, MERCADO «CE»**

Los elementos móviles del Equipo se han diseñado y fabricado con objeto de evitar todo riesgo y se encuentran equipados de resguardos o dispositivos de protección, de forma que se prevenga cualquier riesgo de contacto que pueda provocar accidentes. En los elementos móviles de transmisión las protecciones (poleas, correas, engranajes, etc.) son protecciones fijas o móviles en caso de intervenciones frecuentes. Los dispositivos de protección son de fabricación sólida y resistente.

4.4. Riesgos eléctricos

Los Equipos están diseñados, fabricados y equipados para prevenir o posibilitar la prevención de todos los riesgos de origen eléctrico. Ver apartado instalación eléctrica. Así mismo disponen de medios para la evacuación de cargas electrostáticas.

4.5. Riesgos por temperaturas extremas, incendio o explosión

Se han adoptado medidas para evitar cualquier riesgo de sufrir heridas por contacto o a distancia, con piezas o materiales de alta temperatura. Se han estudiado los riesgos de proyección de materias calientes igualmente. Así mismo se ha evitado cualquier riesgo de incendio o de sobrecalentamiento provocado por el motor u otros componentes o partes calientes del Equipo.

Todas las superficies calientes (>65°C) y accesibles se encuentran calorifugadas con la excepción de algunas bridas, tornillos, espárragos roscados y accesorios similares.

En el Equipo se presentan varios tipos de fluidos de diferentes características y a diferente nivel térmico.

4.5.1. Agua de refrigeración

El circuito de agua de refrigeración ha sido diseñado de modo que todas las conexiones se realicen por medio de sellos mecánicos y/o sistemas de cierres encasquillados con juntas tóricas de etileno propileno, adecuados para los motores con refrigeración en alta temperatura (120° C) en circuito principal y en auxiliar (90° C), evitando en todo caso cualquier unión con manguito de goma.

Las tuberías metálicas de conexión entre el motor y su sistema de refrigeración estarán protegidas para impedir el contacto directo siempre que la temperatura superficial sea superior a 65°C.

4.5.2. Aceite de lubricación

El circuito de aceite ha sido diseñado integrado en el motor de modo que las únicas conducciones al exterior de éste son las de salida y retomo del enfriador de aceite. El sellado de todas las tuberías se realiza siempre mediante sellos mecánicos o cierres encasquillados con juntas tóricas de vitón, evitando en todo caso cualquier manguito de goma.

4.5.3. Mezcla aire/gas sobrealimentación

El circuito de sobrealimentación (después de turbo) ha sido diseñado con sellos mecánicos entre partes con cierres de anillos tóricos de vitón, evitando en todo momento manguitos de material goma u otros.

4.5.4. Colectores y tubo de escape

Los colectores de escape de motor, en cuanto al riesgo de fuga, están sellados de forma mecánica con juntas especiales de refuerzo metálico.

Los colectores de escape son refrigerados con objeto de proteger a los operadores contra un eventual contacto involuntario. Esto implica que en el exterior del colector de escape y envolviéndolo circula agua de motor, con lo que disminuye en la superficie exterior del colector el nivel térmico de escape de 400 – 500° C a los niveles térmicos del agua de refrigeración de 80 - 90° C.

SIEMENS

INFORMACIÓN DE PRODUCTO

IC-G-D-60-013

ÍNDICE

A

FECHA

Septiembre 2012

Dep. 3

**REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EUROPEA DE
SEGURIDAD EN MÁQUINAS, CUASI MÁQUINAS Y GRUPOS
CONTENERIZADOS, MARCADO «CE»**

Por otro lado la carcasa de la turbina del turbocompresor (lado escape) también se encuentra sometida a temperaturas de escape. En este caso como no se trata de turbocompresores refrigerados, se mitiga el riesgo protegiéndolo mediante una manta (ó funda) aislante térmica que limita la temperatura en su superficie por debajo de 90° C. Esta misma solución se aplica en caso de no utilizar colectores de escape refrigerados y usar colectores de escape térmicos por necesidades de la aplicación.

De igual forma se protege el tubo ó codo salida del escape, hasta la brida de conexión del flexible de la instalación de tubo de escape externo al Equipo. La protección de este (tubo de escape) es objeto del proyecto de instalación. En caso de suministro de la instalación se analiza la posibilidad de contacto de esta tubería procediendo en ese caso o en caso de desear recuperación de calor del escape a su protección mediante una manta térmica forrada de inoxidable.

4.6. Vibraciones

Las vibraciones producidas por el motor, no afectan a la seguridad de los operadores, aunque si pudieran transmitirse a través del asentamiento o cimentación del motor a otras máquinas o edificios, afectando a la comodidad de las personas en un entorno próximo. En la aplicación de motores en los casos en que se da ésta circunstancia, se diseña un sistema de aislamiento vibracional del motor respecto a su asentamiento por medio de elementos elásticos amortiguadores.

Igualmente se establece la obligatoriedad de conexión por medio de elementos flexibles de todos los servicios del motor (agua, combustible, aceite, electricidad, etc.) al entorno externo del mismo.

4.7. Ruido

La producción del ruido es inherente al propio motor y a otros componentes de la instalación y es inevitable, si bien la validación del diseño del Equipo se condiciona también a un nivel de ruido de operación asumible con los medios de protección necesarios.

La protección acústica de los operarios en la sala de máquinas con los motores en servicio es de obligada necesidad y por tanto debe indicarse a la entrada de todas las salas de motores de forma clara y visible la obligatoriedad del uso de protección acústica por parte del operador.

No se especifica el tipo de protección, al considerarse válida cualquier equipo de protección individual homologado que se encuentra disponible en el mercado.

En cuanto al ruido externo a la sala de máquinas (contaminación acústica ambiental) en todos los casos se deben instalar y se instalan los silenciadores de escape, así como los de entrada/salida de aire de ventilación, convenientes para el cumplimiento de las normativas locales ó de entorno del lugar en que se instalen los equipos.

4.8. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica del motor se limita a una caja de bornas a la que se conducen los elementos de 24Vcc y 220 V tales como sensores, contactos, etc. Esta caja de bornas y la instalación eléctrica de los citados elementos cumplen con la Directiva 2006/95/CE. En el frontal de la citada caja se incorpora un interruptor de emergencia para parada inmediata del motor y otros componentes de la instalación de generación-cogeneración.

La instalación eléctrica del Equipo final está formada, de manera básica, por una serie de componentes (motor, generador, ventiladores, sondas, resistencias, cuadro de control e interruptor de potencia del Equipo así como por un conjunto de conductores que los unen entre sí. Esta instalación cumple, en los apartados que son de aplicación, con la Directiva 2006/95/CE.

4.9. Instalación de gas

La instalación de gas se realizará de acuerdo a la normativa en vigor en el lugar de la instalación, configurándose de manera general en las siguientes partes:

ERM. Estación de regulación y medida de acuerdo a la norma en cuanto a su construcción y que orientada al motor debe asegurar el suministro de gas en las condiciones de presión de servicio establecidas.

TREN DE VÁLVULAS. Conjunto formado por llave de paso de cierre manual instalada en el exterior del Equipo Guascor, filtros de gas, manómetro de control, doble electro-válvula normalmente cerrada de corte de suministro de gas a motor, línea de venteo para control de fugas, todo ello de acuerdo a las especificaciones de norma.

CONEXIONES A MOTOR, siempre realizadas por medio de bridas DIN y flexibles homologados.

CONDUCCIONES sobre motor antes de carburación, se han diseñado en su mínimo desarrollo y conexiones posibles. En todo caso se realizan según normas de instalador y son comprobadas en cuanto a su estanqueidad en fase de pruebas de motor.

CONDUCCIONES de mezcla aire/gas después de carburación, todo el circuito ha sido sellado de forma mecánica con tórica de vitón (se eliminan todos los manguitos de goma ó silicona).

PROTECCIÓN "BACK FIRING" ó "DETONACIÓN" Este efecto puede producirse en los motores de gas cuando por deterioro del sistema de válvulas de cierre de cámara de combustión, ésta se extiende por el colector de admisión (BACK FIRING), ó las condiciones de riqueza de mezcla varían fuera de control ó en contacto con puntos calientes se producen auto-detonaciones espontáneas (DETONACIÓN).

Como protección directa de esta eventualidad, se consideran dos protecciones ó seguridades directas. El diseño del conjunto con una resistencia mecánica (en cuanto a uniones de colectores de admisión, nervados, etc.) superior a la especificación de diseño estándar (tipo diesel) e instalando en el colector de admisión dos válvulas de sobre-presión que permiten una fuga de presión evitando una sobrecarga sobre los colectores.

Como protección indirecta debemos citar los mecanismos de regulación y control del propio motor, que están diseñados para la protección del motor contra un funcionamiento irregular ó fuera de especificación.

4.10. Gases del cárter

En el cárter de motor y debido a la imposibilidad de un cierre total de la cámara de combustión se produce siempre una acumulación de gases de combustión que pueden dar lugar a proyección de aceite hacia el exterior por sobre-presión de cárter. Para evitar esta eventualidad todos los motores llevan un respiradero de gases de cárter que permite la evacuación del mismo y que, tras el oportuno filtrado, en algunos casos se recirculan en la admisión del motor por razones de protección ambiental. En otros casos son expulsados al exterior del Equipo mediante una canalización específica.

4.11. Circuito de Gases de escape

La emisión de gases de escape es intrínseca a la operación de motor y por tanto inevitable. Se establecen instrucciones claras y específicas de instalación de conducciones de gases de escape que permiten eliminar los riesgos de su emisión en la sala de máquinas llevándolos al exterior del equipo.

Para ello se indican en dichas instrucciones las condiciones de la instalación de escape, indicaciones de cálculo de diámetros de tuberías, normas de colocación de juntas de dilatación, etc.

En el caso de que el Equipo esté destinado al servicio de cogeneración, se amplían las Instrucciones de diseño a los elementos de recuperación térmica prevista.

SIEMENS	INFORMACIÓN DE PRODUCTO	ÍNDICE	FECHA	<i>Dep. 3</i>
	IC-G-D-60-013	A	<i>Septiembre 2012</i>	
REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EUROPEA DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS, CUASI MÁQUINAS Y GRUPOS CONTENERIZADOS, MERCADO «CE»				

4.12. Mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento han de realizarse con el Equipo parado, estando ubicados los puntos de mantenimiento, regulación, engrase y conservación fuera de zonas peligrosas. La intervención de los operadores se efectúa con facilidad y seguridad, estado limitadas las causas de intervención.

Las posibles fugas, derrames de líquidos durante las operaciones de mantenimiento,...se recogen en una bandeja estanca susceptible de conectarse a una tubería exterior para extracción de los residuos.

El suministro de aceite lubricante al Equipo y la extracción del aceite usado se realizan a través de canalización expresamente diseñadas para ello.

En el exterior del contenedor estas canalizaciones dispondrán de válvulas de cierre bloqueables que impidan el derrame accidental de cualquier fluido al ambiente.

4.13. Indicaciones

La información de producto necesaria para el manejo del Equipo contenedor es clara, concisa y fácilmente entendible. Los Equipos están provistos de sistemas de alarmas que advierten del mal funcionamiento de la máquina y previenen del peligro a las personas expuestas. Los equipos llevan dispositivos de advertencia (relojes indicadores, paneles de control, etc.). Existen señales de advertencia en caso de riesgos potenciales persistentes no evidentes persistentes y constan de pictogramas comprensibles por todo el mundo.

Todos los Equipos se entregan con un sistema mínimo de seguridades y controles de operación, aunque su función directa no es la protección de los operadores, si lo es indirectamente al prevenir una mal función u operación inadecuada del mismo.

Cada motor posee de forma legible e indeleble la siguiente información: placa de características (nombre y dirección del fabricante, modelo, número de serie, año de fabricación, potencia, calidad del gas de servicio y presión de suministro) y marcado «CE» en placa específica. Además en la información de producto posee todas las indicaciones precisas para un empleo seguro.

El motor ha sido provisto de las fijaciones sólidas en sus partes fijas que permiten su manipulación segura con medios convencionales de carga. Igualmente en la información de producto se hace referencia clara a los pesos de los motores en orden a adoptar las medidas adecuadas para el transporte de los mismos.

4.14. Manuales de instalación, uso y mantenimiento

Cada máquina o cuasi maquina lleva un manual de instrucciones en el que se indica el recordatorio de las indicaciones establecidas para el mercado, con excepción del número de serie, completadas por las indicaciones que permitan facilitar el mantenimiento; las condiciones previstas de utilización; las instrucciones para que puedan efectuarse sin riesgo la puesta en servicio, la utilización, la manutención, con la indicación de la masa de la máquina, la instalación, el montaje, el desmontaje, el reglaje, el mantenimiento (conservación y reparación); recogiendo las contraindicaciones de uso.

Dresser-Rand A Siemens Business ha elaborado un manual de instrucciones, que está redactado en castellano, inglés, francés, alemán e italiano. En el momento de su entrada en servicio, el Equipo debe estar acompañado por el manual. El manual de taller destinado al personal especializado que dependa del fabricante estará redactado en inglés o castellano. Es de obligado cumplimiento según la normativa en vigor para la Utilización de la marca «CE» la disposición de los manuales de servicio de los motores en la lengua oficial de los países miembros en que se instalen los equipos. La aplicación de esta normativa se cubrirá por traducción de los actuales manuales de instalación y de uso y mantenimiento a medida que la comercialización en diferentes países de la comunidad se vaya produciendo.

SIEMENS

INFORMACIÓN DE PRODUCTO

IC-G-D-60-013

ÍNDICE

A

FECHA

Septiembre 2012

Dep. 3

**REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EUROPEA DE
SEGURIDAD EN MÁQUINAS, CUASI MÁQUINAS Y GRUPOS
CONTENERIZADOS, MERCADO «CE»**

Los manuales de instrucciones incluyen planos y esquemas necesarios para poner en servicio, conservar, inspeccionar, comprobar el buen funcionamiento y, si fuera necesario, reparar el Equipo y cada uno de sus componentes y cualquier otra instrucción pertinente, en particular en materia de seguridad. Dresser-Rand A Siemens Business ha desarrollado los siguientes manuales de conformidad con la directiva de seguridad de máquinas:

- Manual de instalación (instalación y puesta en servicio) en el que se incluyen aquellas operaciones o necesidades de componentes que no forman parte del suministro de la cuasi máquina pero que son necesarias para que el conjunto al que va a incorporarse obtenga la Declaración de Conformidad.
- Manual de uso y mantenimiento (conservación, inspección, seguridad y comprobación del buen funcionamiento)
- Manual de recambios (componentes de recambio del equipo)
- Manual de taller (inspección y reparación especializada del equipo)

Los catálogos o cualquier otra documentación que sirva a modo de presentación de la máquina, es coherente con los manuales de instrucciones en lo que respecta a los aspectos de seguridad. En el manual de instalación se ofrecen prescripciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones producidas (amortiguadores, fundación, etc.). En los manuales de instrucciones se dan las siguientes indicaciones sobre el ruido aéreo emitido por la máquina.

La instalación de los Equipos se realiza orientada por un manual de instalación específico para cada tipo de aplicación. En este manual se indican:

- Plano de dimensiones generales del Equipo.
- Plano de servicios del Equipo (recoge información necesaria para la instalación de todos los servicios necesarios para la operación de motores, agua, aceite, combustible, escape, sistema eléctrico...).
- Instrucciones de instalación específica para cada servicio.
- Instrucciones específicas para los complementos ó dispositivos opcionales y adicionales al motor.

Los manuales de uso y mantenimiento con que se acompañan todos los motores, se realizan de modo que pongan a disposición del operador la información necesaria para:

- Identificación de la máquina y sus partes constitutivas.
- Instrucciones de reglaje y preparación para el servicio correcto.
- Instrucciones de uso.
- Instrucciones de mantenimiento: (periodicidad de operaciones de mantenimiento). De gran importancia como elemento de seguridad directa, al garantizar el correcto estado y operación del motor y del resto de componentes del Equipo.

SIEMENS

INFORMACIÓN DE PRODUCTO

IC-G-D-60-013

ÍNDICE

A

FECHA

Septiembre 2012

Dep. 3

**REVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EUROPEA DE
SEGURIDAD EN MÁQUINAS, CUASI MÁQUINAS Y GRUPOS
CONTENERIZADOS, MARCADO «CE»**

5. PROTECCIÓN CONTRA MAL FUNCIONAMIENTO

Los sistemas de control y seguridades, que permiten captar el estado de operación de motor y del resto de componentes en sus parámetros principales activan, señales PREVENTIVAS de aviso cuando se superan determinadas consignas preestablecidas ó directamente PARAN EL MOTOR cuando se superan las señales de alarma.

En todo caso, y ante la eventualidad de un fallo del sistema de control, todos los motores gas disponen SOBRE MOTOR de una caja de conexiones y comunicación con los cuadros eléctricos de control. Esta caja sobre motor dispone de un INTERRUPTOR DE PARO DE EMERGENCIA para la parada voluntaria y súbita de motor.

Además y en todo caso, y sobre motor se dispone una PALANCA DE PARO DE EMERGENCIA, de acción MANUAL directa y voluntaria que bloquea súbitamente la carga de gas/aire al motor dando lugar a la parada del mismo.

6. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

En todo caso y con la información de uso y mantenimiento de los motores se entrega una información de producto, **IC-G-D-60-012** relativa a las "PRECAUCIONES DE SEGURIDAD DE GRUPOS EN CONTENEDOR ALIMENTADOS POR GAS", en la que se indican las actuaciones preventivas necesarias para la manipulación de nuestros motores y su entorno.

Al tratarse de un Equipo completo debe tenerse especial cuidado en evitar arranques imprevistos automáticos, de manera remota o sin previo aviso especialmente durante labores de mantenimiento y comprobación. No deben desmontarse protecciones ni medidas de seguridad sin consignar previamente el Equipo.

7. CONCLUSIÓN

Como resultado del análisis expuesto, se puede afirmar a modo de conclusión que los Equipos con **motores gas Guascor han sido diseñados en el conocimiento y cumplimiento de los requerimientos de la normativa de seguridad en máquinas, contemplados como Máquina Parcialmente Acabada y/o grupo contenerizado**, recogidas en la Directiva 2006/42/CE y en las normas UNE EN ISO 12100-1 y UNE EN ISO 12100-2.

19.2. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD DE EQUIPOS

**PRECAUCIONES DE SEGURIDAD DE EQUIPOS
CONTENERIZADOS ALIMENTADOS POR GAS**

1. INTRODUCCIÓN

Todos los equipos Guascor (máquinas y/o cuasi-máquinas suministradas en contenedor) han sido diseñados desde el punto de vista de seguridad de acuerdo con la Directiva Europea de Seguridad de Máquinas, Directiva 2006/42/CE, así como con las normas EN 12601 y EN 60204-1 pudiendo ser suministrados con la correspondiente Declaración de Conformidad y el marcado «CE».

Este documento tiene por objeto informar a los usuarios de los equipos Guascor, sobre las precauciones de seguridad necesarias para una manipulación y operación adecuada de los mismos.

Las instalaciones de los equipos y en particular las de combustible, deben en todo caso adaptarse a las reglamentaciones locales correspondientes a su emplazamiento.

2. OBSERVACIONES PREVIAS

Una vez recepcionado el equipo Guascor, se deberá proceder a la lectura de esta información de producto relativa a precauciones de seguridad. Este documento se encuentra recogido en el manual de uso y mantenimiento que se entrega con el equipo.

Por tanto, se recomienda la conservación del manual en correcto estado y disponible para el operador y responsable del mantenimiento de los equipos.

La Red de Talleres de Servicio está a su disposición para realizar los trabajos de revisión y reparación en las mejores condiciones y aplicando las normas establecidas por Dresser-Rand A Siemens Business.

La utilización de piezas de recambio originales garantiza la continuidad de las prestaciones tras muchas horas de funcionamiento. Estas piezas han sido fabricadas con los mismos rigurosos controles de calidad que se emplearon para la fabricación del equipo original.

2.1. LA ENTRADA AL CONTENEDOR ES ÚNICAMENTE PARA PERSONAL AUTORIZADO



La entrada principal del contenedor se encuentra en el lateral que limita la sala de control. Desde ahí se accede a la sala de gestión y gobierno del equipo, que es el espacio habilitado para la operación del grupo cuando esté en funcionamiento. Deberá estar siempre cerrada con objeto de permitir el correcto funcionamiento de los medios de seguridad.

La **sala del motor** no es un espacio acondicionado para la estancia y el trabajo continuo de los operarios. Para ello se han diseñado dos portones laterales a cada lado del contenedor.

En situaciones que requieran una presencia del operario dentro de dicha sala, como operaciones de mantenimiento, es necesario por razones de seguridad y de ergonomía **que se abran los portones laterales** y se sujeten con los enganches de seguridad. Este requerimiento debe respetarse especialmente en caso de trabajos prolongados y a realizar en la parte más alejada del acceso principal.

SIEMENS

INFORMACIÓN DE PRODUCTO

IC-G-D-60-012

ÍNDICE

C

FECHA

Abril 2016

Dep. 3

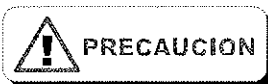
PRECAUCIONES DE SEGURIDAD DE EQUIPOS CONTENERIZADOS ALIMENTADOS POR GAS

2.2. ACCESOS A LA CUBIERTA DEL CONTENEDOR



La cubierta del contenedor **NO** es transitable, para operar sobre ella se deberán utilizar grúas con cabina, plataformas fijas y/o plataformas elevadoras, pero nunca operar pisando dicha cubierta.

3. PROTECCIÓN PARA EL CUERPO



Use la protección necesaria para el cuerpo, ojos, oídos y sistema respiratorio. Cuando trabaje en o cerca de un equipo no use ropa floja, joyería colgante y tenga cuidado si tiene cabello largo.

4. GASES DEL ESCAPE



Los gases de escape de un motor de combustión interna son tóxicos y pueden producir daños o la muerte si se respiran. Todas las instalaciones de motores deben estar equipadas con un adecuado sistema de tuberías de escape de modo que los gases procedentes de la combustión puedan salir fácilmente al exterior del contenedor que lo alberga. Cualquier lugar cerrado, incluido el contenedor, debe tener una correcta ventilación para contar con un suministro constante de aire exterior.

5. COMBUSTIBLES PARA LOS MOTORES



Si un motor ha sido girado varias veces sin conseguir arrancarlo, se debe cerrar la llave de paso de gas y seguir virando el motor hasta que expulse el gas no quemado que ha quedado acumulado en los cilindros. Si no se hace esto, una bujía podría inflamarlo y causar una explosión.

Los combustibles de motor pueden inflamarse o explotar. Deben ser conducidos hasta el motor por medio de un sistema de tuberías libre de fugas y diseñado para resistir las roturas por vibración.

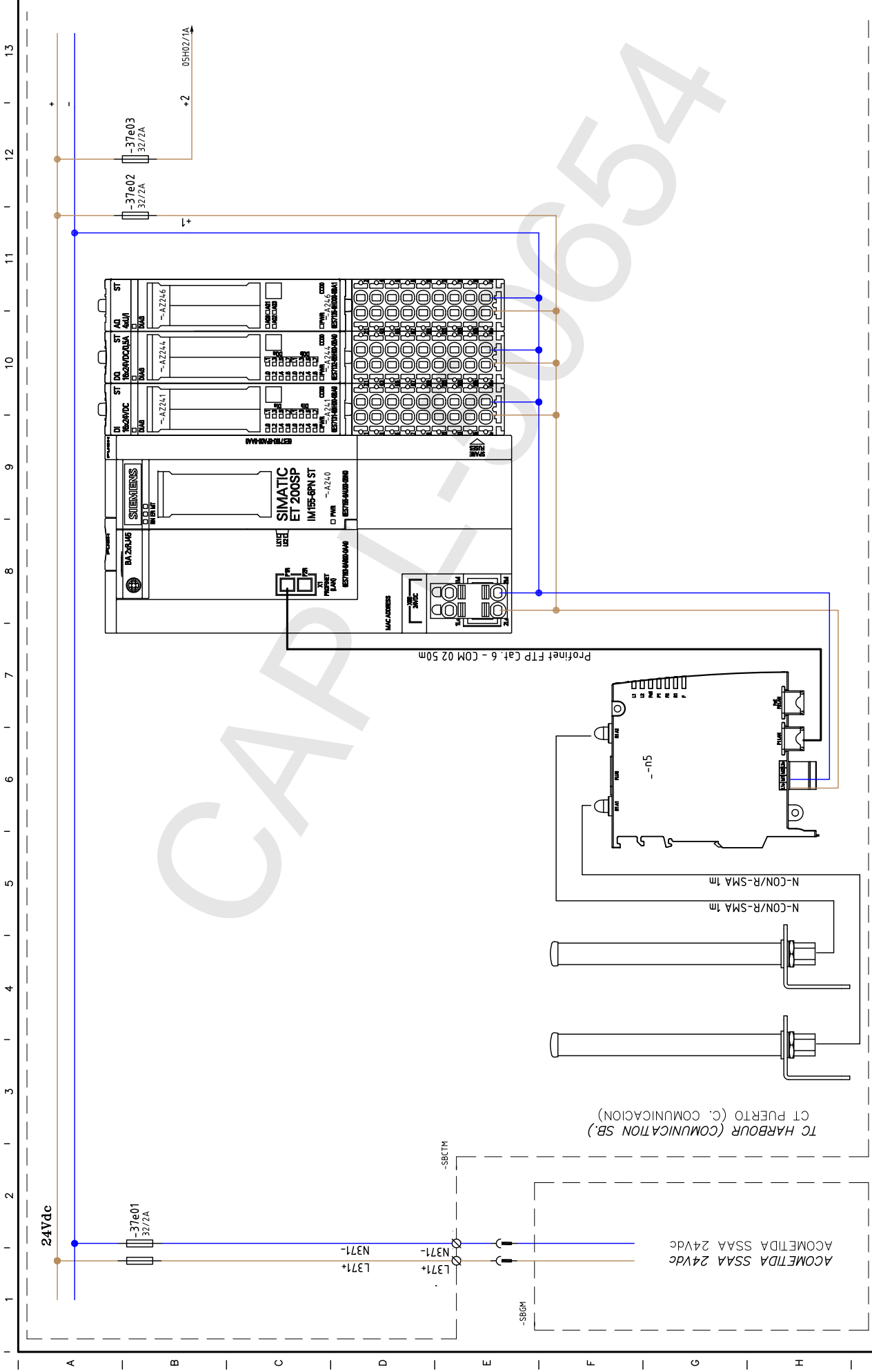
6. CORTE EFECTIVO DEL COMBUSTIBLE



Todas las instalaciones de motores deben estar equipadas con un medio para cortar por completo el combustible en caso de una emergencia.

19.3. ESQUEMA CUADRO DE CONTROL

CAP L-50654



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.



DESIGNATION/DESIGNACION:
GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO CONTROL MUELLE CONTROL Y AUTOMATIZACION

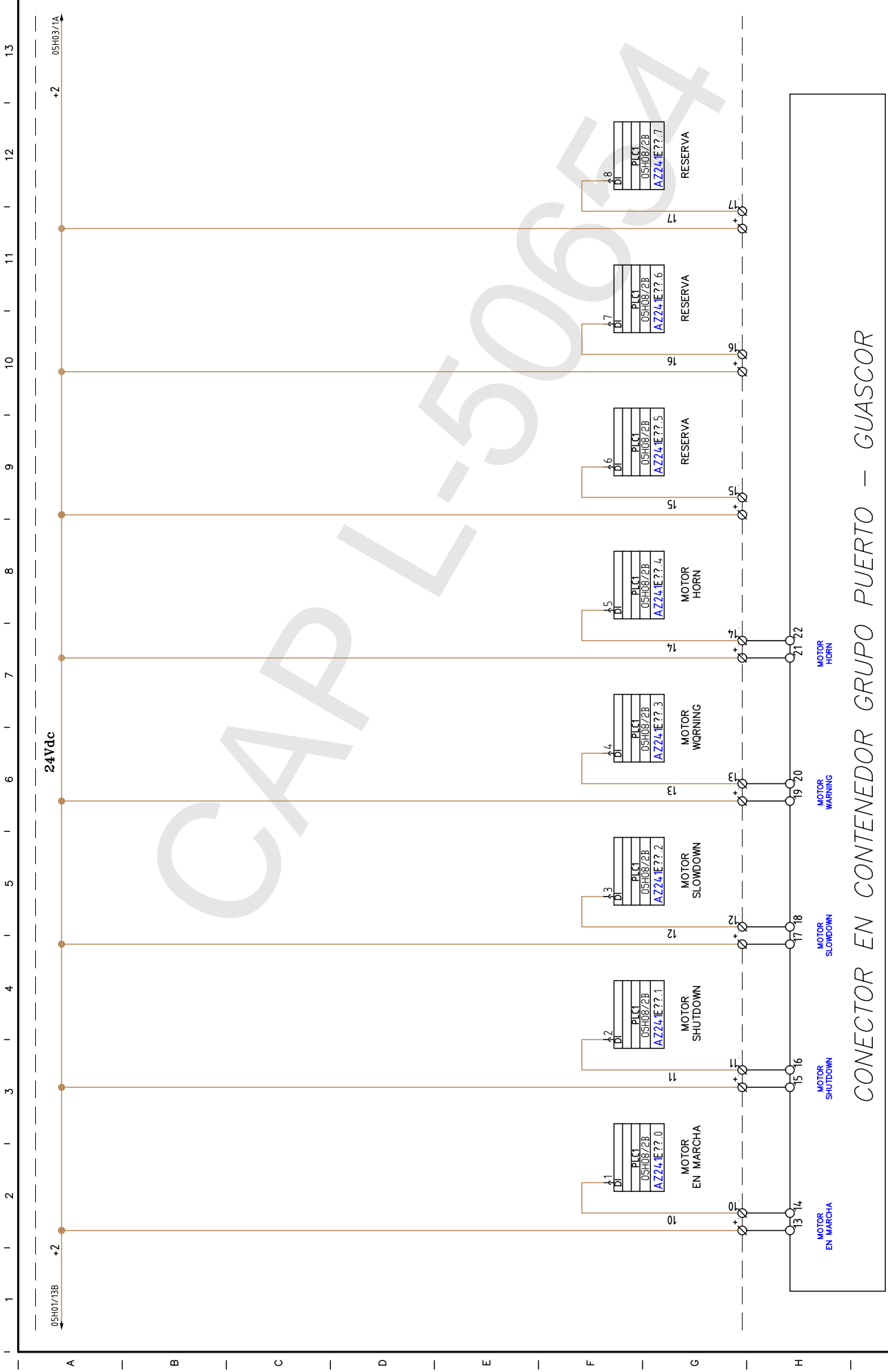
THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING

CLASSIFICATION BUREAU	VERTAS
DATE	04/08/2017
DRAWN	CESAR
APPROVED	

L'AUDACE
 APPROVED per Alfred Guillaud-Sabat-Boaluce (Engineer Industrial)
 DATE: 04/08/2017
 SCALE: 01_12_2017 amb el nú. OWNER

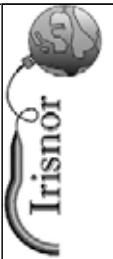
SHEET No. 1	DRAWING No.
No. OF SHEETS 9	220R-04.05

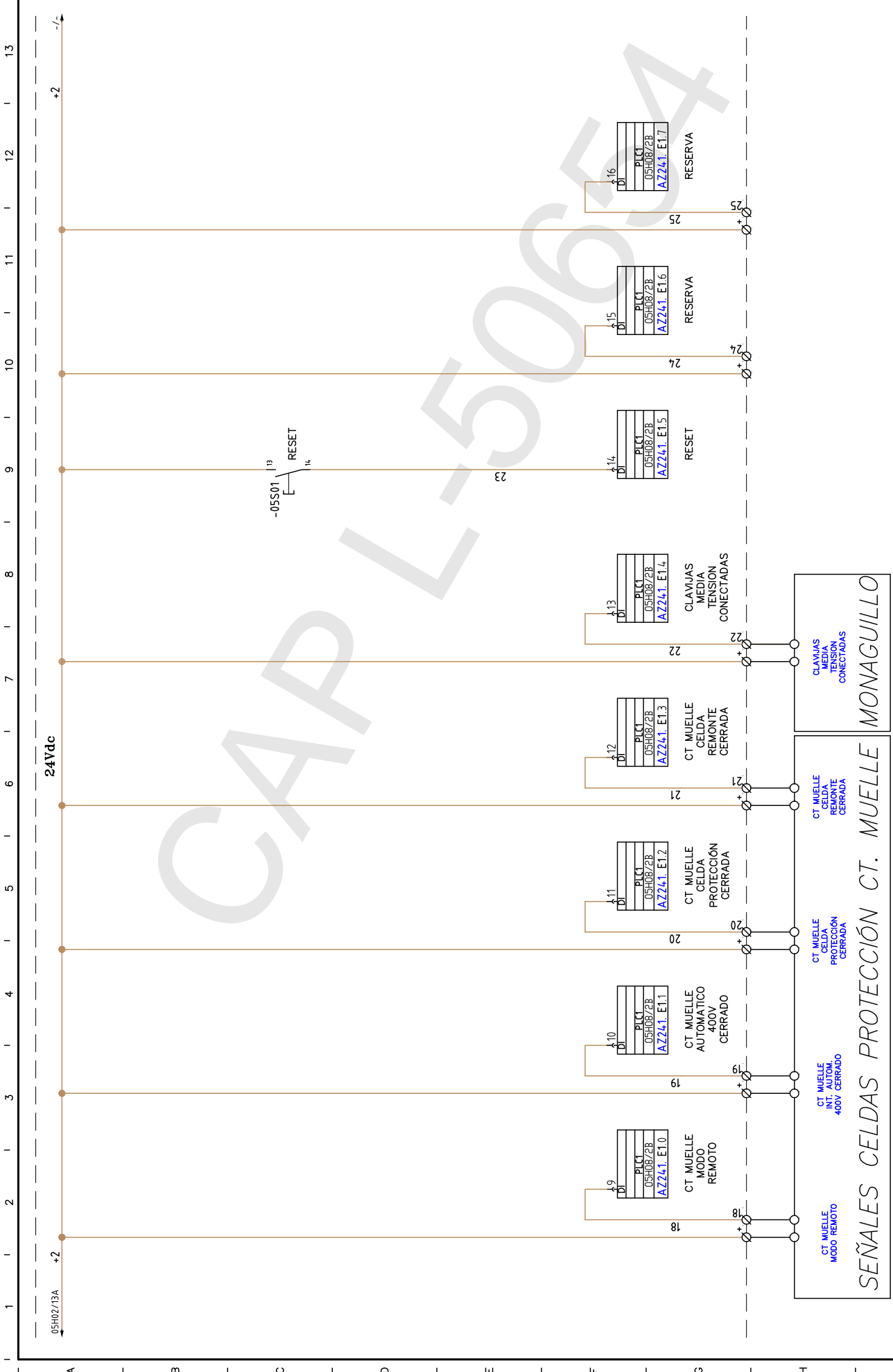
Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud-Sabat-Boaluce (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà de modificació oficial d'Enginyeria. DATA: 04/08/2017 ESCALA: 01_12_2017 amb el nú. OWNER



CONECTOR EN CONTENEDOR GRUPO PUERTO – GUASCOR

THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING.		ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.	
CLASSIFICATION SOCIETY BUREAU VERITAS	DATE 09/08/2017	DRAWN CESAR	APPROVED Alfred Guillaud-Saint-Etienne (Engineer Industrial)
L'AUDACE		DESIGNATION/DESIGNACION: GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO CONTROL MUELLE ENTRADAS DIGITALES	
Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud-Saint-Etienne (Engineer Industrial) i certificat pel mateix mitjà de modificació digital d'Enginyeria.		SHEET No. 2	DRAWING No. 220R-04.05
DATE: 09/08/2017		No. OF SHEETS	

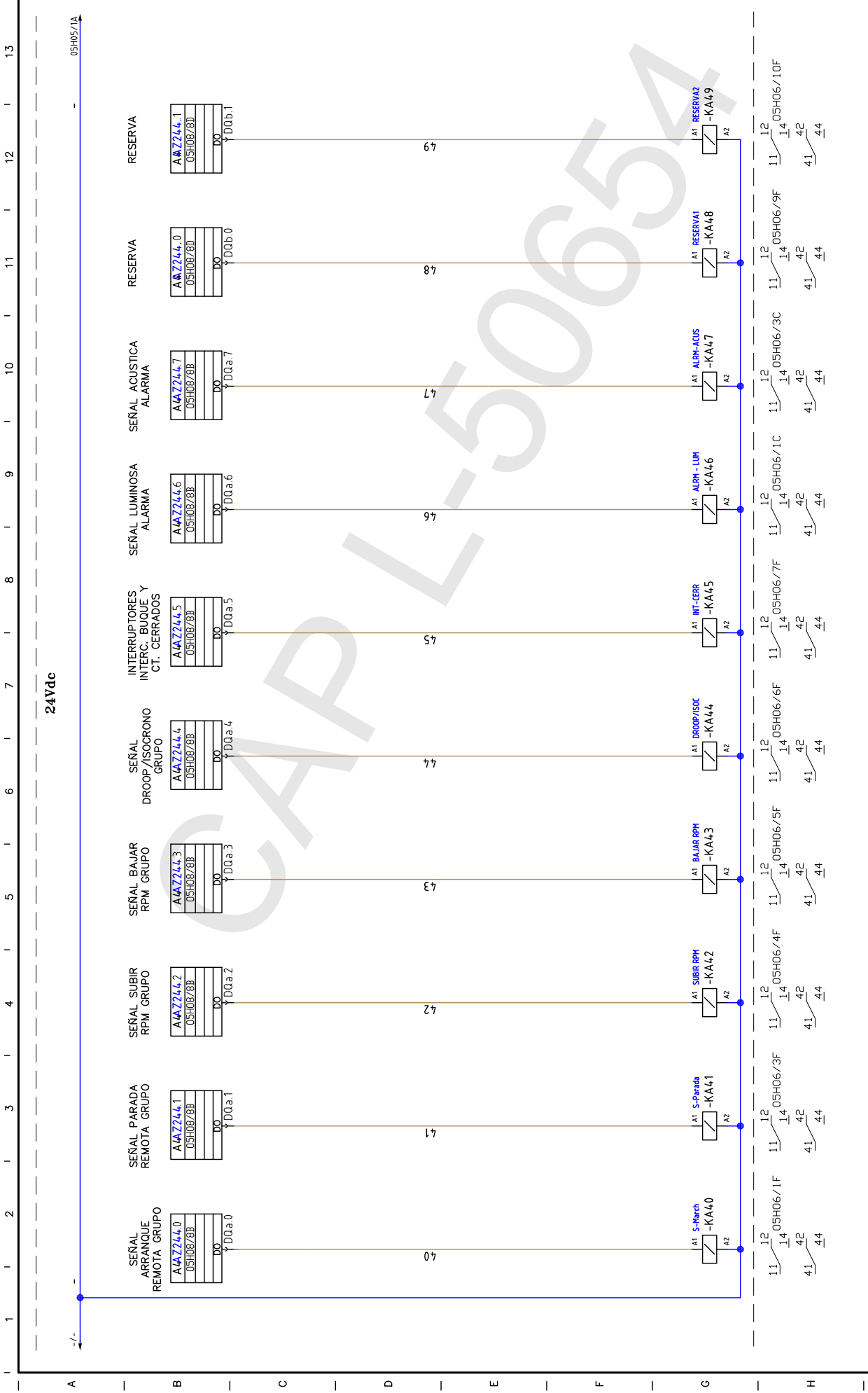




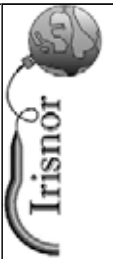
THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING.		ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.	
CLASSIFICATION	SOCIETY	DATE	APPROVED
BUREAU VERTAS		09/08/2017	CESAR
L'AUDACE		DRAWN	
		DRAWING No. 220R-04.05	
		SHEET No. 3	
		No. OF SHEETS	
		DRAWING No. 220R-04.05	



Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud Sabatés i Balcells (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà de modificació oficial d'Enginyeria. DATA: 09/08/2017 a l'12/2017 amb el núm. OWNER: 134



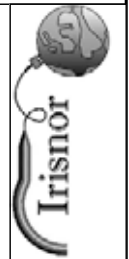
THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING.		ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.	
CLASSIFICATION SOCIETY BUREAU VERITAS	DATE 09/08/2017	DESIGNATION/DESIGNACION: GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO CONTROL MUELLE SALIDAS DIGITALES	
DRAWN CESAR	APPROVED Alfred Guillaud S. Guillaud	SHEET No. 4	DRAWING No. 220R-04.05
Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud i S. Guillaud. i certificat pel mateix mitjà electrònicament.		No. OF SHEETS 220R-04.05	



CAP L-50654



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.

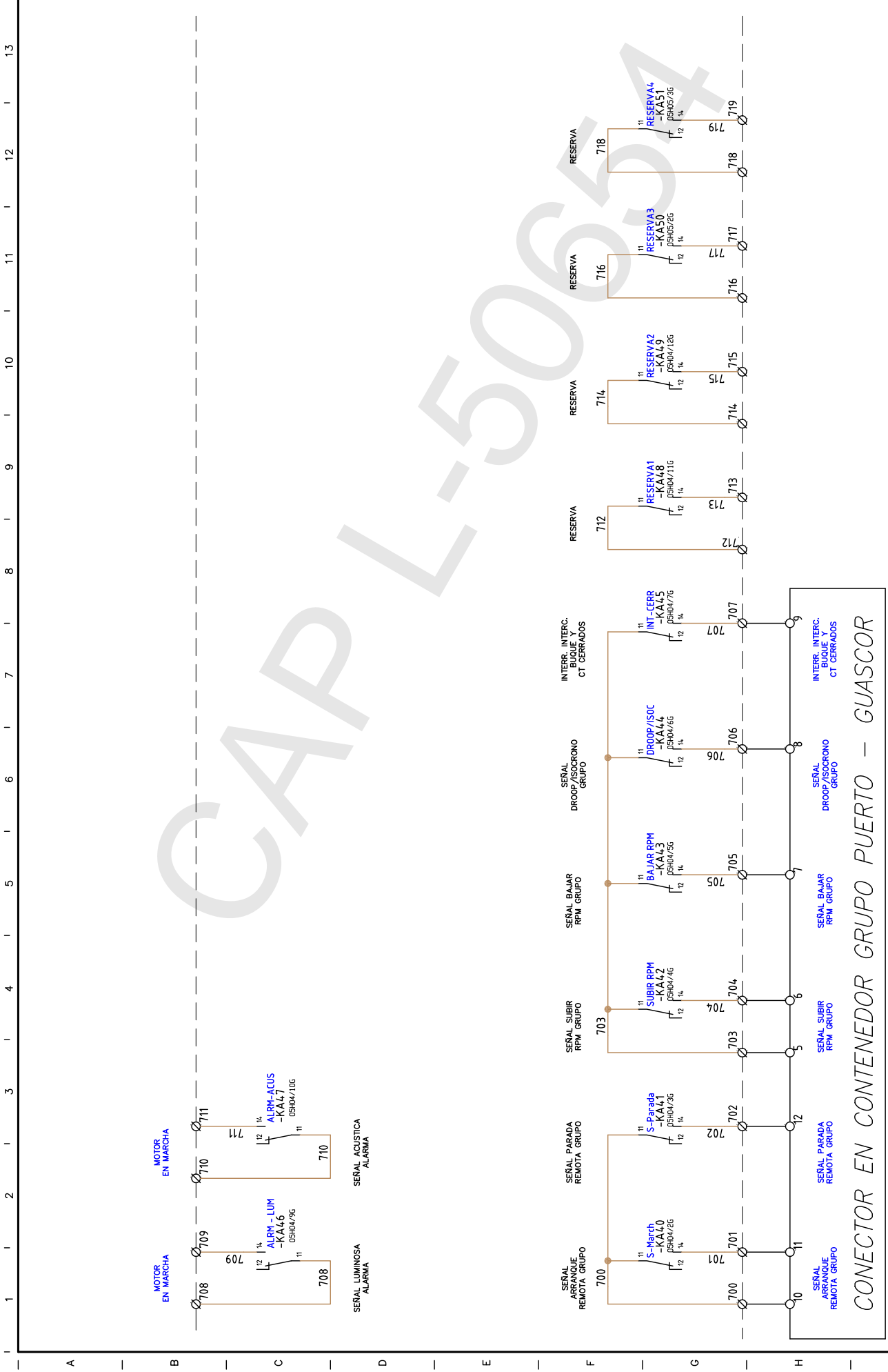



DESIGNATION/DESIGNACION:
GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO CONTROL MUELLE SALIDAS DIGITALES

THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING

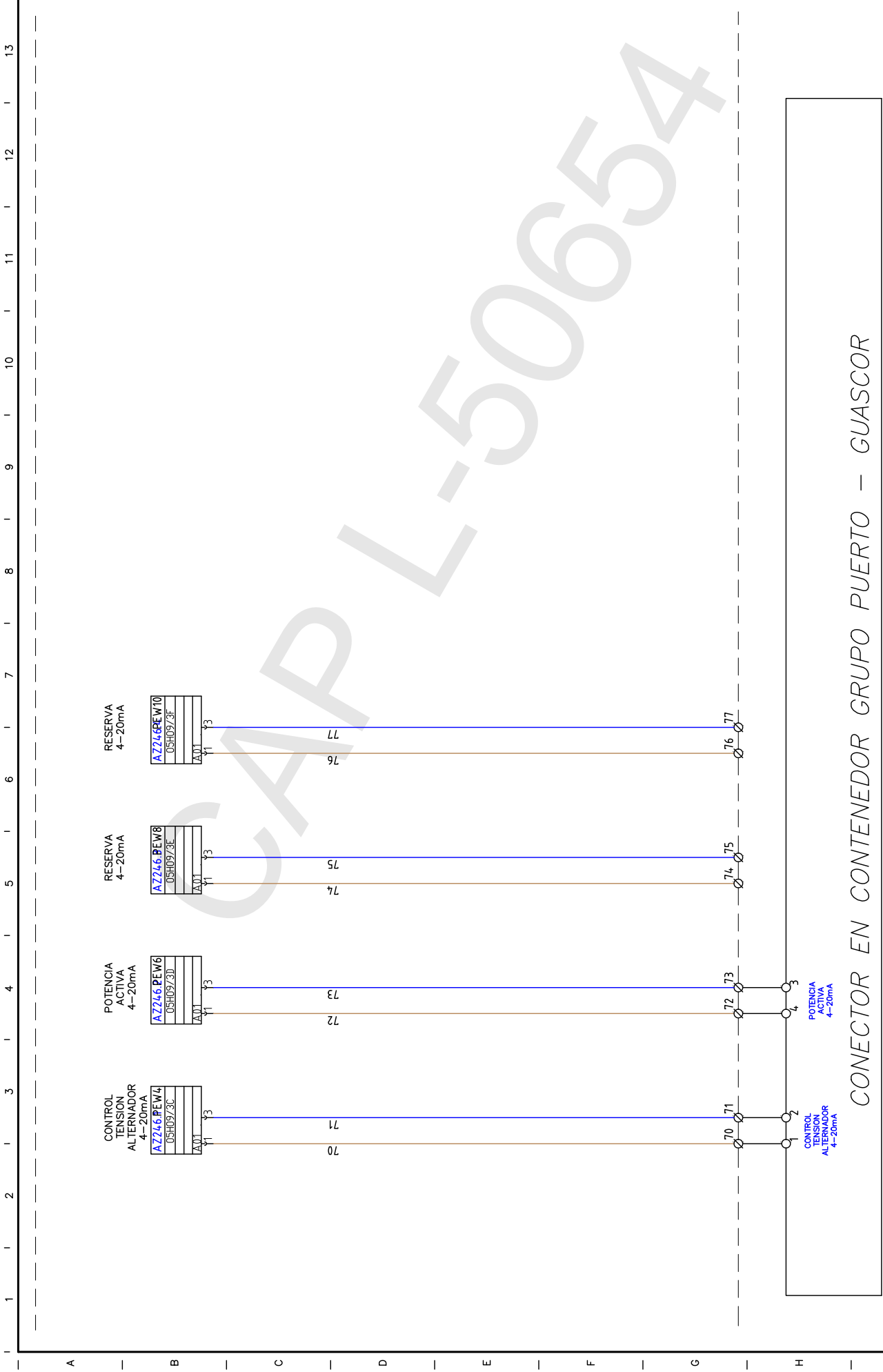
CLASSIFICATION SOCIETY BUREAU VERITAS		DATE 09/08/2017	L'AUDACE	
DRAWN		CESAR	SHEET No.5	
APPROVED		DRAWING No.		220R-04.05
MODIFICATION		No. OF SHEETS		220R-04.05

Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud de Saint-Etienne (Engineer Industrial) i certificat pel mateix mitjà de modificació oficial d'Enginyeria. Data: 09/08/2017 a l'12.2017 amb el núm. OWNER: 634



<p>THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING</p> <p>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.</p>			
<p>DESIGNATION/DESIGNACION:</p> <p>GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO CONTROL MUELLE SALIDAS DIGITALES</p>		<p>SHEET No. 6</p> <p>DRIVING No. 220R-04.05</p>	
<p>CLASSIFICATION SOCIETY BUREAU VERITAS</p>		<p>DATE 09/08/2017</p> <p>DRAWN CESAR</p> <p>APPROVED</p>	
<p>RESPONSIBLE: Alfred Guillaud</p> <p>DATE: 01.12.2017</p>		<p>OWNER: L'AUUDACE</p> <p>SCALE: 1:1</p>	

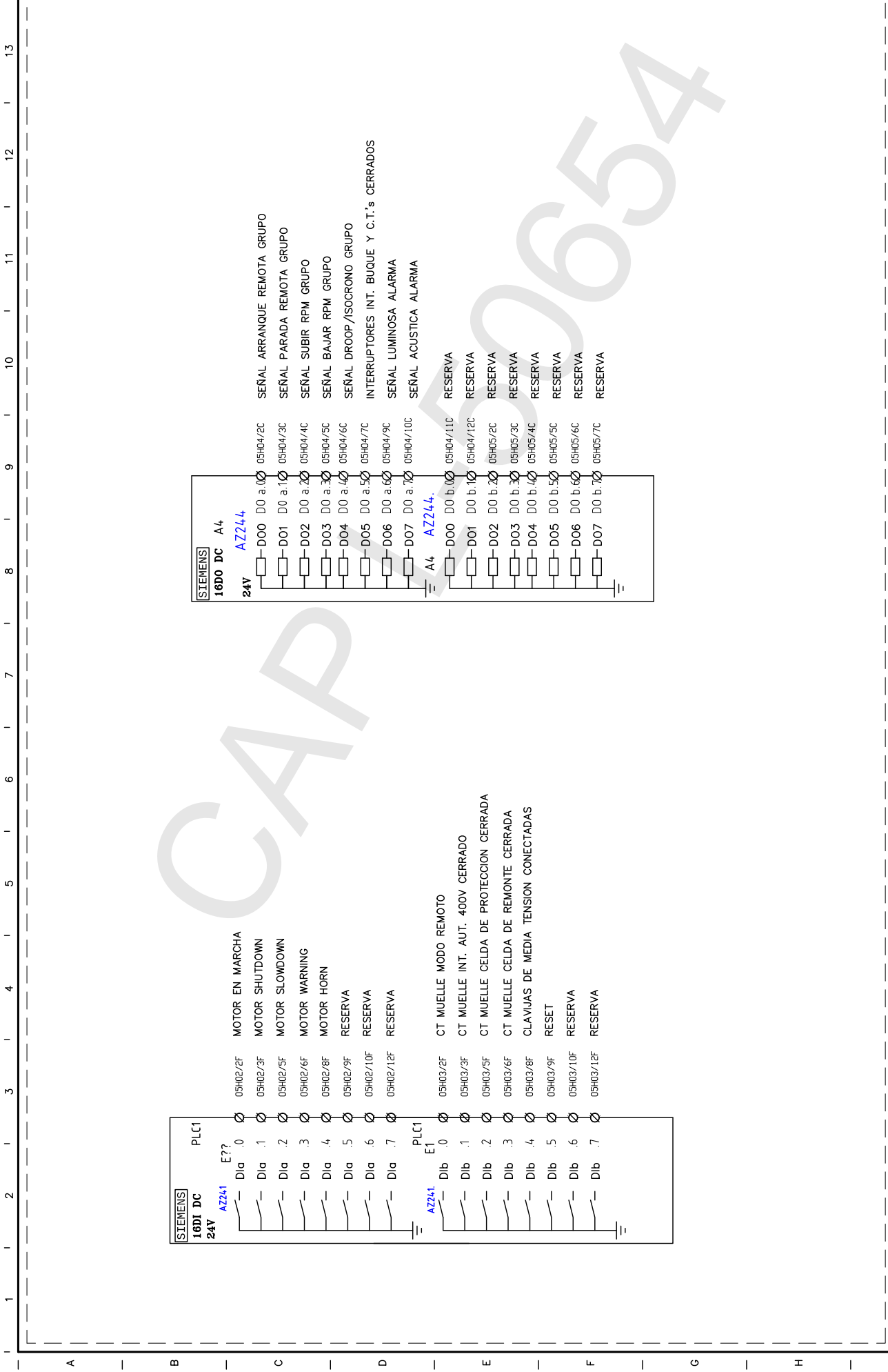
Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud, Enginyer Industrial i certificat pel mateix mitjà de modificació oficial d'Enginyeria. DATE: 01.12.2017 amb el núm. OWNER: L'AUUDACE



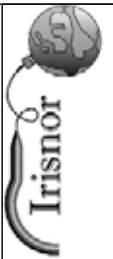
CONECTOR EN CONTENEDOR GRUPO PUERTO – GUASCOR

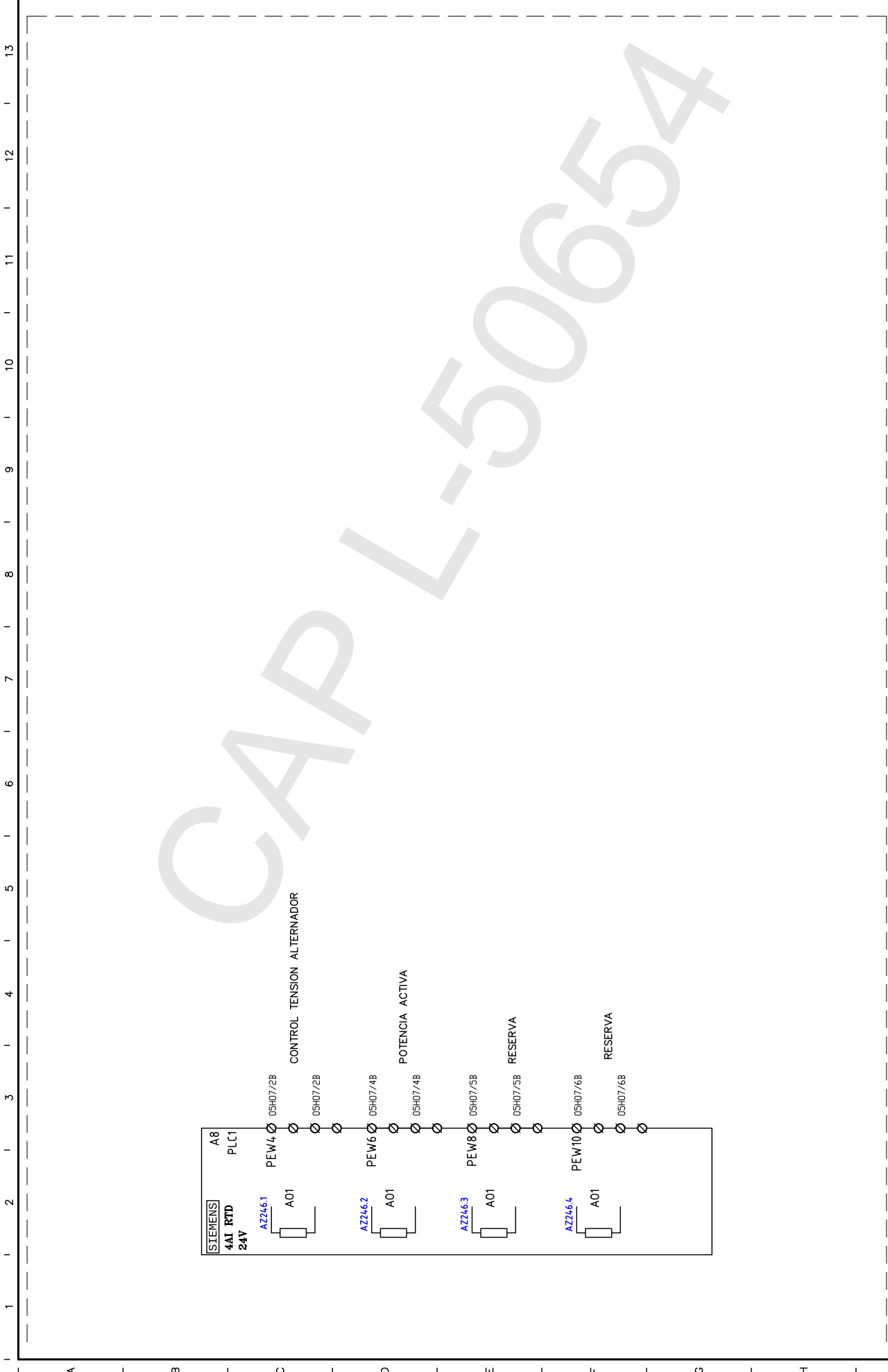
THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING.		ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.	
CLASSIFICATION BUREAU VERTIAS	DATE 09/08/2017	DESIGNATION/DESIGNACION: GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO CONTROL MUELLE CONTROL Y AUTOMATIZACION	
DRAWN CESAR	APPROVED <small>Alfred Guillaud Senior Electrical Engineer Industrial</small> <small>09/08/2017</small>	SHEET No. 7	DRAWING No. 220R-04.05
<small>Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud Senior Electrical Engineer Industrial i certificat pel mateix mitjà electrònic.</small>		No. OF SHEETS 220R-04.05	






THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING. ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.	
CLASSIFICATION BUREAU VERTAS	DATE 09/08/2017
DRAWN CESAR	APPROVED Alfred Guillaud
DESIGNATION/DESIGNACION: GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO CONTROL MUELLE ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES	SHEET No. 8 No. OF SHEETS 220R-04.05





ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.				DESIGNATION/DESIGNACION: GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO CONTROL MUELLE SALIDAS ANALOGICAS		SHEET No.9 No. OF SHEETS 9	DRAWING No. 220R-04.05
THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING		CLASSIFICATION SOCIETY BUREAU VERITAS		DATE 09/08/2017		L'AUDACE	
Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud i Sabatés i Balcells (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà de modificació oficial d'Enginyeria. Data: 09/08/2017 a l'Oficina 32/20 de Tallanya. Escala: 01.-12.-2017 amb el núm. OWNER 634		DRAWN CESAR		APPROVED Alfred Guillaud i Sabatés i Balcells (Enginyer Industrial)		OWNER	

SIMBOLO	PLANO	COL.	DESCRIPCION	FABRICANTE	REFERENCIA	OBSERVACIONES
-05S01	05H03	9	CUERPO PULSADOR 1NA	SCHNEIDER	ZB4-BZ101	
-05S01	05H03	9	CABEZA PULSADOR RASANTE AMARILLO	SCHNEIDER	ZB4-BA5	
-37e01	05H01	1	BASE PORTAFUSIBLES BIPOLAR 10X38 32A 690V CMS 10	FERRAZ SHAMUT	W305022F	
-37e01	05H01	1	FUSIBLE gG 10x38 500V 2A S/PERC. S/IND.	FERRAZ SHAMUT	D213098J	
-37e01	05H01	1	FUSIBLE gG 10x38 500V 2A S/PERC. S/IND.	FERRAZ SHAMUT	D213098J	
-37e02	05H01	11	BASE PORTAFUSIBLES UNIPOLAR 10X38 32A 690V CMS 10	FERRAZ SHAMUT	T305020K	
-37e02	05H01	11	FUSIBLE gG 10x38 500V 2A S/PERC. S/IND.	FERRAZ SHAMUT	D213098J	
-37e03	05H01	12	BASE PORTAFUSIBLES UNIPOLAR 10X38 32A 690V CMS 10	FERRAZ SHAMUT	T305020K	
-37e03	05H01	12	FUSIBLE gG 10x38 500V 2A S/PERC. S/IND.	FERRAZ SHAMUT	D213098J	
-A240	05H01	9	CPU 1512SP-1 PN, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7155-6AA00-0BNO	
-A241	05H01	9	ZOCALO BU15-P16+A0+2D, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7193-6BP00-0BA0	
-A244	05H01	10	ZOCALO BU15-P16+A0+2D, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7193-6BP00-0DA0	
-A246	05H01	10	ZOCALO BU15-P16+A0+2D, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7193-6BP00-0BA0	
A8	05H09	1	MODULO 4 ENTRADAS ANALOGICAS, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7134-6JD00-0CA1	
-A241	05H01	9	MODULO 16 ENTRADAS DIGITALES, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7131-6BH00-0BA0	
-A244	05H01	10	MODULO 16 SALIDAS DIGITALES, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7132-6BH00-0BA0	
-A246	05H01	10	MODULO 4 SALIDAS ANALOGICAS, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7135-6HD00-0BA1	
E??	05H08	2	MODULO 16 ENTRADAS DIGITALES, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7131-6BH00-0BA0	
E1	05H08	2	ZOCALO BU15-P16+A0+2D, PARA ET200SP	SIEMENS	6ES7193-6BP00-0DA0	
-KA40	05H04	2	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
-KA40	05H04	2	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
-KA41	05H04	3	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
-KA41	05H04	3	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
-KA42	05H04	4	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
-KA42	05H04	4	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
-KA43	05H04	5	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
-KA43	05H04	5	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
-KA44	05H04	6	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
-KA44	05H04	6	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
-KA45	05H04	7	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	

THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.

CLASSIFICATION SOCIETY: BUREAU VERITAS DATE: 11/08/2017 DRAWN: CESAR APPROVED: DATE: 09/11/2017

L'AUDADE

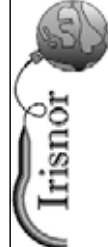
IRISNOR

DESIGNATION/DESIGNACION: HARBOUR CONTROL SWITCHBOARD CUADRO CONTROL MUELLE LISTADO DE MATERIAL

SHEET No. 1 No. OF SHEETS 2 DRAWING No. 220R-04.04M

SIMBOLO	PLANO	COL.	DESCRIPCION	FABRICANTE	REFERENCIA	OBSERVACIONES
A	05H04	7	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
	05H04	9	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
	05H04	9	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
	05H04	10	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
B	05H04	10	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
	05H04	11	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
	05H04	11	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
	05H04	12	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
C	05H04	12	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
	05H05	2	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
	05H05	2	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
	05H05	3	RELE 24V CC 2 CONTACTOS CONMUTADOS+P.P	OMROM	G2R-2SNI 24VCC	
	05H05	3	ZOCALO PARA MONTAJE EN CARRIL DIN PARA RELÉ G2RS	OMROM	P2RF-08-E	
	05H01	6	SIMATIC NET, IWLAN SCALANCE W774-1 RJ45	SIEMENS	6GK5774-1FX00-0AA0	
	05H01	6	SIMATIC NET, IWLAN ANT 793-6N	SIEMENS	6GK5793-6MN00-0AA6	
	05H01	6	SIMATIC NET, IWLAN ANT 793-6N	SIEMENS	6GK5793-6MN00-0AA6	
	05H01	6	SIMATIC NET IWLAN RCOAX N-CON/N-CON HEMBRA/HEMBRA	SIEMENS	6GK5798-2PP00-2AA6	
	05H01	6	SIMATIC NET IWLAN RCOAX N-CON/N-CON HEMBRA/HEMBRA	SIEMENS	6GK5798-2PP00-2AA6	
	05H01	6	SIMATIC NET C. ANTENA N-CON MACHO/MACHO 1m	SIEMENS	6XY1875-5AH10	
	05H01	6	SIMATIC NET C. ANTENA N-CON MACHO/MACHO 1m	SIEMENS	6XY1875-5AH10	
	05H01	6	SIMATIC NET C. ANTENA N-CON/R-SMA MACHO/MACHO 1m	SIEMENS	6XY1875-5CH10	
	05H01	6	SIMATIC NET C. ANTENA N-CON/R-SMA MACHO/MACHO 1m	SIEMENS	6XY1875-5CH10	
	05H01	6	SIMATIC NET, KEY-PLUG W-780	SIEMENS	6GK5907-8PA00	
G	05H01	2	ARMARIO MURAL 250x250x155mm CON PLACA	ELDON	MAS0252515R5	
	05H01	2	RETENEDOR PUERTA	ELDON	ADO201	

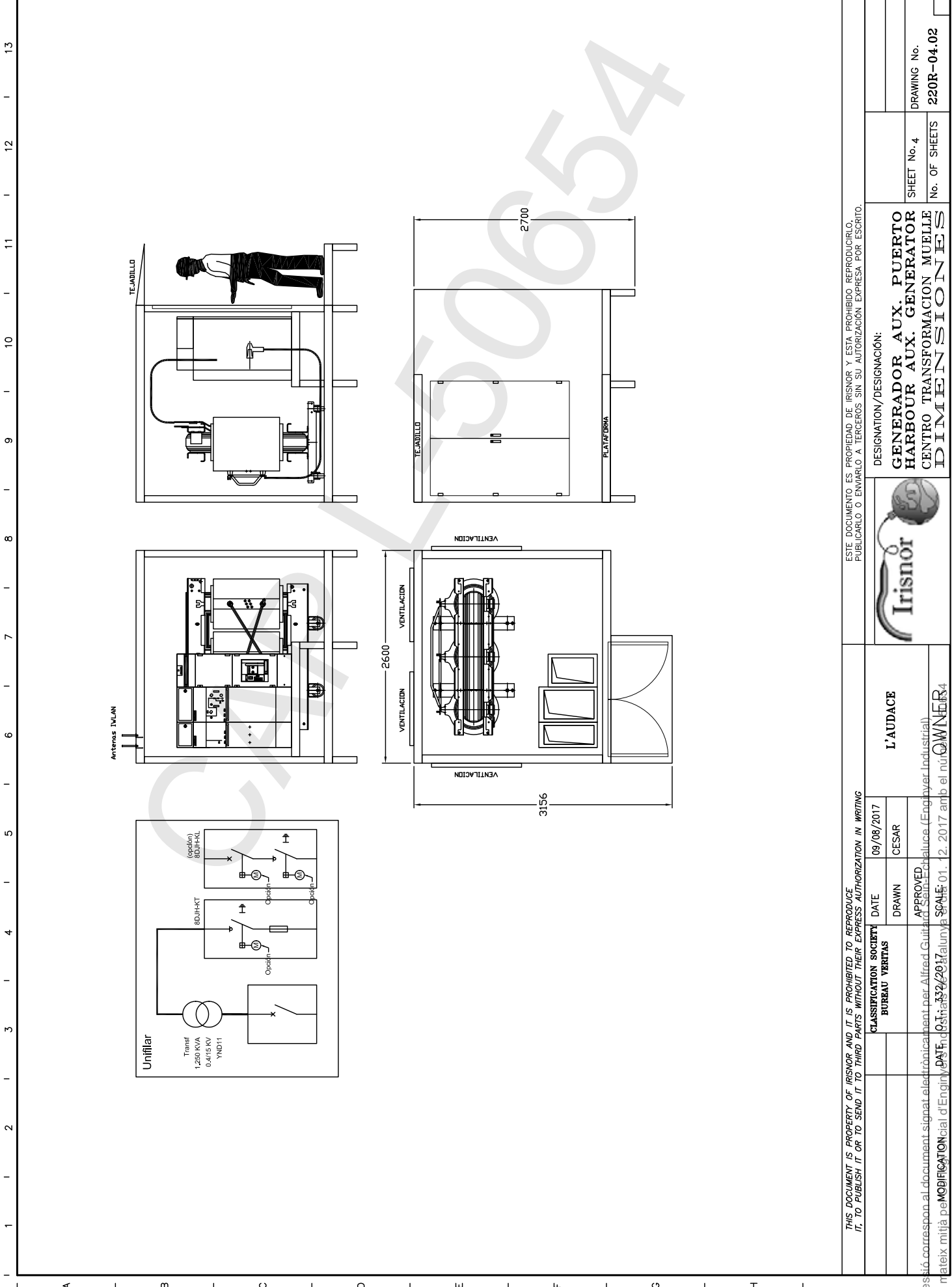
CLASSIFICATION SOCIETY		DATE	11/08/2017
BUREAU VERITAS		DRAWN	CESAR
		APPROVED	
		DATE	01/12/2017
		SCALE	1:1
L'AUDADE			
OWNER			
		DESIGNATION/DESIGNATION:	
		HARBOUR CONTROL SWITCHBOARD	
		SHEET No.2	
		No. OF SHEETS	2
		DRAWING No.	220R-04.04M



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICarlo O ENVIARlo A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.

THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING

20. ANEXO 3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MUELLE



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.

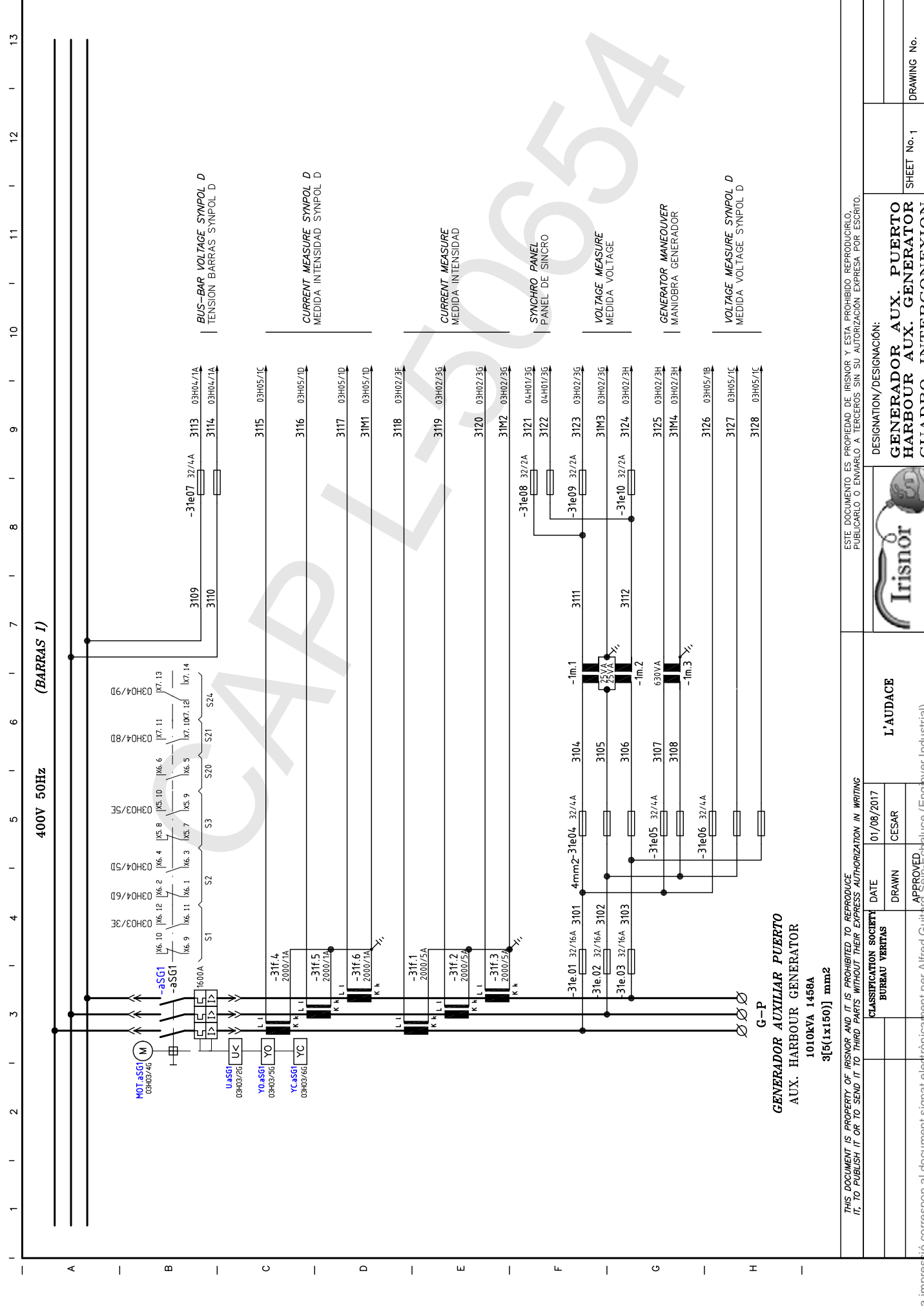


DESIGNATION/DESIGNACION:
GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CENTRO TRANSFORMACION MUELLE DIMENSIONES

THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING

CLASSIFICATION SOCIETY BUREAU VERITAS	DATE 09/08/2017	DRAWN CESAR	L'AUDADE
APPROVED per Alfred Guillaud, Sr. Responsable (Engineer Industrial)		OWNER	
DATE: 01.12.2017 amb el núm. 32/2017		OWNER	

SHEET No. 4
 No. OF SHEETS 220R-04.02



400V 50Hz (BARRAS I)

BUS-BAR VOLTAGE SYMBOL D
TENSION BARRAS SYMBOL D

CURRENT MEASURE SYMBOL D
MEDIDA INTENSIDAD SYMBOL D

CURRENT MEASURE
MEDIDA INTENSIDAD

SYNCHRO PANEL
PANEL DE SINCRO

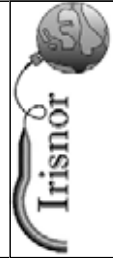
VOLTAGE MEASURE
MEDIDA VOLTAGE

GENERATOR MANEUVER
MANIOBRA GENERADOR

VOLTAGE MEASURE SYMBOL D
MEDIDA VOLTAGE SYMBOL D

GENERADOR AUXILIAR PUERTO
AUX. HARBOUR GENERATOR
1010kVA 1458A
3[5(1x150)] mm²

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACION EXPRESA POR ESCRITO.



L'AUDACE

CLASSIFICATION SOCIETY
BUREAU VERITAS

DATE 01/08/2017

DRAWN CESAR

APPROVED

DATE 01/12/2017

DESIGNATION/DESIGNACION:

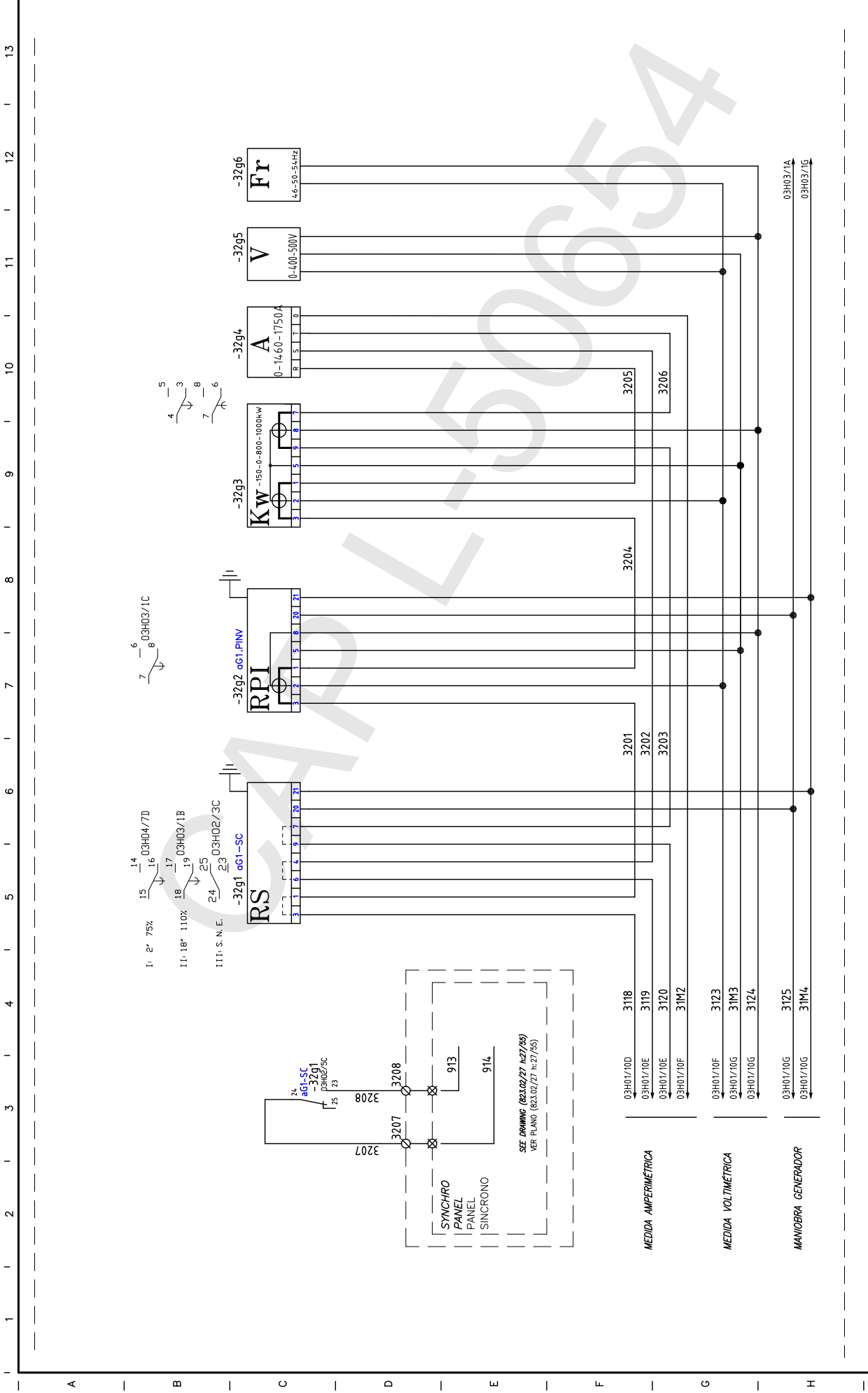
GENERADOR AUX. PUERTO
HARBOUR AUX. GENERATOR
CUADRO INTERCONEXION
ESQUEMA DE FUERZA

SHEET No.1

No. OF SHEETS 9
220R-04.03

THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING

Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud Sabatés i Taluà (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà electrònicament per Alfred Guillaud Sabatés i Taluà (Enginyer Industrial) el 01/12/2017 amb el número 09316532/2017

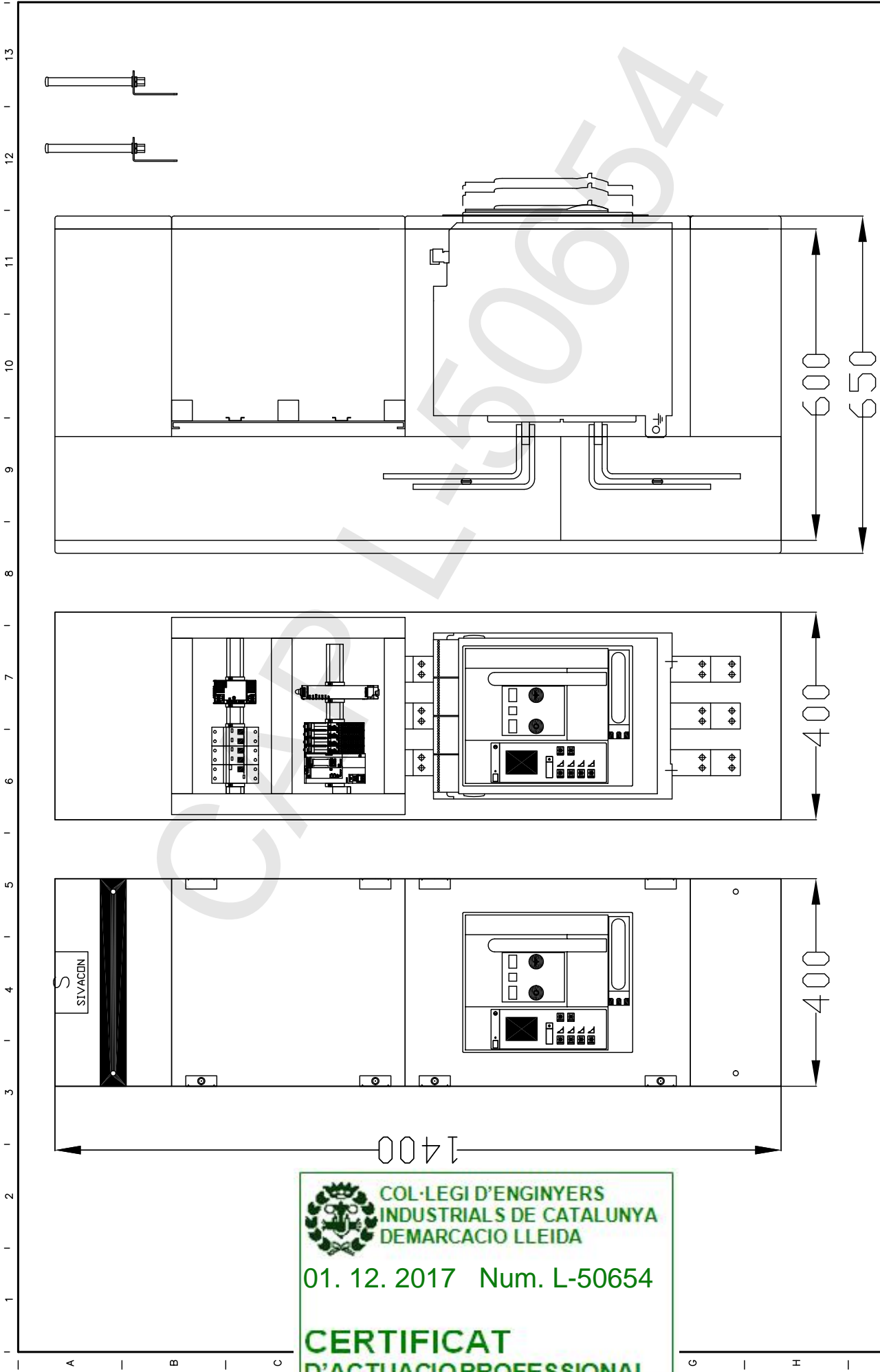


THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING.


CLASSIFICATION BUREAU VERITAS	DATE	01/08/2017
	DRAWN	CESAR
APPROVED	per Alfred Guillaud, Sales & Technical Support (Engineer Industrial)	
	DATE	01/12/2017
L'AUDACE		
DESIGNATION/DESIGNATION: GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO INTERCONEXION CONTROL Y AUTOMATIZACION		
SHEET No.2		DRAWING No.
No. OF SHEETS		220R-04.03



Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud, Sales & Technical Support (Engineer Industrial) i certificat pel mateix mitjà electrònicament. Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud, Sales & Technical Support (Engineer Industrial) i certificat pel mateix mitjà electrònicament.

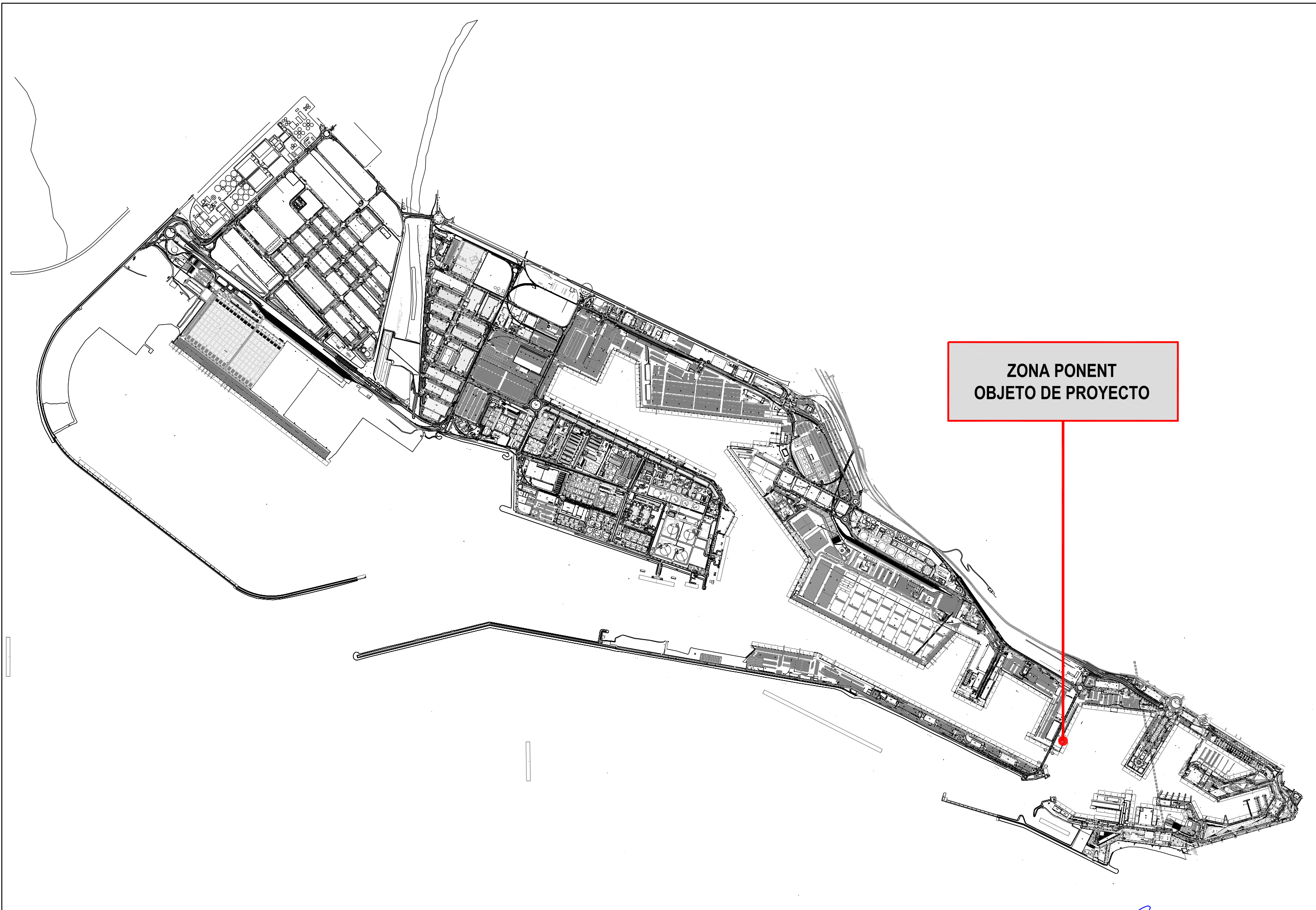



COL·LEGI D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE CATALUNYA DEMARCACIO LLEIDA
 01. 12. 2017 Num. L-50654
CERTIFICAT D'ACTUACIÓ PROFESSIONAL

THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF IRISNOR AND IT IS PROHIBITED TO REPRODUCE IT, TO PUBLISH IT OR TO SEND IT TO THIRD PARTS WITHOUT THEIR EXPRESS AUTHORIZATION IN WRITING.		ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE IRISNOR Y ESTA PROHIBIDO REPRODUCIRLO, PUBLICARLO O ENVIARLO A TERCEROS SIN SU AUTORIZACIÓN EXPRESA POR ESCRITO.	
CLASSIFICATION SOCIETY BUREAU VERITAS	DATE 01/08/2017	DRAWN CESAR	APPROVED Alfred Guillaud-Saint-Balthaze (Engineer Industrial) 01.12.2017 Modificació: 01.12.2017 amb el núm. OWNER
L'AUDACE		DESIGNATION/DESIGNACIÓN: GENERADOR AUX. PUERTO HARBOUR AUX. GENERATOR CUADRO CTRL. C.T. MUELLE MECANIZADO	
		SHEET No. 1	DRAWING No. 220R-04.02
		No. OF SHEETS 5	

Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guillaud-Saint-Balthaze (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà electrònicament el 01.12.2017 amb el núm. OWNER

Annex 2: Location plans



**ZONA PONENT
OBJETO DE PROYECTO**

Proyecto:
CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO
ANÁLISIS DE RIESGO

Titular:
AUTORIDAD DEL PUERTO DE BARCELONA (APB)

Escala:
S/E

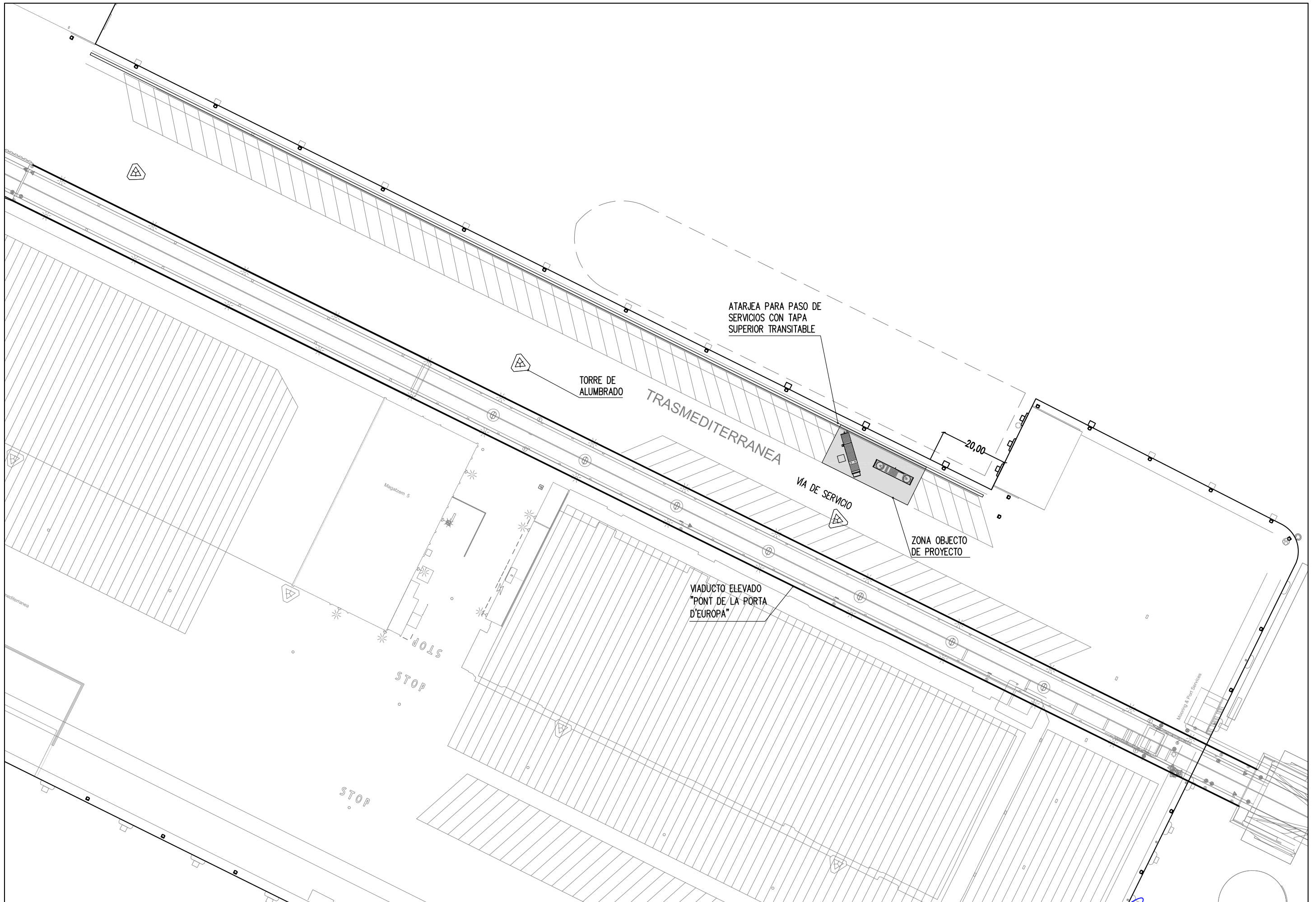
Plano:
SITUACIÓN ZONA PONENT


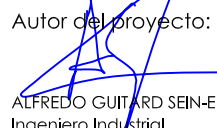

Fecha: Sept. 2017 | N. plano: 01

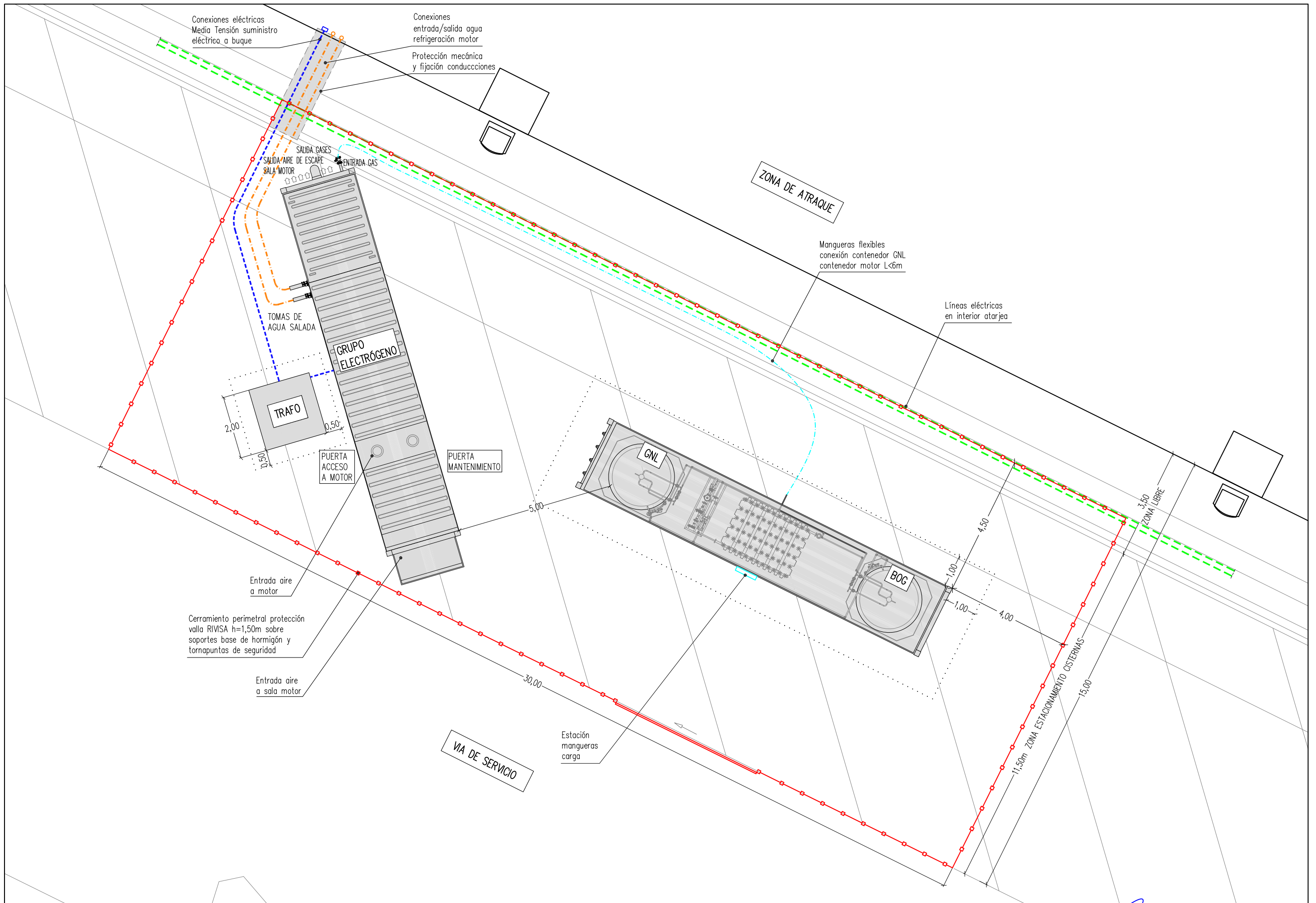


Miembro de
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial

einesa
ingeniería s.l.
C/Academia, 2 - 25002 Lleida
Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com



Proyecto: CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO ANÁLISIS DE RIESGO	Titular: AUTORIDAD DEL PUERTO DE BARCELONA (APB)	Escala: 1/1000	Plano: PLANTA GENERAL Fecha: Sept. 2017 N. plano: 02	Miembro de  Asociación de Consultores de Instalaciones	Autor del proyecto:  ALFREDO GUITARD SEIN-E Ingeniero Industrial	 C/Academia, 2 - 25002 Lleida Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com
---	--	--------------------------	---	---	---	--



Proyecto:
 CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO
 ANÁLISIS DE RIESGO

Titular:
 AUTORIDAD DEL PUERTO DE BARCELONA (APB)

Escala:
 1/100

Plano:
 IMPLANTACIÓN EQUIPOS ZONA PONENT

Fecha: Sept. 2017 N. plano: 03



Miembro de
 Autor del proyecto:
 ALFREDO GUITARD SEIN-E
 Ingeniero Industrial

einesa
 ingeniería s.l.
 C/Academia, 2 - 25002 Lleida
 Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE DEPÓSITO (D) A DIVERSOS RIESGOS.
CAPACIDAD TOTAL DEPÓSITO 5m³**

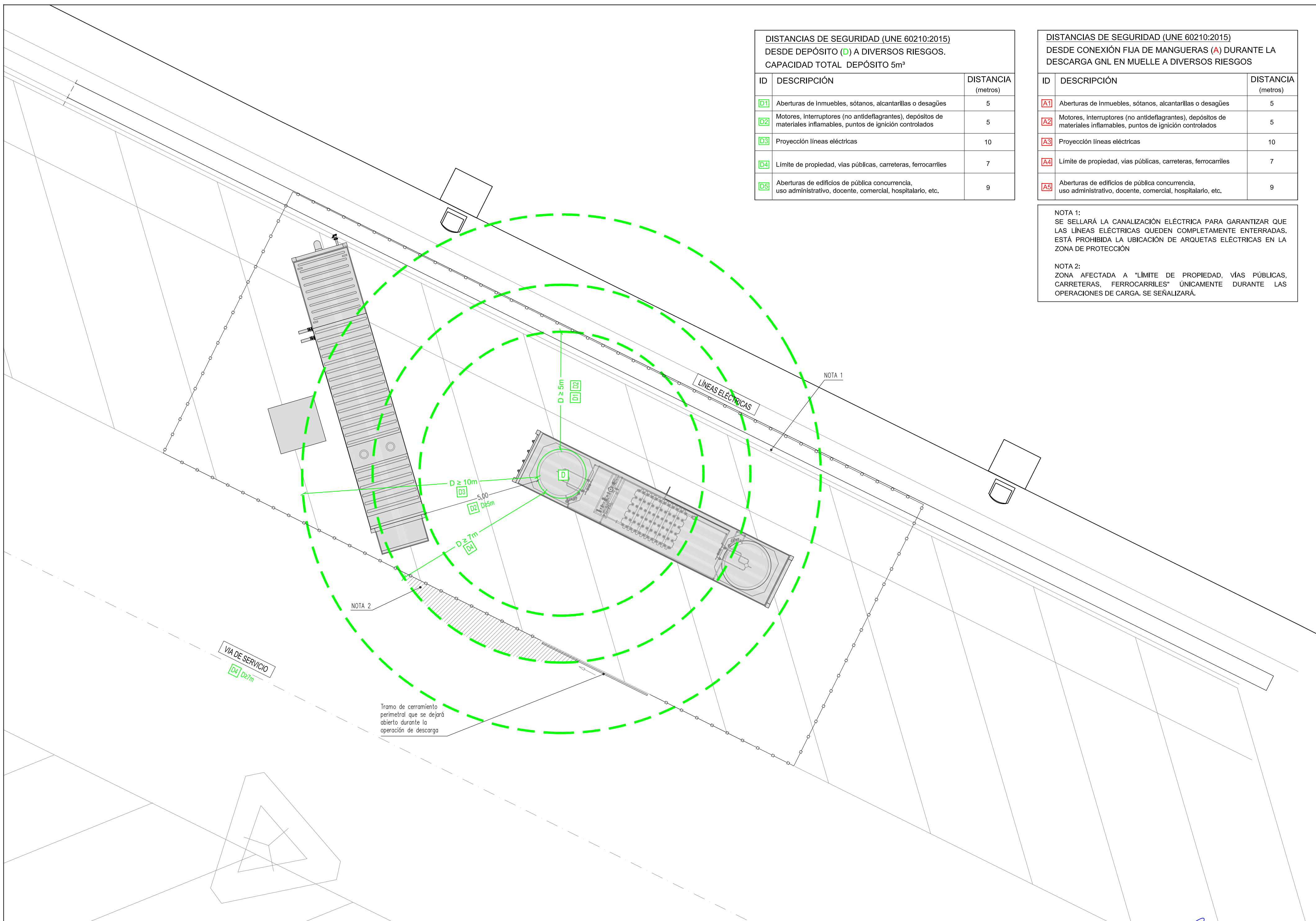
ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
D1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
D2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
D3	Proyección líneas eléctricas	10
D4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
D5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE CONEXIÓN FIJA DE MANGUERAS (A) DURANTE LA DESCARGA GNL EN MUELLE A DIVERSOS RIESGOS**

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
A1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
A2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
A3	Proyección líneas eléctricas	10
A4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
A5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

NOTA 1:
SE SELLARÁ LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN

NOTA 2:
ZONA AFECTADA A "LÍMITE DE PROPIEDAD, VÍAS PÚBLICAS, CARRETERAS, FERROCARRILES" ÚNICAMENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE CARGA. SE SEÑALIZARÁ.



Proyecto:
CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO
ANÁLISIS DE RIESGO

Titular:
AUTORIDAD DEL PUERTO
DE BARCELONA (APB)

Escala:
1/100

Plano:
DISTANCIAS DE SEGURIDAD - ZONA PONENT

Fecha: Septiembre 2017 N. plano: 04

Miembro de Autor del proyecto:

 C/Academia, 2 - 25002 Lleida
 Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE DEPÓSITO (D) A DIVERSOS RIESGOS.
CAPACIDAD TOTAL DEPÓSITO 5m³

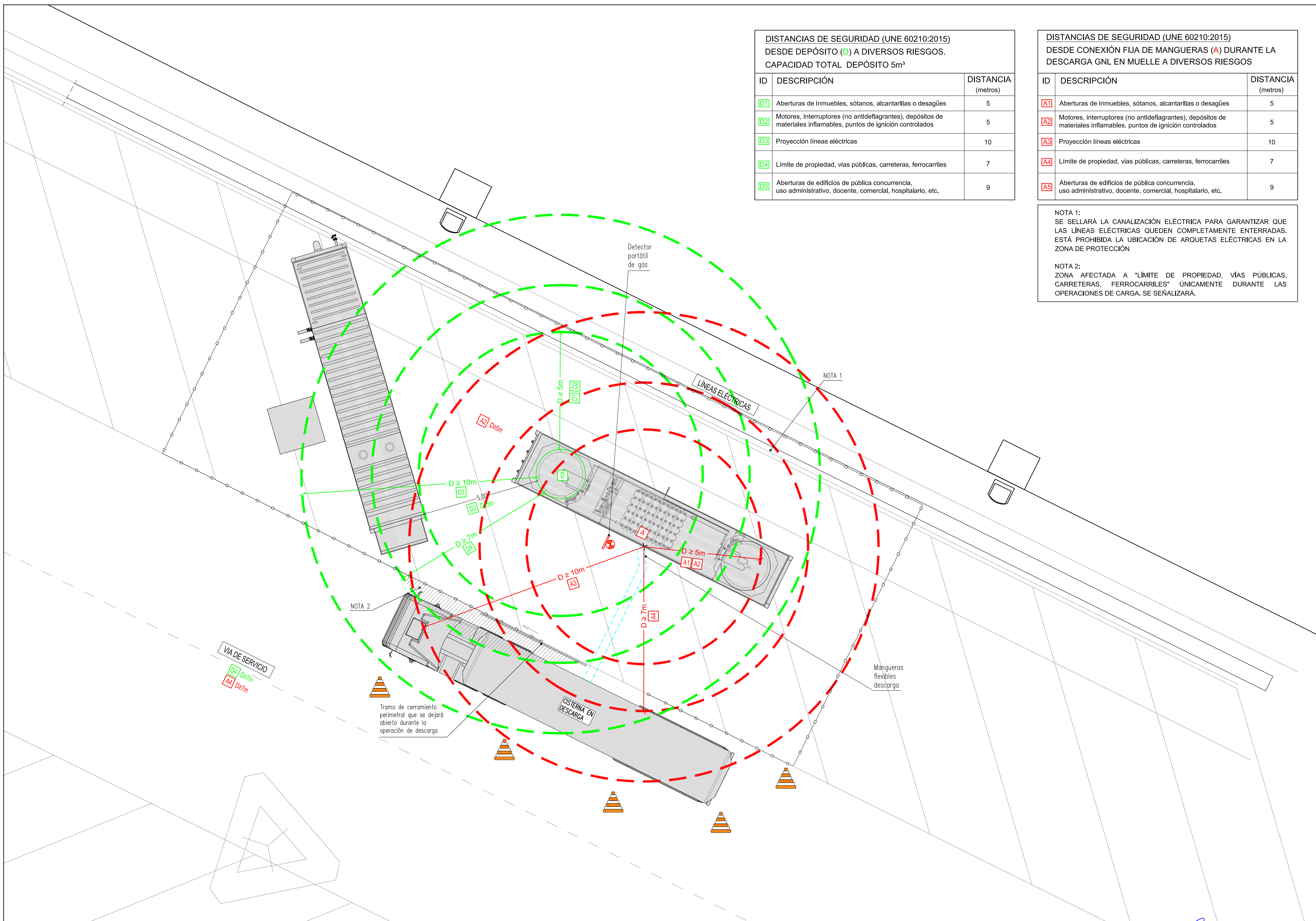
ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
D1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
D2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
D3	Proyección líneas eléctricas	10
D4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
D5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE CONEXIÓN FIJA DE MANGUERAS (A) DURANTE LA DESCARGA GNL EN MUELLE A DIVERSOS RIESGOS

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
A1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
A2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
A3	Proyección líneas eléctricas	10
A4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
A5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

NOTA 1:
SE SELLARÁ LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN

NOTA 2:
ZONA AFECTADA A "LÍMITE DE PROPIEDAD, VÍAS PÚBLICAS, CARRETERAS, FERROCARRILES" ÚNICAMENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE CARGA. SE SEÑALIZARÁ.



Proyecto:
CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO
ANÁLISIS DE RIESGO

Titular:
AUTORIDAD DEL PUERTO
DE BARCELONA (APB)




Escala:
1/100

Plano: DISTANCIAS DE SEGURIDAD CON
CISTERNA EN DESCARGA- ZONA PONENT
Fecha: Septiembre 2017 N. plano: 05

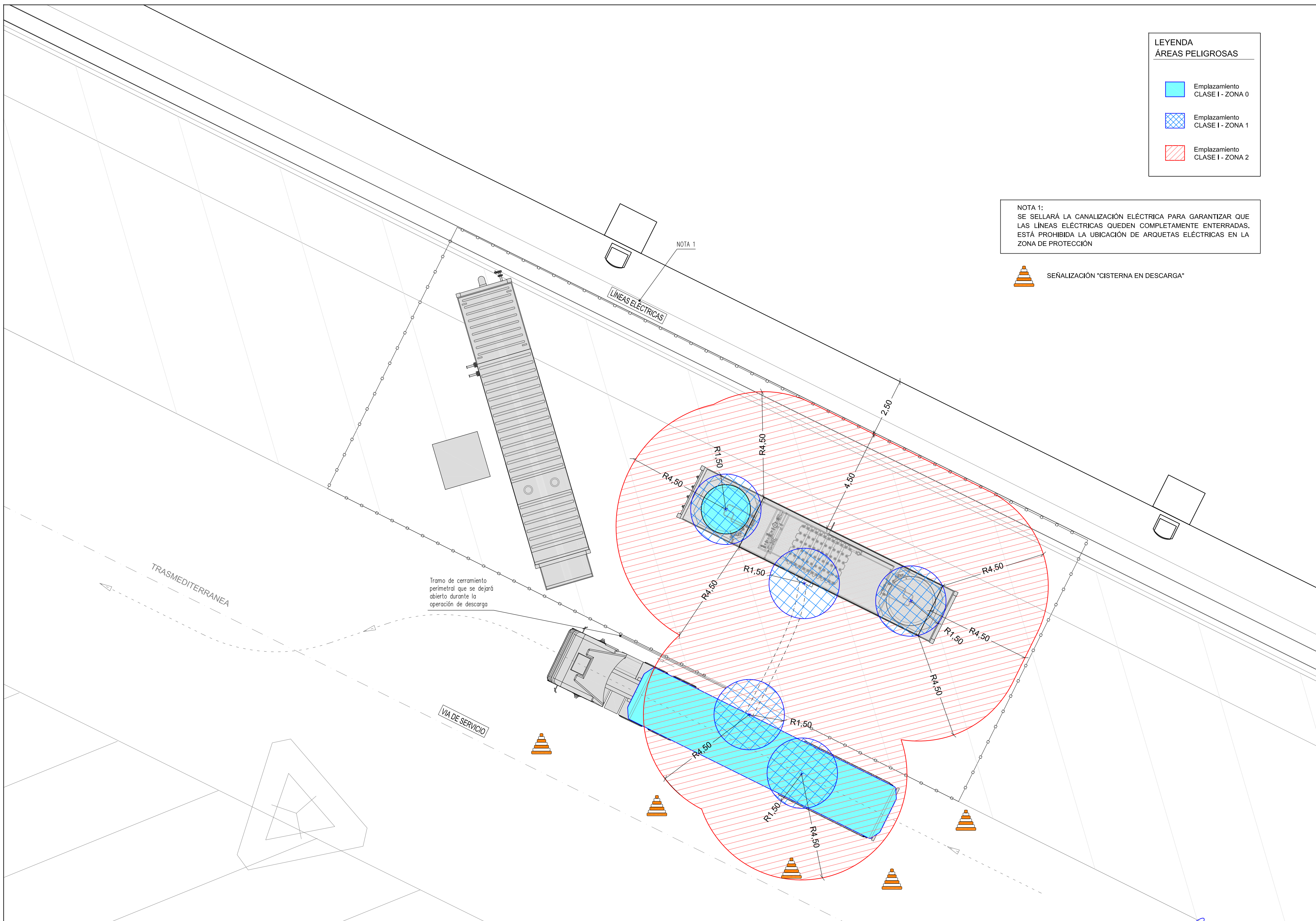
Miembro de Autor del proyecto:

 C/Academia, 2 - 25002 Lleida
 Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

LEYENDA
ÁREAS PELIGROSAS

-  Emplazamiento CLASE I - ZONA 0
-  Emplazamiento CLASE I - ZONA 1
-  Emplazamiento CLASE I - ZONA 2

NOTA 1:
SE SELLARÁ LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN



Proyecto:
CONTENEDOR GNL Y GENERADOR ELÉCTRICO
ANÁLISIS DE RIESGO

Titular:
AUTORIDAD DEL PUERTO
DE BARCELONA (APB)

Escala:
1/200

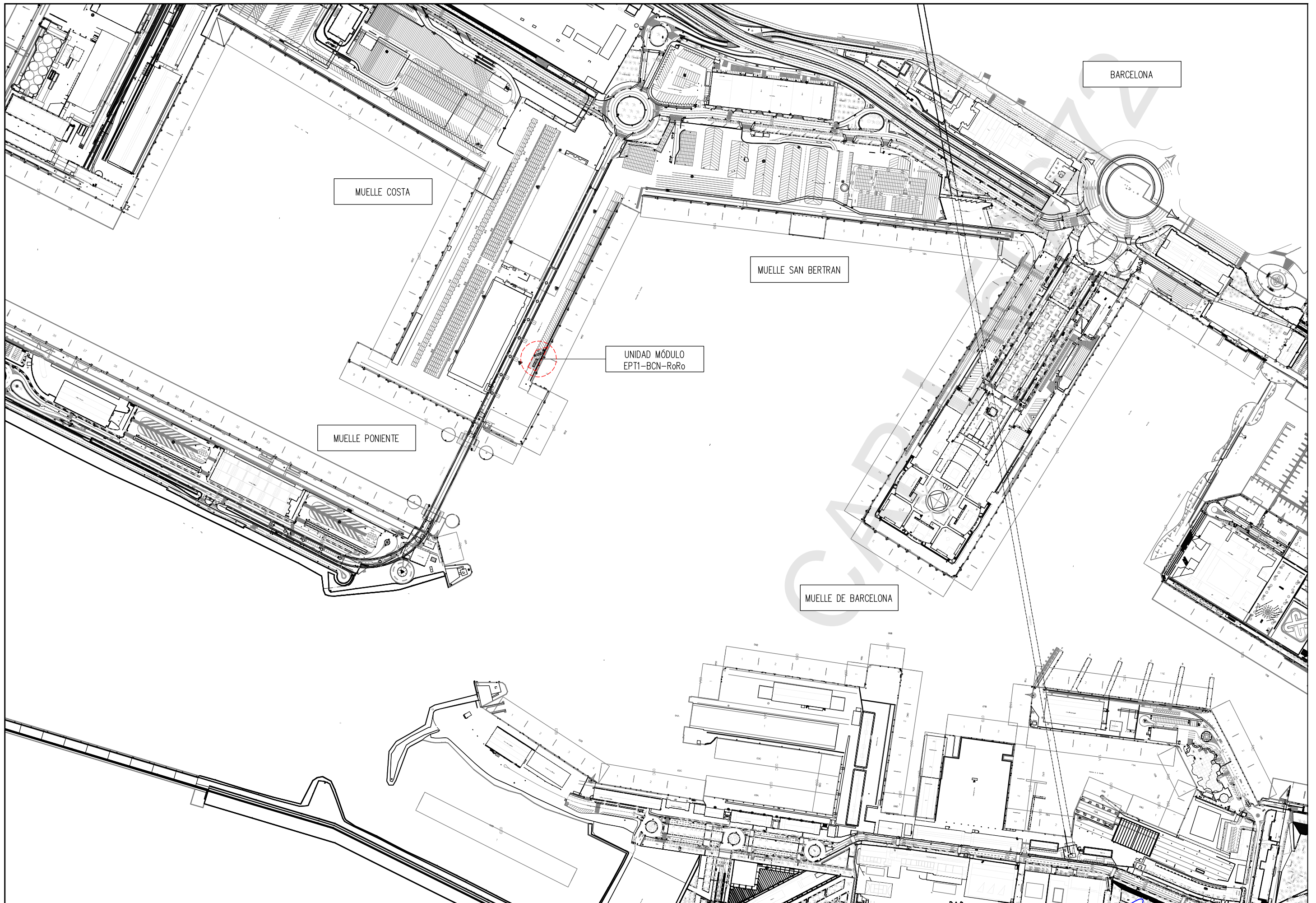
Plano: ÁREAS PELIGROSAS CON
CISTERNA EN DESCARGA- ZONA PONENT
Fecha: Septiembre 2017 N. plano: 06



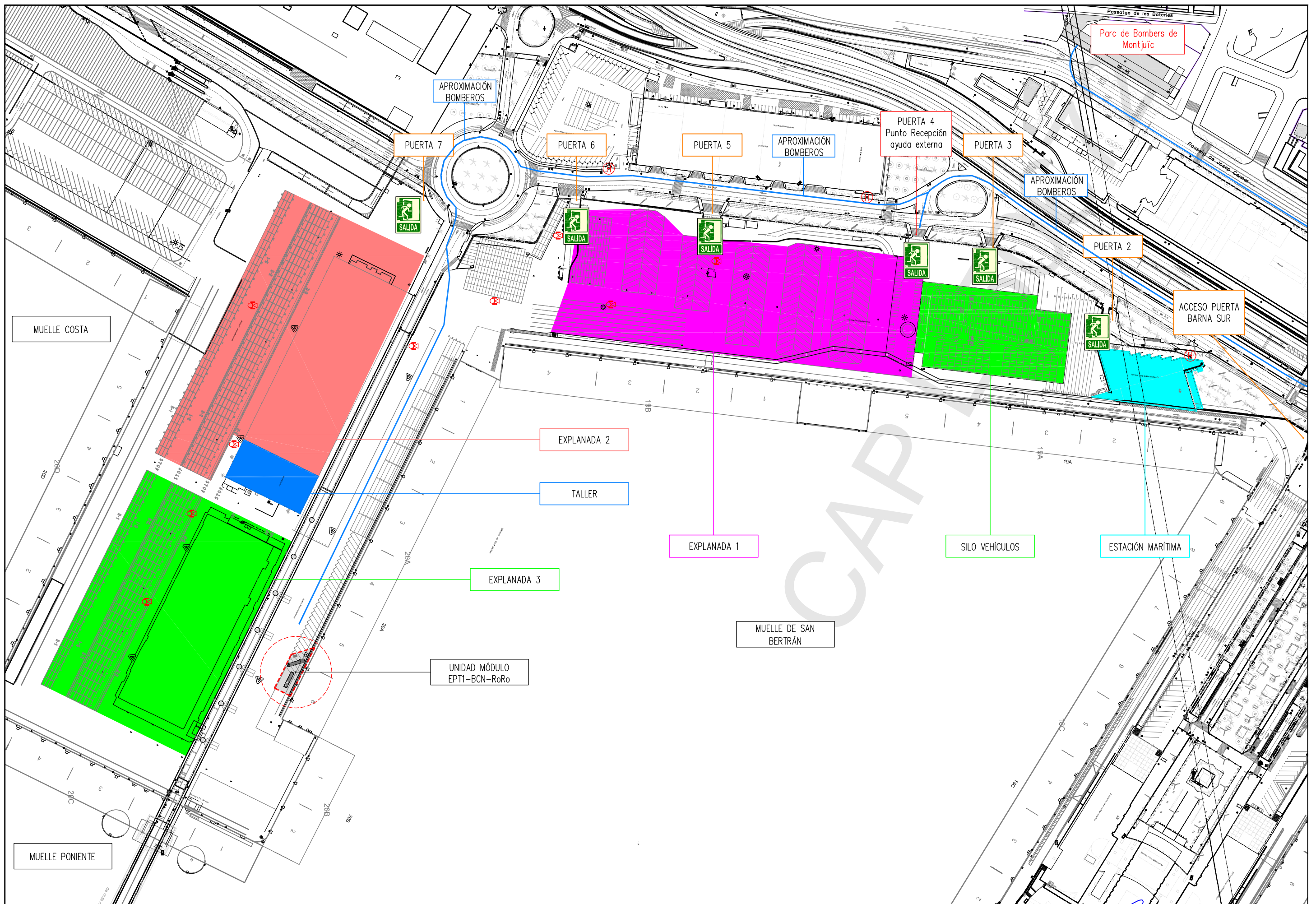
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial



Annex 3: Self-protection plan



PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.	Titular: AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)	Rev.: R0 Subst.: -	Plano: EMPLAZAMIENTO	Miembro de 	Autor del proyecto: 	
	Esc. 1/5000	Fecha: Dic. 2017	N. planol: 16677PA-01		ALFREDO GUILLARD SEIN-E Ingeniero Industrial	C/Academia, 2 - 25002 Lleida Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com



PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Rev.: R0
Subst.: -

Plano: ÁREAS DE LA TERMINAL Y ACCESIBILIDAD AYUDA EXTERIOR. MEDIOS MATERIALES. SEÑALIZACION SALIDA

Miembro de
nci
Asociación de
Consultores de Instalaciones

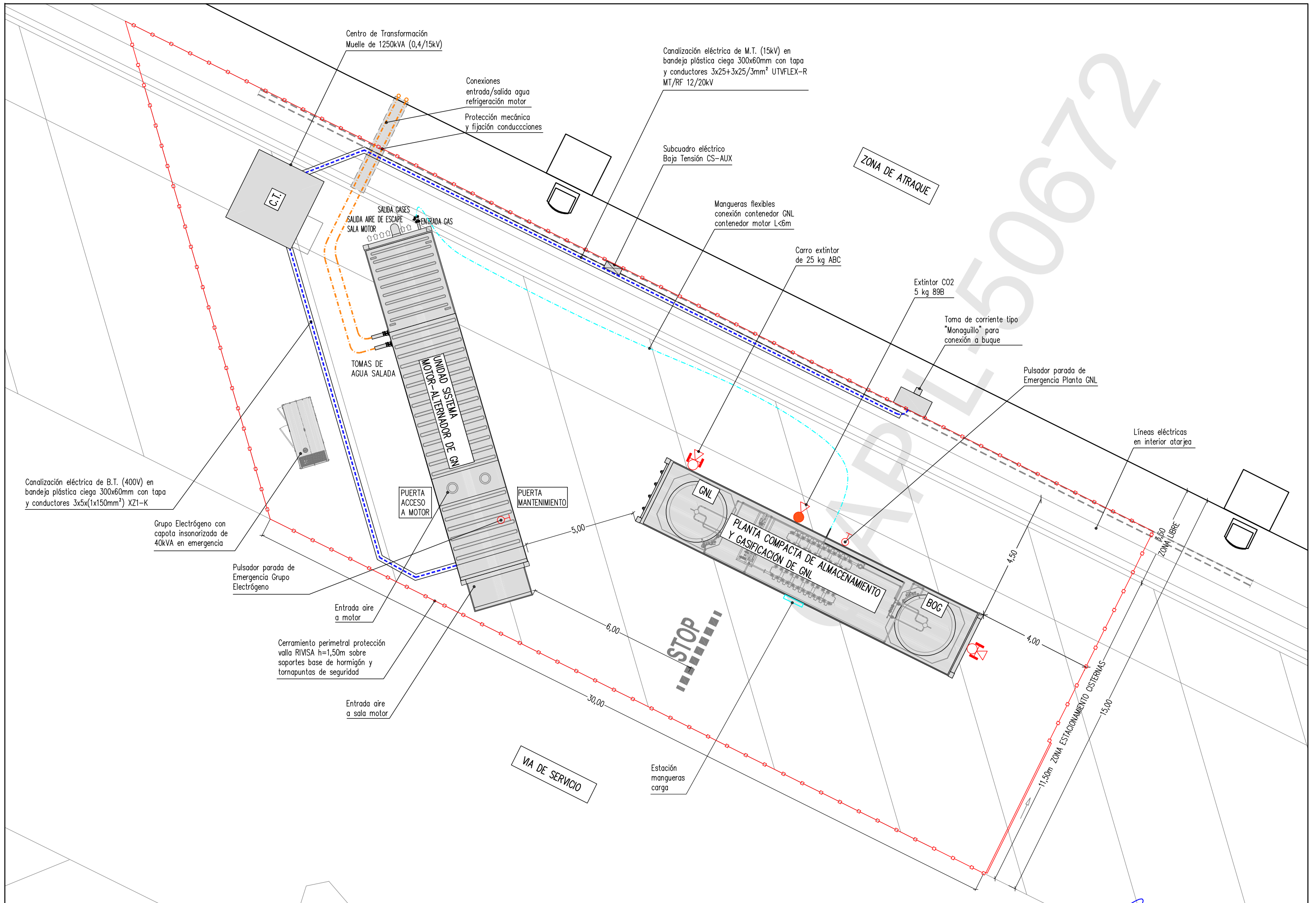
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial

einesa
ingeniería s.l.
C/Academia, 2 - 25002 Lleida
Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

Esc. 1/2500

Fecha: Dic. 2017

N. planol: 16677PA-02



PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.	Titular: AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)	Rev.: R0 Subst.: -	Plano: UNIDAD MÓVIL DISTRIBUCIÓN GENERAL EQUIPOS	Miembro de 	Autor del proyecto: 	
	Esc. 1/100	Fecha: Dic. 2017	N. planol: 16677PA-03		ALFREDO GUITARD SEIN-E Ingeniero Industrial	C/Academia, 2 - 25002 Lleida Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guitard Sein-Echaluze (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà pel Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya el dia 14. 12. 2017 amb el número L-50672

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE DEPÓSITO (D) A DIVERSOS RIESGOS.
CAPACIDAD TOTAL DEPÓSITO 5m³**

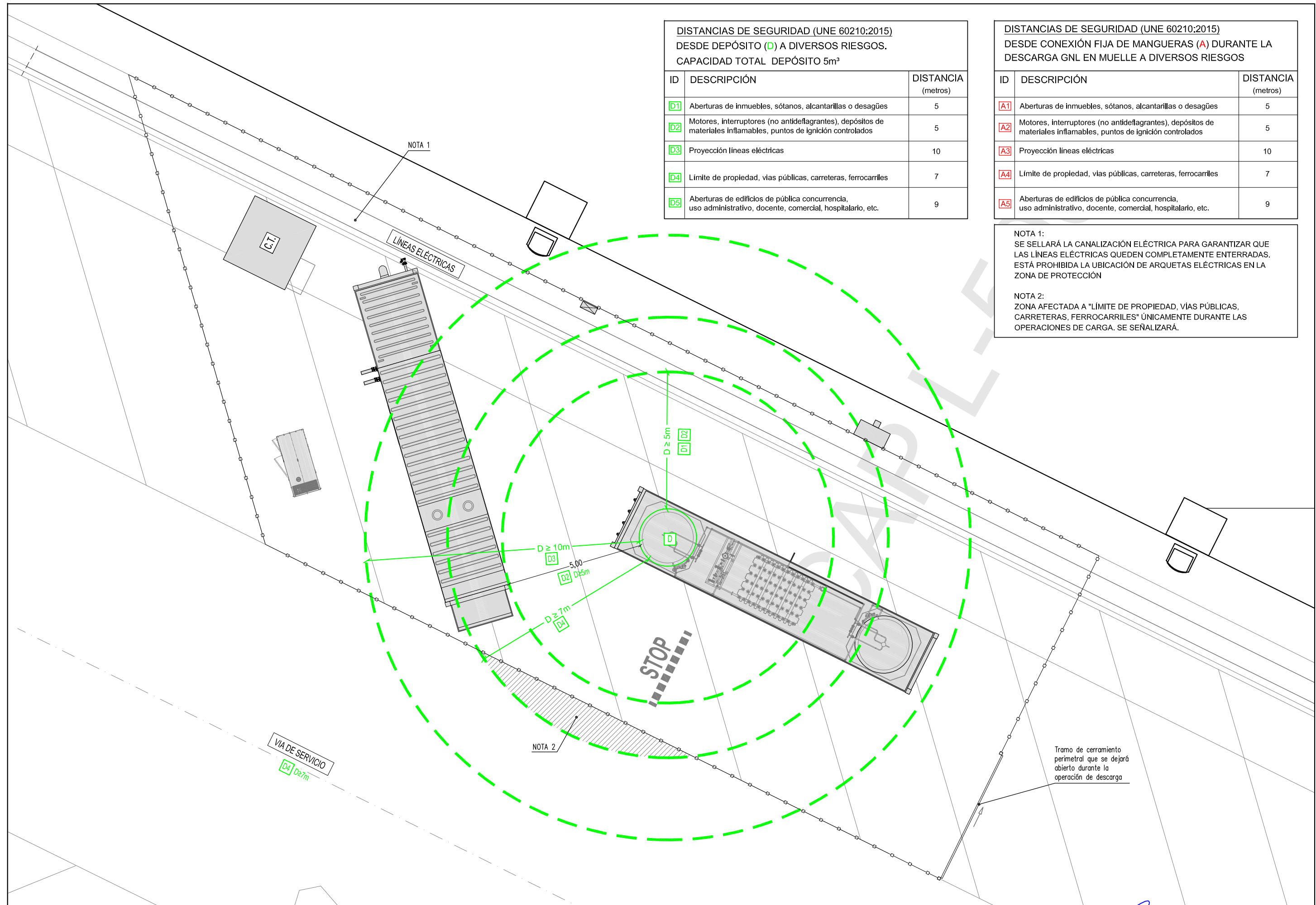
ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
D1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
D2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
D3	Proyección líneas eléctricas	10
D4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
D5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE CONEXIÓN FIJA DE MANGUERAS (A) DURANTE LA DESCARGA GNL EN MUELLE A DIVERSOS RIESGOS**

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
A1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
A2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
A3	Proyección líneas eléctricas	10
A4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
A5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

NOTA 1:
SE SELLARÁ LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN

NOTA 2:
ZONA AFECTADA A "LÍMITE DE PROPIEDAD, VÍAS PÚBLICAS, CARRETERAS, FERROCARRILES" ÚNICAMENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE CARGA. SE SEÑALIZARÁ.



PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Rev.: R0
Subst.: -
Esc. 1/125

Plano: DISTANCIAS DE SEGURIDAD.
MODO DESCARGA GNL CAMIÓN
Fecha: Dic. 2017
N. planol: 16677PA-04

Miembro de

Autor del proyecto:
ALFREDO GUILLARD SEIN-E
Ingeniero Industrial

C/Academia, 2 - 25002 Lleida
Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE DEPÓSITO (D) A DIVERSOS RIESGOS.
CAPACIDAD TOTAL DEPÓSITO 5m³**

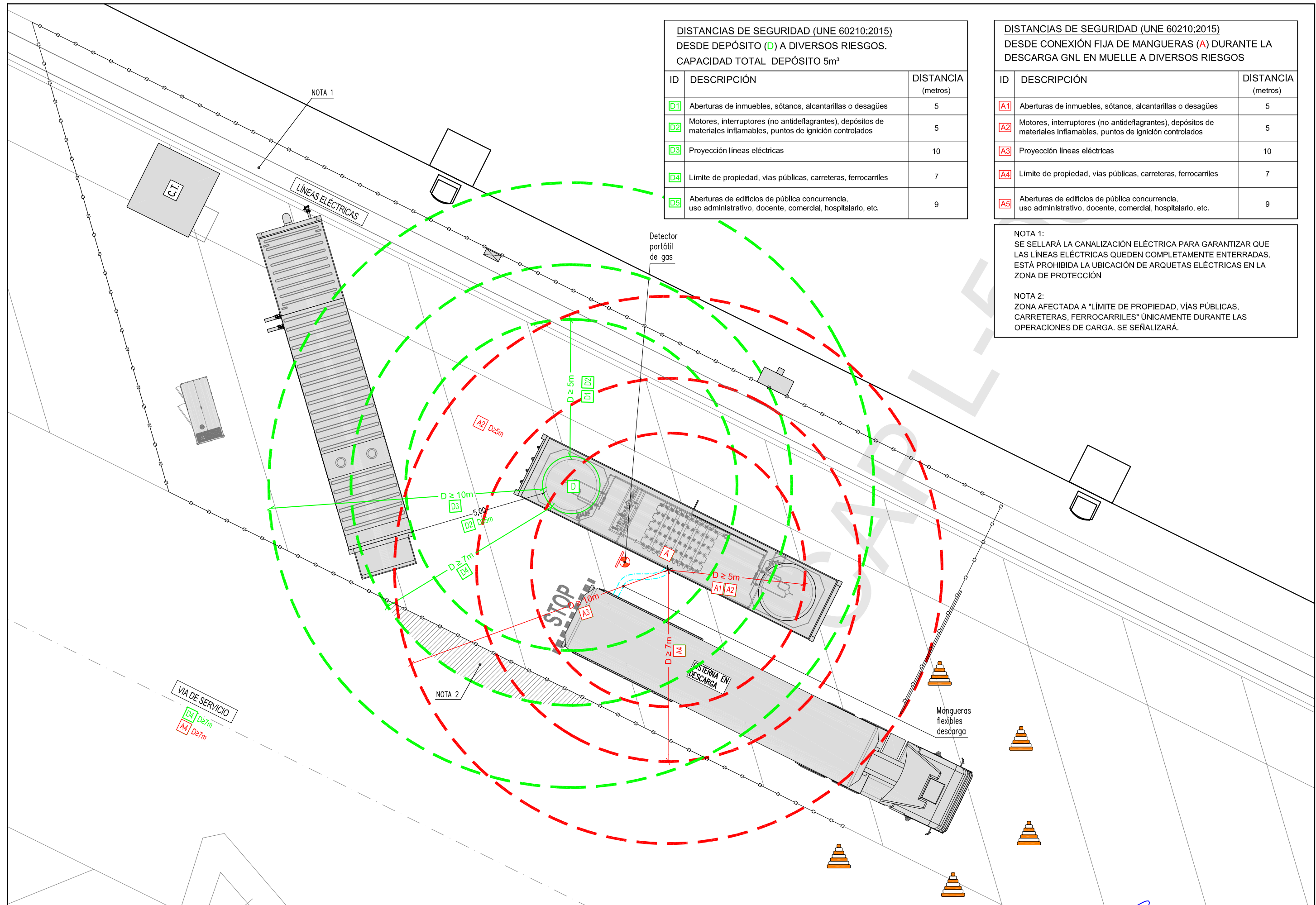
ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
D1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
D2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
D3	Proyección líneas eléctricas	10
D4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
D5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

**DISTANCIAS DE SEGURIDAD (UNE 60210:2015)
DESDE CONEXIÓN FIJA DE MANGUERAS (A) DURANTE LA DESCARGA GNL EN MUELLE A DIVERSOS RIESGOS**

ID	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)
A1	Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5
A2	Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables, puntos de ignición controlados	5
A3	Proyección líneas eléctricas	10
A4	Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7
A5	Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9

NOTA 1:
SE SELLARÁ LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN

NOTA 2:
ZONA AFECTADA A "LÍMITE DE PROPIEDAD, VÍAS PÚBLICAS, CARRETERAS, FERROCARRILES" ÚNICAMENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE CARGA. SE SEÑALIZARÁ.






PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.	Titular: AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)	Rev.: R0 Subst.: -	Plano: DISTANCIAS DE SEGURIDAD. MODO SUMINISTRO GN MOTOR	Miembro de	Autor del proyecto: ALFREDO GUITARD SEIN-E Ingeniero Industrial	
	Esc.: 1/125	Fecha: Dic. 2017	N. planol: 16677PA-05	C/Academia, 2 - 25002 Lleida Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com		

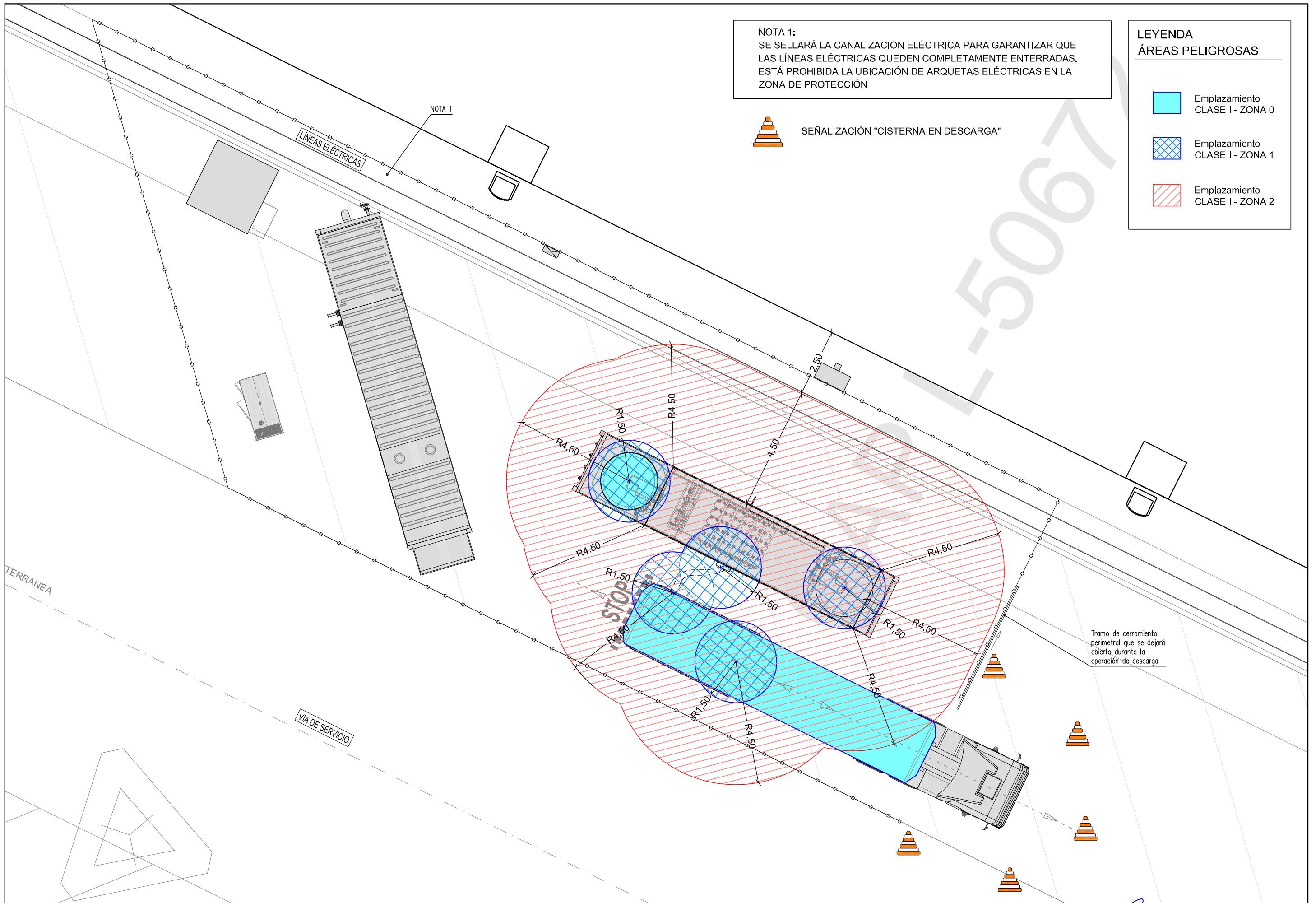
NOTA 1:
SE SELLARÁ LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PARA GARANTIZAR QUE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUEDEN COMPLETAMENTE ENTERRADAS. ESTÁ PROHIBIDA LA UBICACIÓN DE ARQUETAS ELÉCTRICAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN



SEÑALIZACIÓN "CISTERNA EN DESCARGA"

LEYENDA
ÁREAS PELIGROSAS

-  Emplazamiento CLASE I - ZONA 0
-  Emplazamiento CLASE I - ZONA 1
-  Emplazamiento CLASE I - ZONA 2



PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Rev.: R0
Subst.: -

Plano: UNIDAD MÓVIL EPT1-BCN RoRo
CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS



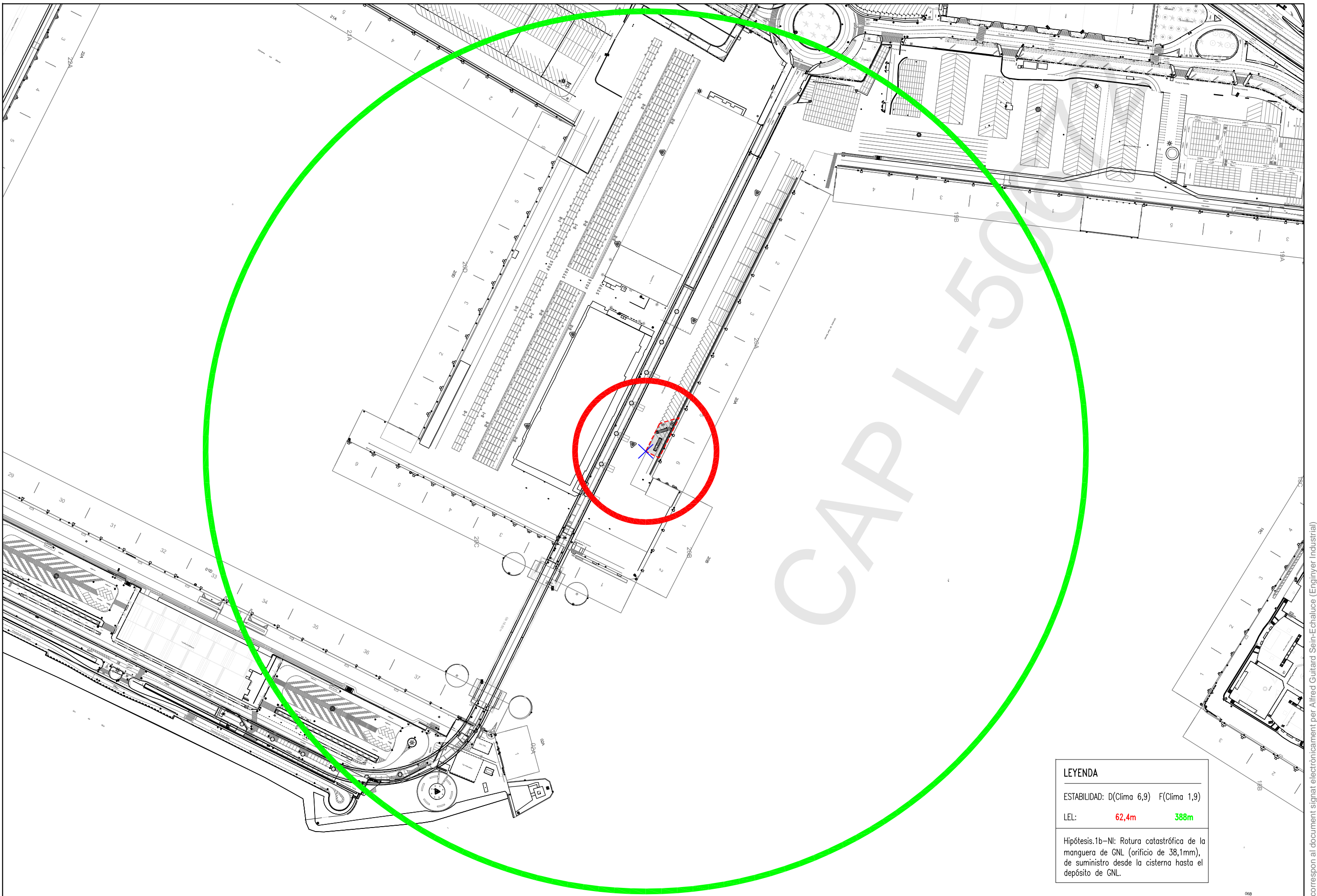
Miembro de
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial

einesa
ingeniería s.l.
C/Academia, 2 - 25002 Lleida
Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

Esc. 1/125

Fecha: Dic. 2017

N. planol: 16677PA-06



LEYENDA	
ESTABILIDAD:	D(Clima 6,9) F(Clima 1,9)
LEL:	62,4m 388m
Hipótesis.1b-NI: Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.	

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

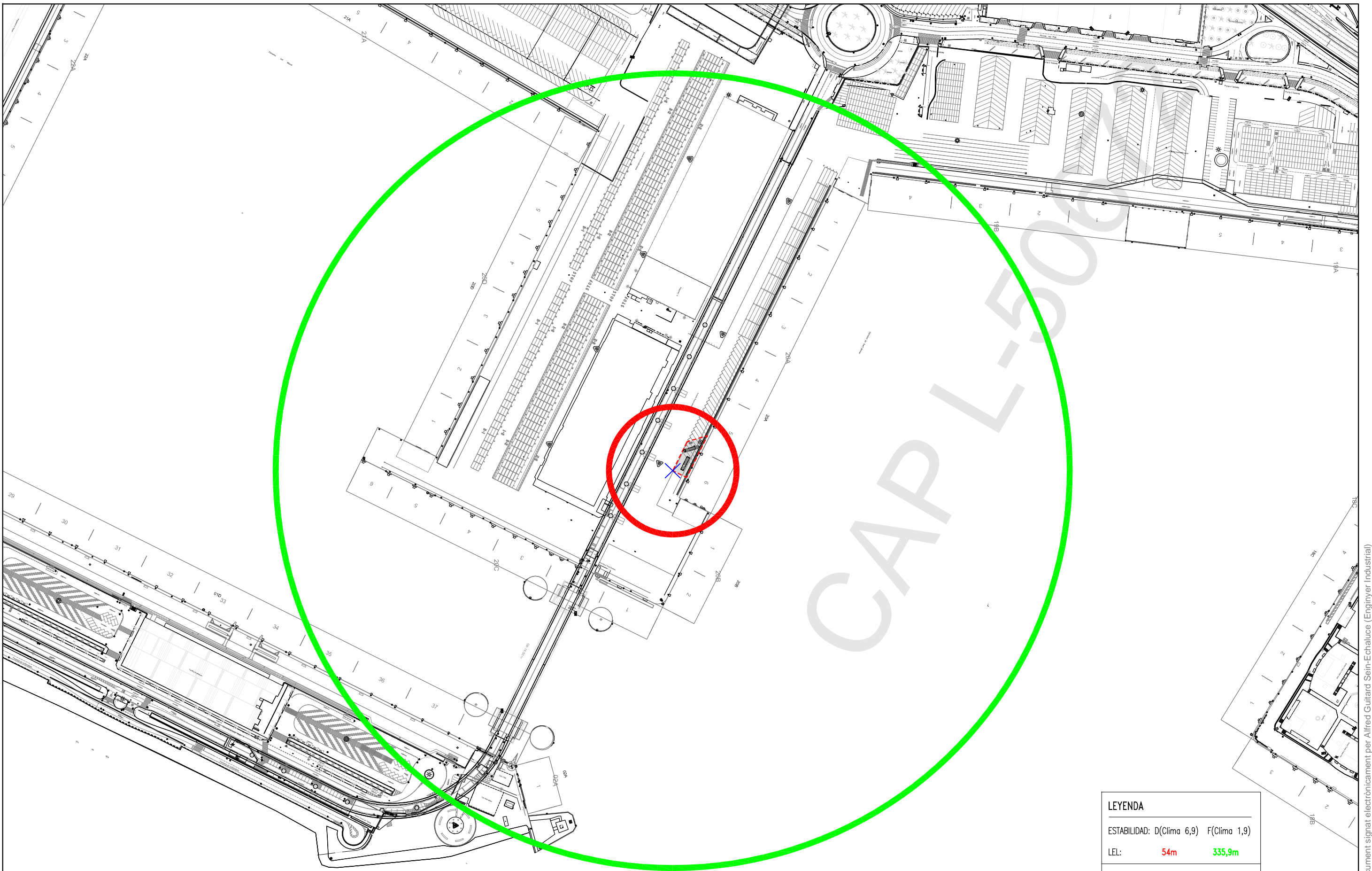
Rev.: R0
Subst.: -
Esc. 1/3000

Plano: ANÁLISIS DE RIESGOS.
RADIOS DE SEGURIDAD. LLAMARADA (H.1b-NI)
Fecha: Dic. 2017 N. planol: 16677PA-07



Miembro de
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial





CAP L-50672

LEYENDA	
ESTABILIDAD:	D(Clima 6,9) F(Clima 1,9)
LEL:	54m 335,9m
Hipótesis.2b-NI: Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1mm)	

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

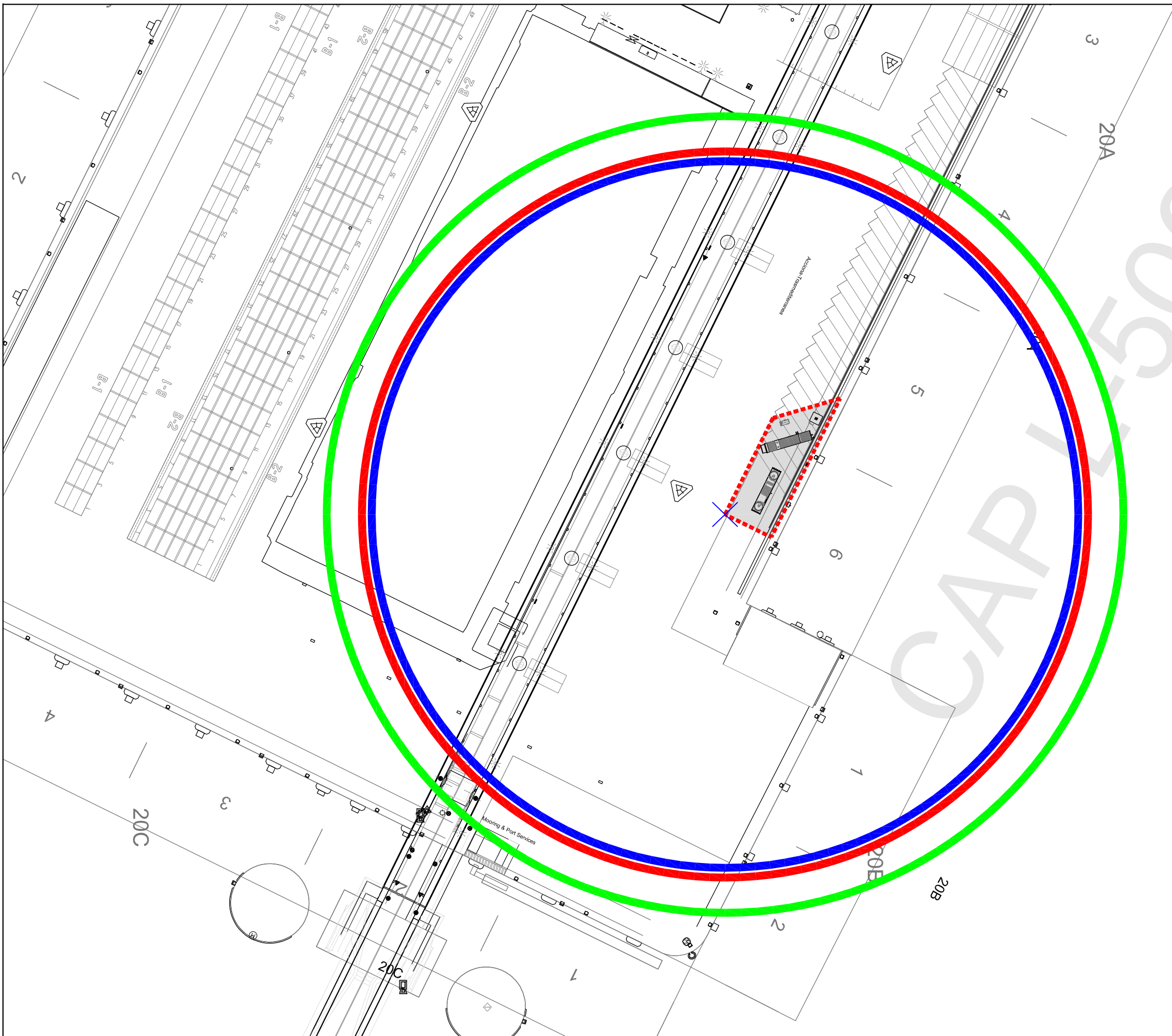
Rev.: R0
Subst.: -
Esc. 1/3000

Plano: ANÁLISIS DE RIESGOS.
RADIOS DE SEGURIDAD. LLAMARADA (H.2b-NI)
Fecha: Dic. 2017
N. planol: 16677PA-08



Miembro de
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial





LEYENDA

ESTABILIDAD: F (Clima 1,9)

Zona Intervención (6,64 kW/m²): **92,7m**
 Zona Alerta (3,71 kW/m²): **101,7m**
 Zona Ef.Dominó (8 kW/m²): **90,2m**

(*) Distancias desde el origen del dardo

Hipótesis.1b-NI: Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1mm), de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

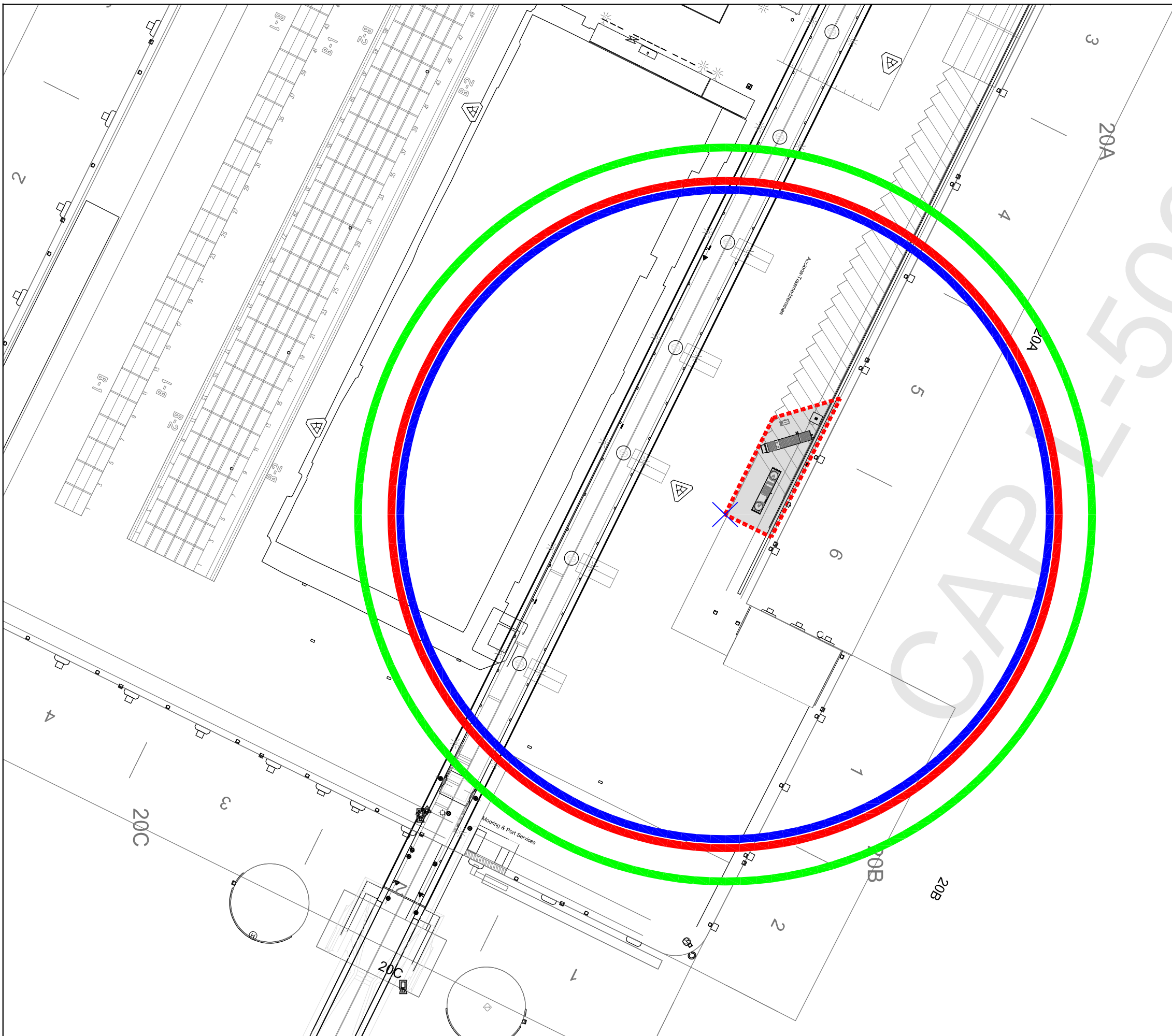
Rev.: R0
Subst.: -
Esc. 1/1000

Plano: ANÁLISIS DE RIESGOS.
RADIOS DE SEGURIDAD. DARDO DE FUEGO (H.1b-RT)
Fecha: Dic. 2017
N. planol: 16677PA-09



Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial





LEYENDA

ESTABILIDAD: F

Zona Intervención (6,64 kW/m²): **85,2m**

Zona Alerta (3,71 kW/m²): **93,5m**

Zona Ef.Dominó (8 kW/m²): **82,9m**

(*) Distancias desde el origen del dardo

Hipótesis.2b-NI: Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1mm)

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

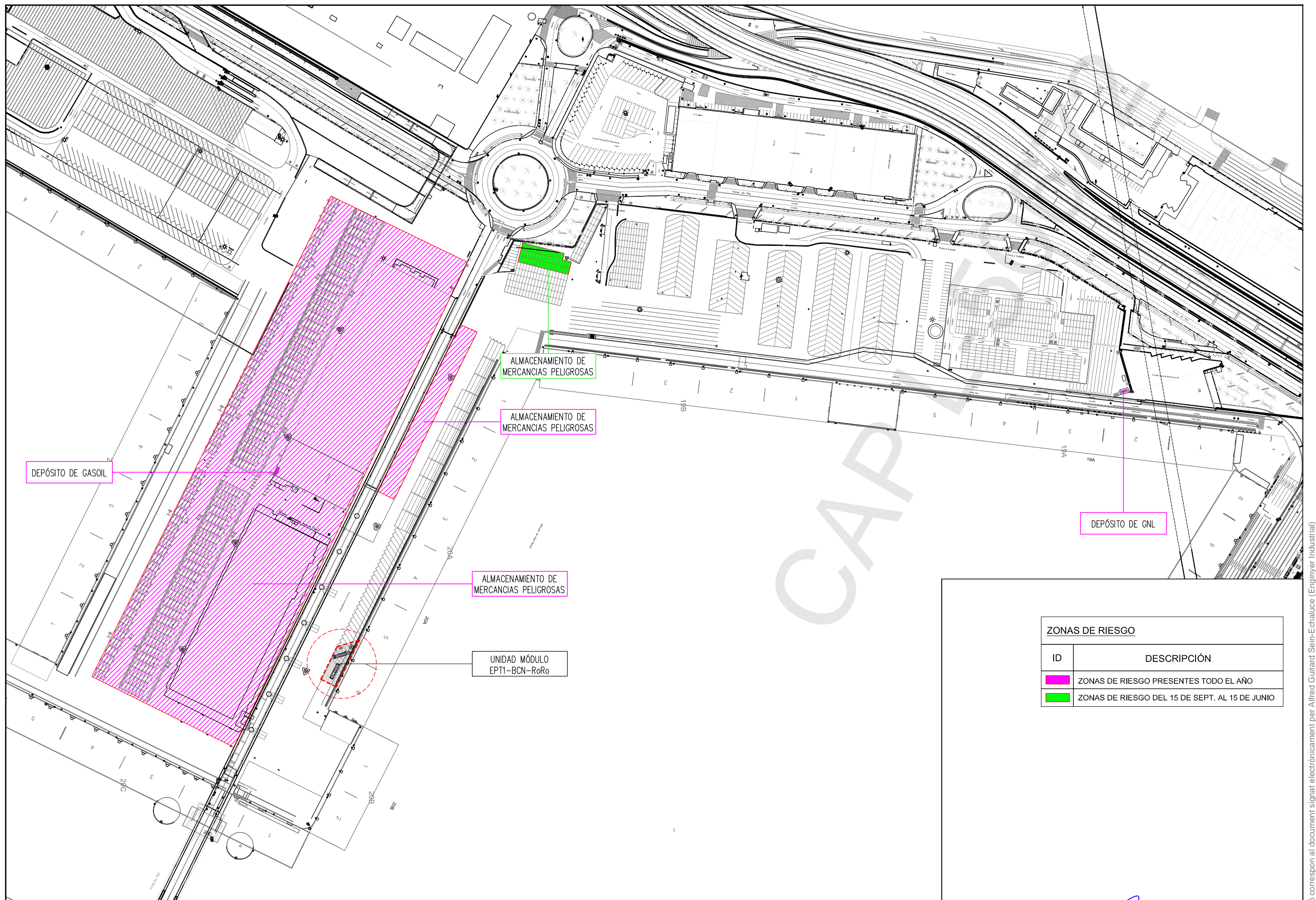
Rev.: R0
Subst.: -
Esc. 1/1000

Plano: ANÁLISIS DE RIESGOS.
RADIOS DE SEGURIDAD. DARDO DE FUEGO (H.2b-RT)
Fecha: Dic. 2017
N. planol: 16677PA-10



Miembro de
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial





ZONAS DE RIESGO	
ID	DESCRIPCIÓN
	ZONAS DE RIESGO PRESENTES TODO EL AÑO
	ZONAS DE RIESGO DEL 15 DE SEPT. AL 15 DE JUNIO

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

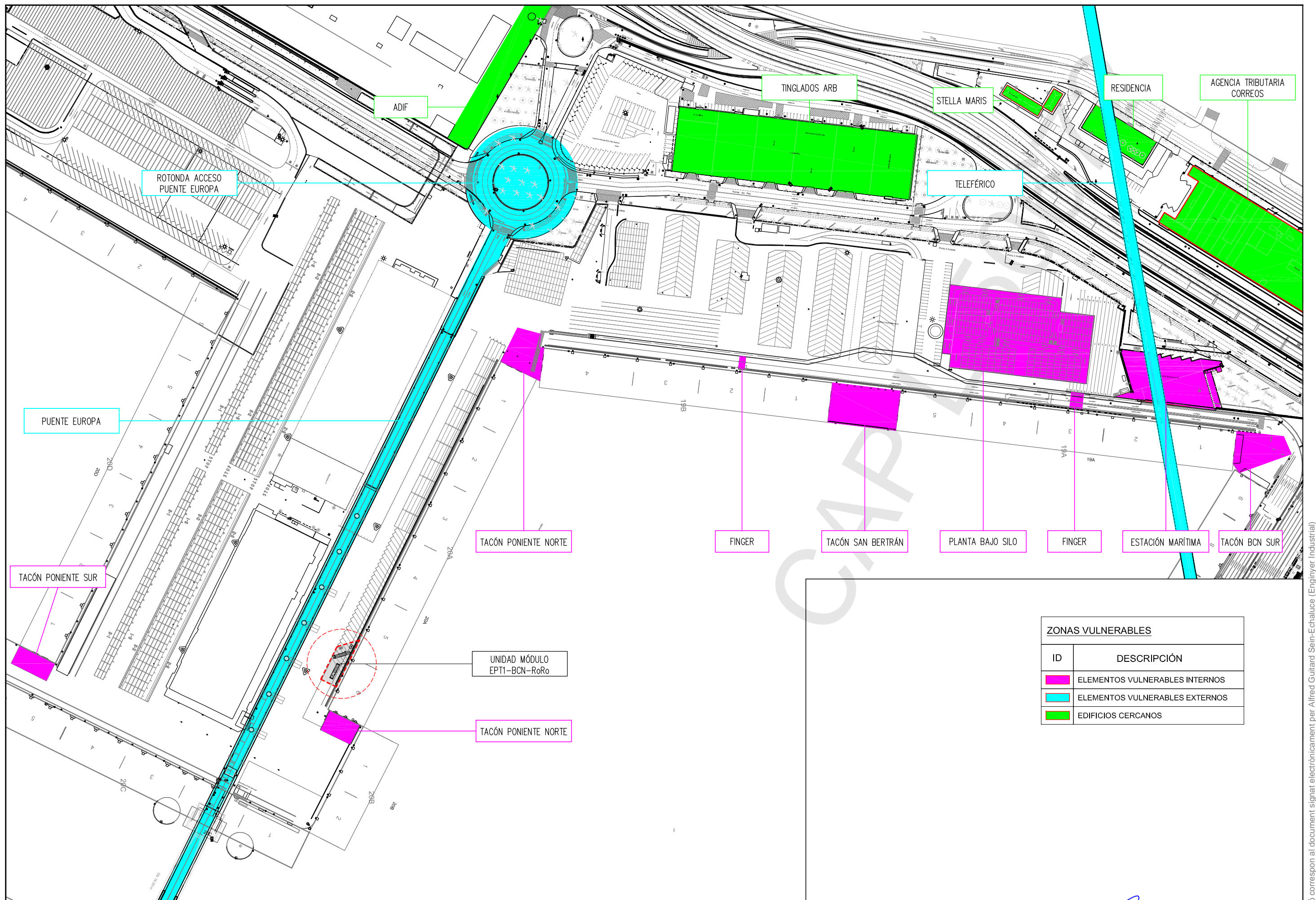
Rev.: R0
Subst.: -
Esc. 1/2500

Plano: ZONAS DE RIESGO
(Según Pau Termnal de Carga)
Fecha: Dic. 2017
N. planol: 16677PA-11



Miembro de
Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial






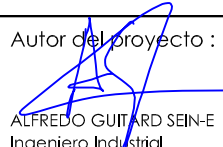

ZONAS VULNERABLES	
ID	DESCRIPCIÓN
	ELEMENTOS VULNERABLES INTERNOS
	ELEMENTOS VULNERABLES EXTERNOS
	EDIFICIOS CERCANOS

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

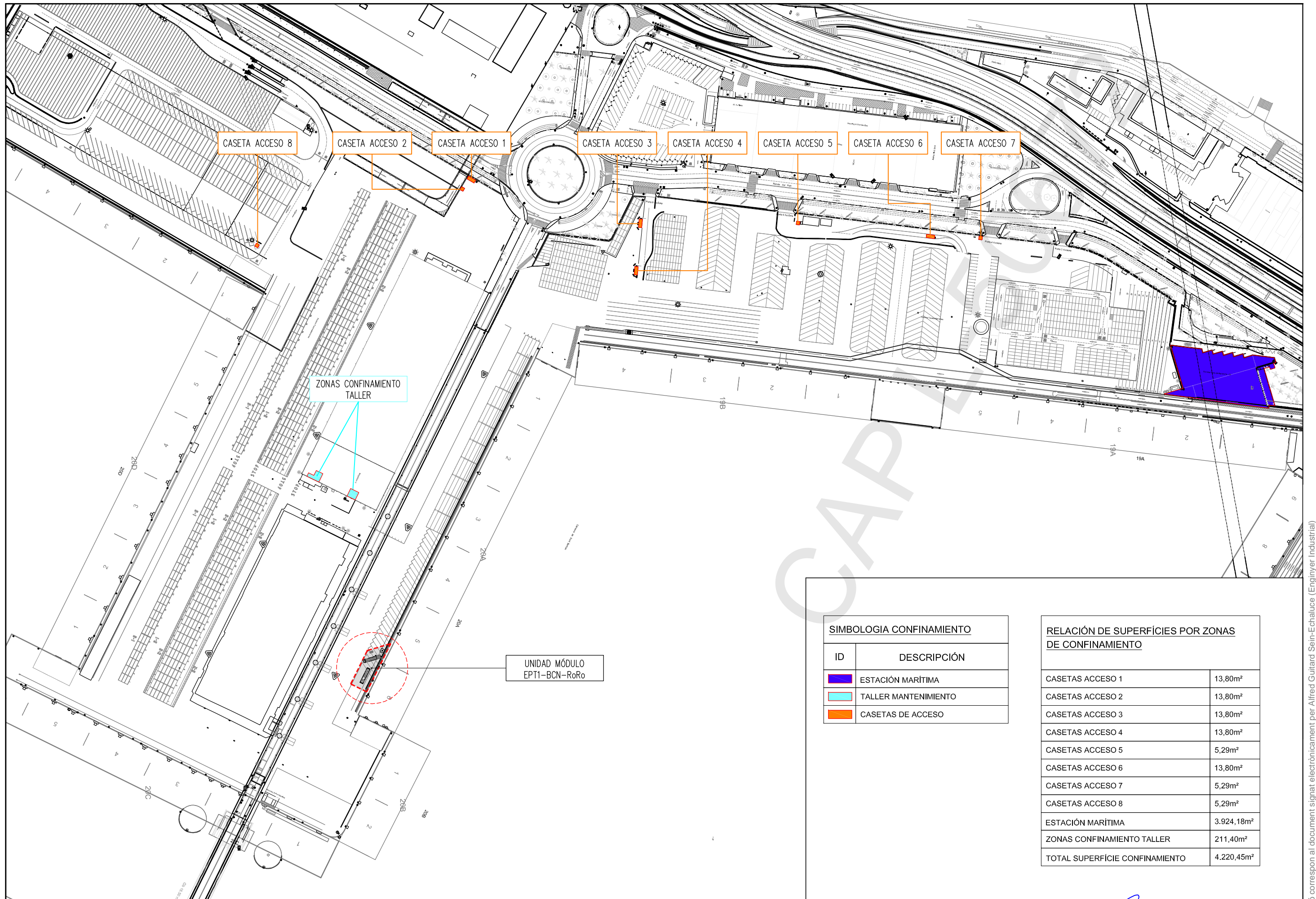
Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Rev.: R0
Subst.: -
Esc. 1/2500

Plano: ZONAS VULNERABLES
(Según Pau Termnal de Carga)
Fecha: Dic. 2017
N. planol: 16677PA-12

Miembro de  Autor del proyecto: 

 ALFREDO GUITARD SEIN-E Ingeniero Industrial
 C/Academia, 2 - 25002 Lleida
 Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guitard Sein-Echaluze (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà pel Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya el dia 14. 12. 2017 amb el número L-50672



SIMBOLOGIA CONFINAMIENTO

ID	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN MARÍTIMA
	TALLER MANTENIMIENTO
	CASETAS DE ACCESO

RELACIÓN DE SUPERFÍCIES POR ZONAS DE CONFINAMIENTO

CASETAS ACCESO 1	13,80m ²
CASETAS ACCESO 2	13,80m ²
CASETAS ACCESO 3	13,80m ²
CASETAS ACCESO 4	13,80m ²
CASETAS ACCESO 5	5,29m ²
CASETAS ACCESO 6	13,80m ²
CASETAS ACCESO 7	5,29m ²
CASETAS ACCESO 8	5,29m ²
ESTACIÓN MARÍTIMA	3.924,18m ²
ZONAS CONFINAMIENTO TALLER	211,40m ²
TOTAL SUPERFÍCIE CONFINAMIENTO	4.220,45m²

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL CON ALIMENTACIÓN DE GNL A UN RoRo EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Titular:
AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA (APB)

Rev.: R0
Subst.: -
Esc. 1/2500

Plano: ZONAS DE CONFINAMIENTO
(Según Pau Terminal de Carga)

Fecha: Dic. 2017
N. planol: 16677PA-13

Miembro de

Autor del proyecto:
ALFREDO GUITARD SEIN-E
Ingeniero Industrial

C/Academia, 2 - 25002 Lleida
Tlf. 973 280 980 - www.einesa.com

Aquesta impressió correspon al document signat electrònicament per Alfred Guitard Sein-Echaluze (Enginyer Industrial) i certificat pel mateix mitjà pel Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya el dia 14. 12. 2017 amb el número L-50672

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN

EPT1 BARCELONA. UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN POR GNL PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA DESDE TIERRA.
(EPT1- BCN – RoRo).



Co-financed by the European Union
Connecting Europe Facility




Titular: Autoridad del Puerto de Barcelona
(APB)

Emplazamiento: Muelle Ponent. Puerto de Barcelona


	C/ Academia nº2 - 25002 Lleida 973 280 980 - einesa@einesa.com	Hoja 1	Rev. 0	Fecha 26/09/2016
		Ref.	16657PE R0	

ÍNDICE


0. INTRODUCCIÓN.....	7
0.1. La Protección Civil y los Planes de Autoprotección (PAU).....	7
0.2. Descripción de la instalación. Relación con la Terminal de Carga.....	7
0.3. Normativa de aplicación.	9
0.4. Clasificación de la instalación y obligaciones Reglamentarias.	10
0.5. Descripción y Contenido del PAU. Coordinación con el PAU de la Terminal de Carga.....	12
0.6. Tramitación del PAU.	14
0.7. Salvaguardas.....	14
1. DOCUMENTO Nº1: IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN. INVENTARIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO	15
1.1. Identificación de la instalación.	15
1.1.1. Identificación de la instalación y de la razón social.....	16
1.1.2. Datos de la persona titular, de los responsables i datos en caso de emergencia.....	16
1.1.2.1. Funciones asignadas al Titular de la Actividad.....	17
1.1.2.2. Funciones asignadas al personal de la Actividad.....	18
1.1.2.3. Funciones asignadas al Jefe de Emergencia.....	19
1.1.2.4. Funciones asignadas al Técnico Competente.....	19
1.2. Emplazamiento: descripción y planos, coordenadas UTM del establecimiento.	20
1.3. Accesibilidad para ayuda externa: descripción y planos.....	24
1.4. Descripción de la instalación.....	28
1.4.1. Características de la Unidad Móvil EPT1 – BCN – RoRo.....	28
1.4.2. Características constructivas de los edificios o instalaciones de la Terminal de Carga.	29
1.4.3. Áreas de la instalación.....	30
1.4.4. Actividades de la instalación.....	33
1.4.4.1. Descripción de la Actividad del Sistema EPT1.	33

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 2	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.4.4.2. Descripción de las Actividades de la Terminal de Carga.....	35
1.4.4.3. Tabla resumen de actividades.....	36
1.5. Ocupación.....	37
1.5.1. Cuadros de presencia en las diferentes horas del día, de personal y ocupantes.	37
1.5.1.1. Presencia en la Terminal de Carga.	37
1.5.2. Organigrama	38
1.6. Análisis del riesgo.	40
1.6.1. Inventario y evaluación de los riesgos internos.	40
1.6.1.1. Riesgos específicos del Gas Natural Licuado.....	40
1.6.1.2. Análisis del Riesgo Cuantitativo de la Unidad Móvil de generación eléctrica.	41
1.6.1.3. Etapas del Análisis de Riesgos.	42
1.6.1.4. Hipótesis accidentales consideradas / Escenarios.....	43
1.6.1.5. Condiciones de fuga.....	43
1.6.1.6. Zonas de Planificación y de efecto dominó.....	44
1.6.1.7. Valores resultantes del cálculo para las Áreas de Planificación de Emergencia y Letalidad.....	45
1.6.1.8. Determinación de la Frecuencia de los escenarios de accidente.....	45
1.6.1.9. Priorización de los peligros – Matriz cualitativa de Riesgo.....	46
1.6.1.10. Clasificación de los procesos analizados dentro de la Matriz de Riesgo.	47
1.6.1.11. Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.....	47
1.6.1.12. Conclusiones y Recomendaciones:	49
1.6.2. Riesgo laboral (referencia limitada a los riesgos que pueden originar emergencias).....	49
1.6.3. Inventario y evaluación de riesgos externos.....	50
1.6.4. Descripción e identificación de las condiciones de evacuación.....	61

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 3	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


1.6.5. Evaluación de las condiciones de confinamiento.....	61
1.6.6. Diagrama de personas per zonas.....	62
1.6.7. Elementos vulnerables.....	62
1.7. Planos.....	64
1.7.1. Zonas de riesgo.....	64
1.7.2. Zonas vulnerables.....	64
1.7.3. Planos de las instalaciones y áreas donde se realiza la actividad.....	64
1.7.4. Identificación del control (llave de paso) de los suministros básicos (agua, gas, electricidad).....	64
2. DOCUMENTO Nº2: INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS Y MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN	65
2.1. Medios materiales disponibles	65
2.2. Medios humanos.....	68
2.3. Medidas correctoras de riesgo y de autoprotección.....	69
2.4. Planos.....	71
2.4.1. Sectorización – No Aplica.....	72
2.4.2. Instalaciones de detección, de extinción de incendios y de extracción de humos.....	72
2.4.3. Señalización de emergencias y sistemas internos de aviso.....	72
2.4.4. Vías de evacuación.....	72
2.4.5. Áreas de confinamiento.....	72
3. DOCUMENTO Nº3: MANUAL DE ACTUACIÓN.....	73
3.1. Objeto.....	73
3.2. Identificación y clasificación de las emergencias.....	74
3.2.1. En función de la gravedad.....	74
3.2.2. En función del tipo de riesgo.....	76
3.2.3. En función de la ocupación y medios humanos.....	77
3.3. Equipos de emergencia.....	78
3.3.1. Responsable del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones.....	83

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 4	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


3.3.2. Jefe de Emergencia.....	85
3.3.3. Equipo de Intervención.....	86
3.3.3.1. Jefe de Intervención.....	87
3.3.3.2. Equipo de intervención.....	88
3.3.3.3. Equipo de Evacuación y Confinamiento (EEC).....	90
3.4. 3.4. Acciones a realizar (para cada riesgo).....	92
3.4.1. Detección y Alerta.....	92
3.4.2. Mecanismos de Alarma.....	93
3.4.3. Mecanismos de respuesta frente a la emergencia.....	95
3.4.3.1. Protocolo general de actuación.....	95
3.4.3.2. Actuaciones específicas.....	98
3.4.4. Evacuación.....	103
3.4.5. Confinamiento.....	103
3.4.6. Prestación de las Primeras Ayudas.....	103
3.4.7. Modos de recepción de las Ayudas externas.....	104
3.5. Lista de Fichas de actuación (desarrolladas en el Anexo 4).....	104
3.6. Integración en Planes de ámbito superior.....	105
3.6.1. Coordinación a nivel directivo.....	106
3.6.2. Coordinación a nivel operativo.....	107
3.6.2.1. Comunicación durante la emergencia.....	107
3.6.2.2. Comunicación posterior de las emergencias y de las activaciones del plan de autoprotección:.....	107

4. DOCUMENTO Nº4: IMPLANTACIÓN, MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN109

4.1. Responsabilidad, organización y planificación de las acciones de implantación.....	109
4.1.1. Planificación, programa y plazos de acciones de formación y divulgación.....	109
4.1.1.1. Personal propio.....	109
4.1.1.2. Personal ajeno.....	110
4.1.1.3. Programa de información general para los usuarios.....	110

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 5	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

4.1.1.4. Señalización y normas para la actuación de visitantes.....	111
4.2. Programa de ejercicios y simulacros.	111
4.2.1. Planificación, programa y plazos de mantenimiento.	112
4.2.1.1. Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de riesgo, que garantiza el control de las mismas.	112
4.2.1.2. Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de protección, que garantiza la operatividad de las mismas.	112
4.2.1.3. Realización de las inspecciones de seguridad de acuerdo con la normativa de GNL vigente.....	115
4.3. Actualización y revisión del Plan	115
5. ANEXO I: DIRECTORIO DE COMUNICACIONES.	116
5.1. Teléfonos de emergencias de ayuda externa.....	116
5.2. Teléfonos del personal de Emergencias de la Actividad	117
5.3. Teléfonos de las empresas de servicios y mantenimiento.....	118
6. ANEXO II: FORMULARIOS PARA LA GESTIÓN DE LAS EMERGENCIAS. ..	119
7. ANEXO III. PLANOS.....	121

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 6	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

0. INTRODUCCIÓN.

0.1. La Protección Civil y los Planes de Autoprotección (PAU).

La Ley 2/1985, de 21 de enero sobre Protección Civil, especifica que la Protección Civil debe ocuparse de la protección física de las personas y de los bienes, en situación de grave riesgo colectivo, calamidad pública o catástrofe extraordinaria, en la que la seguridad y la vida de las personas pueden peligrar y sucumbir masivamente.

El documento base para la redacción de un Plan de Autoprotección es el Decreto 30/2015, de 3 de marzo, por el que se aprueba el catálogo de actividades y centros obligados a adoptar medidas de autoprotección y se fija el contenido de estas medidas.


El Decreto 30/2015 define plan de autoprotección como el documento que prevé, para una determinada actividad, instalación, centro, establecimiento o dependencia, las emergencias que se pueden producir como consecuencia de su propia actividad y las medidas de respuesta ante situaciones de riesgo, catástrofes y calamidades públicas que lo pueden afectar.

Los Planes de Autoprotección deben fundamentarse en un análisis de riesgo y han de incluir obligatoriamente este apartado. Además, establecerán, junto con los riesgos generados por la propia actividad, la relación de coordinación con los planes territoriales, especiales y específicos que les afecten.

0.2. Descripción de la instalación. Relación con la Terminal de Carga.

El presente Plan de Autoprotección corresponde a la implantación de un sistema de alimentación eléctrica mediante un motor a gas natural a un barco RoRo durante su estancia en el puerto de Barcelona.

El Plan de Emergencia y la instalación a la que va asociada forma parte de la subactividad EPT1 del programa Core LNGas cofinanciado por la Comunidad Europea. La actividad EPT1 tiene por título "LNG POWERED ELECTRICITY GENERATOR MOBILE UNIT FOR onshore POWER Suply", y consiste en el suministro

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 7	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

eléctrico desde un motor fijo a gas natural a un barco RoRo durante las operaciones de carga y descarga de vehículos, en sus escalas en el puerto de Barcelona **(EPT1 – BCN – RoRo)**.


La actividad se realizará **de forma extraordinaria durante 4 semanas, 1 día a la semana** durante un período aproximado de 8 horas.

La actividad tiene como objetivo proporcionar nuevas soluciones para reducir las emisiones atmosféricas en los puertos. La construcción de un generador de electricidad que utiliza GNL como combustible sustituyendo al gasoil utilizado actualmente permite la reducción de emisiones, principalmente partículas, NOx, así como también SOx o CO₂.

El suministro eléctrico se realiza desde un motor auxiliar montado en un contenedor, que se alimenta de gas natural procedente de otro contenedor vecino que contiene un depósito de GNL y el sistema de vaporización correspondiente para la alimentación de gas natural en el generador eléctrico. El conjunto motor y depósito de GNL se colocará en 2 contenedores de 40 pies cada uno que estarán sobre el muelle, en el suelo.

La unidad móvil de generación de energía eléctrica con alimentación de GNL para suministro de energía a buque desde tierra se compondrá de los siguientes equipos y componentes principales:

- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural.
- Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL.
- Centro de Transformación del Muelle para alimentación a buque.
- Grupo electrógeno de alimentación auxiliar.
- Instalaciones de interconexión auxiliares; líneas eléctricas de BT y AT, mangueras de GN y GNL, depósito gasoil para el grupo electrógeno auxiliar, etc.
- Toma de corriente tipo "Monaguillo"

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 8	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

La Unidad Sistema Motor-Alternador estará ubicada en un contenedor que se alimenta de gas natural procedente de otro contenedor vecino que contiene dos depósitos de GNL y el sistema de vaporización correspondiente para la alimentación de GN, por medio de una manguera de 1,5". Además también se ubicará en la zona un grupo electrógeno para proporcionar electricidad al generador y sistema de control de los depósitos y un transformador de baja a media tensión.

El GNL se trasegará mediante un equipo dotado de bomba criogénica y a través de una manguera de líquido entre la cisterna y el depósito (no habrá conexión de la fase gas entre la cisterna y el depósito).

El contenedor de gas contendrá dos depósitos de 5 m³ cada uno. Uno se llenará de GNL y el segundo se usará como reservorio de presión), uno de GNL y otro de GN, y el sistema de vaporización (el depósito de GNL estará conectado a través de una tubería de la fase gas con el depósito de GN, el cual sirve de respaldo y para equiparar las presiones en ambos depósitos.

Las condiciones de suministro del GNL cumplirán con las condiciones de trabajo especificadas por el fabricante del depósito:


Presión: 8 barg

Temperatura:..... - 160°C

0.3. Normativa de aplicación.

La Normativa de aplicación sobre Protección Civil y Planes de Autoprotección es, básicamente, la siguiente:

- a) Legislación estatal:
 - Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil
 - Real Decreto 407/1992, de 24 de abril por la que se aprueba la norma básica de protección civil.
- b) Legislación catalana
 - Artículo 132 Estatuto de Cataluña. (Otorgamiento de competencias completas en materia de Protección Civil a la Generalitat).


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 9	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- Ley 4/1997, de 20 de mayo, de protección civil de Cataluña.
- Ley 5/1994, de regulación de los servicios de prevención y extinción de incendios y salvamentos de Cataluña.
- Decretos sobre protección civil y de desarrollo de la ley 4/1997.
- Decreto 30/2015, de 3 de marzo, por el que se aprueba el catálogo de actividades y centros obligados a adoptar medidas de autoprotección y se fija el contenido de estas medidas.

0.4. Clasificación de la instalación y obligaciones Reglamentarias.

La instalación objeto del presente documento está sometida a los siguientes Reglamentos y Normativas:

- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseoso y sus instrucciones técnicas ICG 01 a 11.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas i garantías de seguridad en instalaciones eléctricas en Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- UNE (Norma Española)
 - UNE 60210 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)
 - UNE 60670 Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bares
 - UNE 60079 Atmósferas explosivas
 - UNE 60228 Conductores de cables aislados
 - UNE 60332 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
 - UNE 60332 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
 - UNE 60364 Instalaciones eléctricas de baja tensión

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 10	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- o UNE 60529 Grados de protección proporcionados por las envolventes
- o UNE 62305 Protección contra el rayo


Por lo que respecta a la Normativa de Accidentes Graves, principalmente recogida en el RD840/2015, la instalación descrita se encuentra fuera de su aplicación ya que la cantidad acumulada es de 2,3 Tn, y se encuentra por debajo del límite de 50 Tn especificado en el ANEXO I, Sustancias peligrosas, Parte 2 Sustancias peligrosas nominadas, subapartado 18. Gases inflamables licuados de las categorías 1 ó 2 (incluido el GLP) y gas natural Columna 2.

La presente instalación no estará pues incluida en la regulación de acuerdo con lo indicado en la Ley 4/1997, de 20 de mayo, de protección civil de Cataluña, y el Decreto 30/2015, de 3 de marzo, por el que se aprueba el catálogo de actividades y centros obligados a adoptar medidas de autoprotección y se fija el contenido de estas medidas.

Aunque no resulte de obligatoria elaboración, el Titular decide la redacción del presente Plan de Autoprotección, en la línea de la seguridad seguido en anteriores eventos de características similares, con el fin de proporcionar la información necesaria para proporcionar el máximo de seguridad al evento.

Se cumple de esta forma con la línea de actuación apuntada en el apartado 3.3 del Decreto, donde se indica que "Asimismo, el titular de un centro o actividad no sometido al presente Decreto puede elaborar un protocolo de actuación en emergencias para regular internamente las actuaciones destinadas a adoptar medidas de autoprotección y los medios personales y materiales necesarios para afrontar situaciones de riesgo y de emergencia. "

El entorno en el que se desarrolla la presente actuación es el Puerto de Barcelona, que constituye una actividad sí afectada por la Normativa de Planes de Autoprotección, ya que está clasificado dentro del Anexo A del Decreto 30/2015. Por esta razón en la actividad del **Puerto de Barcelona** se dispone ya de la elaboración, tramitación e Implantación de un Plan de Autoprotección, de interés para la Protección Civil de Cataluña.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 11	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Asimismo, y también dentro del marco general de coordinación de Planes de Autoprotección de nivel superior, cabe indicar que la zona del Puerto en la que se desarrollará la presente actividad temporal es la “**Terminal Marítima de pasajeros y carga/descarga de mercancías**”, la cual dispone asimismo de un Plan de Autoprotección específico, que es el recogida en el documento de título:

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN

TERMINAL FERRY BARCELONA, S.R.L.U.

(Terminal Marítima de pasajeros y carga/descarga de mercancías)


TFB-P09-R01-03

El presente PAU presenta una coordinación intensa con el citado PAU de la Terminal Marítima, siempre de acuerdo con las indicaciones al respecto del Decreto 30/2015. Dado que se trata de una actividad con una duración puntual (4 semanas), una parte de las informaciones contenidas en el PAU recogerán exactamente las informaciones correspondientes según su redactado recogido en el PAU Terminal. La finalidad de esta repetición es la de asegurar la necesaria coordinación entre PAU's.

0.5. Descripción y Contenido del PAU. Coordinación con el PAU de la Terminal de Carga.

Este Plan de autoprotección (PAU) tiene por objetivo el coordinar de forma adecuada todos los recursos materiales y humanos disponibles en el establecimiento para la prevención y actuación eficaz de seguridad ante los diversos riesgos potenciales que puedan presentarse.

El sistema de suministro descrito se situará en un punto interior de los terrenos donde se realizan las actividades de la **Terminal de Carga del Port de Barcelona**. Por esta razón el presente PAU presentará en todo momento una coordinación con el Plan de Autoprotección de la Terminal, de acuerdo con la Normativa vigente. Con esta finalidad, en el desarrollo de los diferentes apartados del presente PAU se describirán las características propias del sistema de suministro de Energía y también las características propias del entorno en el que se sitúa, es


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 12	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

decir, las características de la Terminal de Carga, tal y como están recogidas en su PAU.

De acuerdo con lo indicado en el Anexo II del Decreto 30/2015, el contenido de este Plan de Autoprotección será el siguiente:

- **Documento núm. 1: IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN. INVENTARIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO.** Comprende los aspectos administrativos, las particularidades de su situación y emplazamiento, las características constructivas y funcionales y su empleo y el listado y la evaluación de los riesgos por los que se debe proteger el centro.
- **Documento núm. 2: INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS Y MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN.** Comprende la relación de los medios de autoprotección que se encuentran instalados en el centro y las medidas de autoprotección que deben tomarse.
- **Documento núm. 3: MANUAL DE ACTUACIÓN.** Específica para cada una de las emergencias posibles identificadas en el análisis de riesgo, cuáles son las acciones a realizar y cómo se coordinan con los planes de protección civil de ámbito superior.
- **Documento núm. 4: IMPLANTACIÓN, MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN.** Establece los criterios y actuaciones para la divulgación general del plan, la realización de la formación específica del personal que forma parte del mismo, el programa de dotación de medios materiales y recursos así como las revisiones del plan para su actualización, la realización de simulacros, inspecciones y el programa de mantenimiento preventivo de acuerdo con la normativa vigente.
- **Anexo I: DIRECTORIO DE COMUNICACIONES**
- **Anexo II: FORMULARIOS PARA LA GESTIÓN DE LAS EMERGENCIAS**
- **Anexo III: PLANOS:** Recopilación de los planos mencionados en los diferentes contenidos del plan

El Decreto 30/2015 indica que se agruparán todos los planos del PAU en un solo Anexo, y por esta razón se encuentran todos agrupados en el Anexo III Planos.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 13	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

El PAU Comprende la totalidad de las infraestructuras, espacios e instalaciones correspondientes al sistema de alimentación eléctrica mediante un motor a gas natural a un barco RoRo durante su estancia en el puerto de Barcelona, en su periodo de pruebas, de forma extraordinaria durante 4 semanas.

0.6. Tramitación del PAU.

Dado que la actividad no está incluida entre las actividades con obligación de la redacción de PAU, y de acuerdo con lo indicado en el Art. 20 del Decreto 30/2015, la actividad descrita (y no afectada), no tendrá la obligación de proceder a la tramitación del Plan de Autoprotección a través del Registro previsto en el Art. 4.1.e.


0.7. Salvaguardas.

El presente documento ha sido redactado en base a la documentación e información facilitadas por el Titular de la Actividad, y en los datos recogidos durante las visitas realizadas por el Técnico redactor en las instalaciones en el momento de redacción del documento.

Cualquier modificación sustancial realizada posteriormente sobre las condiciones del evento implicará una revisión del mismo. Es responsabilidad del Titular la comunicación de estas modificaciones a la Administración competente o al Técnico redactor.

El presente plan de Autoprotección corresponde a una actividad extraordinaria, que se llevará a cabo una vez a la semana durante un período de 4 semanas. Según la Ley 4/1997, de 20 de mayo, de protección civil de Cataluña, y el Decreto 30/2015, por el que se aprueba el catálogo de actividades y centros obligados a adoptar medidas de autoprotección y se fija el contenido de estas medidas, este Plan de Autoprotección deberá cumplir con los requisitos de implantación pero, evidentemente, no le serán de aplicación los requisitos de revisado ni de actualización.

La fecha de redacción del PAU es: 15/11/2017


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 14	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1. DOCUMENTO Nº1: IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN. INVENTARIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO

1.1. Identificación de la instalación.

En las siguientes tablas se presentan los datos básicos de la instalación:

- Datos de la instalación y de la razón social, NIF.
- Datos de la persona titular, de los responsables y datos en caso de emergencia.


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 15	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.1.1. Identificación de la instalación y de la razón social.

Datos Instalación :	Instalación :	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN MOTOR A GAS NATURAL A UN BARCO RORO UNIDAD MOVIL EPT1 – BCN - RORO				
	Dirección :	Moll de Ponent Port de Barcelona	Cód. Postal:	08630	Población:	Barcelona
	Teléfonos:	93.306.63.68.	Fax:	93.298.21.27.	Correo-e:	jordi.vila@portdebarcelona.cat
Razón Social :	Nombre :	AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA			CIF :	Q-0867012-G
	Dirección :	Portal de La Pau, núm. 6. BARCELONA	Cód. Postal:	08039	Población:	Barcelona
	Teléfonos:	93.306.63.68.	Fax:	93.298.21.27.	Correo-e:	jordi.vila@portdebarcelona.cat

1.1.2. Datos de la persona titular, de los responsables i datos en caso de emergencia.

	Nombre y Apellidos :	Cargo :	Teléfonos:	Correo-e:	Dirección :
Representante del Titular de la Actividad.	Jordi Vila	Jefe de Medio Ambiente	627.47.14.27	jordi.vila@portdebarcelona.cat	WTCB- Edificio Este. Muelle de Barcelona. 08039, Barcelona
Datos de contacto en caso de Emergencia	Jordi Vila	Jefe de Medio Ambiente	627.47.14.27	jordi.vila@portdebarcelona.cat	WTCB- Edificio Este. Muelle de Barcelona. 08039, Barcelona
Titular de la Dirección del Plan de Autoprotección.	Jordi Vila	Jefe de Medio Ambiente	627.47.14.27	jordi.vila@portdebarcelona.cat	WTCB- Edificio Este. Muelle de Barcelona. 08039, Barcelona
Jefe de Emergencia	Jordi Vila	Jefe de Medio Ambiente	627.47.14.27	jordi.vila@portdebarcelona.cat	WTCB- Edificio Este. Muelle de Barcelona. 08039, Barcelona
Centro de Control, Alarma y Comunicación (CAC)	Centro de Control Port de Barcelona	---	900.10.08.52.	centre.control@portdebarcelona.cat	Ronda del Port 6, Edificio ASTA, 08040, Barcelona.
Técnico Redactor del Plan De Autoprotección	Alfred Guitard Sein Einesa Ingeniería S.L.	Ingeniero Industrial Técnico Acreditado	973.28.09.80.	einesa@einesa.com	C. Acadèmia, núm. 2 LLEIDA


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 16	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Las funciones y responsabilidades de cada una de las personas y cargos relacionados en la tabla anterior son las siguientes:

1.1.2.1. Funciones asignadas al Titular de la Actividad.

De acuerdo con lo indicado en el Art. 4 del Decreto 30/2015, las obligaciones asignadas como Titular de la Actividad, son las siguientes:

- a) Garantizar que las condiciones del centro, instalación, establecimiento o actividad son suficientes para asegurar el cumplimiento de las condiciones de autoprotección teniendo en cuenta tanto los riesgos internos como los externos.
- b) Comunicar y elaborar desde el inicio de la actividad el Plan de Autoprotección correspondiente, de acuerdo con el contenido establecido en el Decreto 30/2015 y en sus anexos, el cual deberá estar implantado necesariamente durante el primer año de vigencia del plan.
- c) Presentar el Plan de Autoprotección en el órgano de la Administración pública competente en materia de protección civil para hacer su homologación y posterior control de su implantación, en función de la tipología de actividad.
- d) Incorporar dentro del plazo establecido en el Plan de Autoprotección las modificaciones que se deriven del informe elaborado por el órgano de la Administración competente para la homologación.
- e) Remitir, en todos los casos, los datos que se detallan en el anexo IV del Decreto 30/2015, sobre el análisis de riesgo y otros aplicables a la gestión de la emergencia, el registro electrónico HERMES.
- f) Aplicar las medidas previstas en el plan de autoprotección en los casos y en la forma que se hayan establecido en el mismo plano y en general en los episodios de riesgo o emergencia que puedan afectar la actividad.
- g) Disponer de los medios mínimos de autoprotección a que se refiere el Anexo III del Decreto 30/2015 y que se recogen en el apartado 2 del presente PAU.
- h) Mantener, actualizar y revisar el plan de autoprotección de la actividad.
- i) Cumplir cualquier otra obligación establecida en el Decreto 30/2015 y en las demás disposiciones que sean de aplicación.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 17	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Según se indica en el Artículo 9, para el desarrollo de estas obligaciones, el Titular del Plan realizará las siguientes funciones:


- a) Dirigir el plan de autoprotección o, en su caso, designar al Director del Plan de Autoprotección, que será el responsable de las funciones y acciones especificadas en el plan. También será la persona responsable de la gestión de las actuaciones encaminadas a la prevención y al control de los riesgos.
- b) Designar una persona Jefe de Emergencia, con autoridad y con capacidad de gestión, responsable de la gestión de las actuaciones encaminadas a la respuesta ante las emergencias, de acuerdo con el contenido del manual de actuación que se incluirá en los Anexos del presente documento.

1.1.2.2. Funciones asignadas al personal de la Actividad.

Según se indica en el Art. 4.2 del Decreto 30/2015, las personas al servicio de una actividad tienen la obligación, de acuerdo con sus capacidades, de participar en el plan de autoprotección de la actividad y asumir las funciones que les sean asignadas, si son requeridas a hacerlo. Asimismo, están obligadas a participar en la formación necesaria que se establezca para llevar a cabo las funciones mencionadas y participar en los simulacros.

Estas funciones se concretarán en la designación por parte del Titular de la Actividad del conjunto de personas que constituirán los recursos humanos de, Plan de autoprotección, y que alcanzarán los siguientes cargos:

- Jefe de Emergencia.
- Jefe de Intervención.
- Centro de Control, Alarma y Comunicaciones (CAC)
- Equipos de Intervención.
- Equipo de Evacuación y Confinamiento.
- Equipo de Primeros Auxilios.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 18	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.1.2.3. Funciones asignadas al Jefe de Emergencia.


El Jefe de Emergencia es la persona responsable de la activación del Plan de actuación ante emergencias. Deberá valorar la situación de emergencia y asumir la dirección y coordinación de todos los equipos.

Sus funciones son:

- Desarrollar y mantener actualizado el plan de emergencia.
- Asegurarse de que todos los equipos conocen sus tareas.
- Comprobar las emergencias conjuntamente con el o la Jefe de Intervención.
- Dar las órdenes de pedir ayuda externa (bomberos, ambulancias, etc.).
- Ordenar la evacuación de las instalaciones.
- Ordenar y dirigir la búsqueda y rescate en caso necesario.
- Decidir el traslado de los heridos al hospital.
- Si hay otros medios externos, cuando lleguen estos, los habrá de transmitir toda la información indispensable según sus facultades. A partir del momento de la llegada de los medios externos, serán estos quienes dirijan la emergencia de forma coordinada con los recursos humanos y técnicos de la actividad.

1.1.2.4. Funciones asignadas al Técnico Competente.


De acuerdo con lo indicado en el Art. 24 del Decreto 30/2015, el Plan de Autoprotección debe estar elaborado y firmado por persona el técnico competente para dictaminar sobre aquellos aspectos relacionados con la autoprotección frente a los riesgos a que esté sujeto la actividad. El técnico redactor deberá estar acreditado en el Registro elaborado por la Generalitat.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 19	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.2. Emplazamiento: descripción y planos, coordenadas UTM del establecimiento.


A continuación se describen las principales características de la ubicación de la actividad, de su emplazamiento y de su entorno.

UNIDAD MOVIL EPT1 – BCN - RORO	
Emplazamiento, descripción y coordenadas	
Situación	
Moll de Ponent, Sector 3, Port de Barcelona	
Coordenadas UTM (ETRS89)	
X= 431.167	Y=4.580.104
Aspectos geográficos del emplazamiento	
La actividad se desarrolla en el interior del Puerto de Barcelona, concretamente en la zona denominada MOLL DE PONENT , localizada dentro de la Terminal Marítima de pasajeros y carga/descarga de mercancías de la empresa TRANSMEDITERRÁNEA .	
Entorno construido	
La identificación del entorno recogida en el PAU de la Terminal Transmediterránea es la siguiente : <ul style="list-style-type: none">- Moll Adossat, a 200 metros.- Edificio del World Trade Center, a 600 metros al norte.- Moll Sud a 400 metros.- Parque de Montjuïc, a aproximadamente 800 metros al oeste.- Jardines de Joan Brossa, a unos 600 metros al noroeste.- Barrio del "Poble Sec", a 100 metros	
Espacios de interés ecológico	
El mar Mediterráneo se encuentra rodeando el Este de las instalaciones. Otros espacios de interés ecológico cercanos son el parque de Montjuic y los jardines de Joan Brossa y el río Llobregat.	
Vías de comunicación de Acceso al recinto portuario :	
Las vías de comunicación más relevantes para la llegada a la instalación son las siguientes : <ul style="list-style-type: none">- Cinturón B-10, a 200 metros al norte.- Autopista A-2, a 6000 metros al oeste.- Cinturón B-20, a 6000 metros al oeste. <p>El acceso principal es la C/ Moll de Sant Bertrán y Tramo III de la ctra. de Circumval·lació.</p> <p>Características de las Puertas de acceso a la Terminal de Carga :</p>	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 20	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Servicios próximos al emplazamiento
Bomberos
<p>Dotación de Bomberos más próxima : Parc de Bombers de Montjuïc. Dirección: Passeig de Josep Carner, 48-56, 08038 Barcelona Teléfono: 932 56 54 44</p>
Sanitario - Hospital
<p>Hospital del Mar de Barcelona : Dirección : Passeig Marítim, 25-29, 08003 Barcelona Teléfono : 932 48 30 00 Horario de atención : Servicio de URGENCIAS abierto las 24 h.</p>
Mossos d'Esquadra / Guardia Urbana
<p>Comissaria Mossos D'Esquadra Ciutat Vella: Dirección: Carrer Nou de la Rambla, 76-78, 08001 Barcelona Teléfono : 933 06 23 00 Horario: Abierto 24 horas</p> <p>Guàrdia Urbana. Districte de Ciutat Vella : Dirección: Carrer la Rambla, 43, 08002 Barcelona Teléfono : 932 56 24 30 Horario: Abierto 24 horas</p>

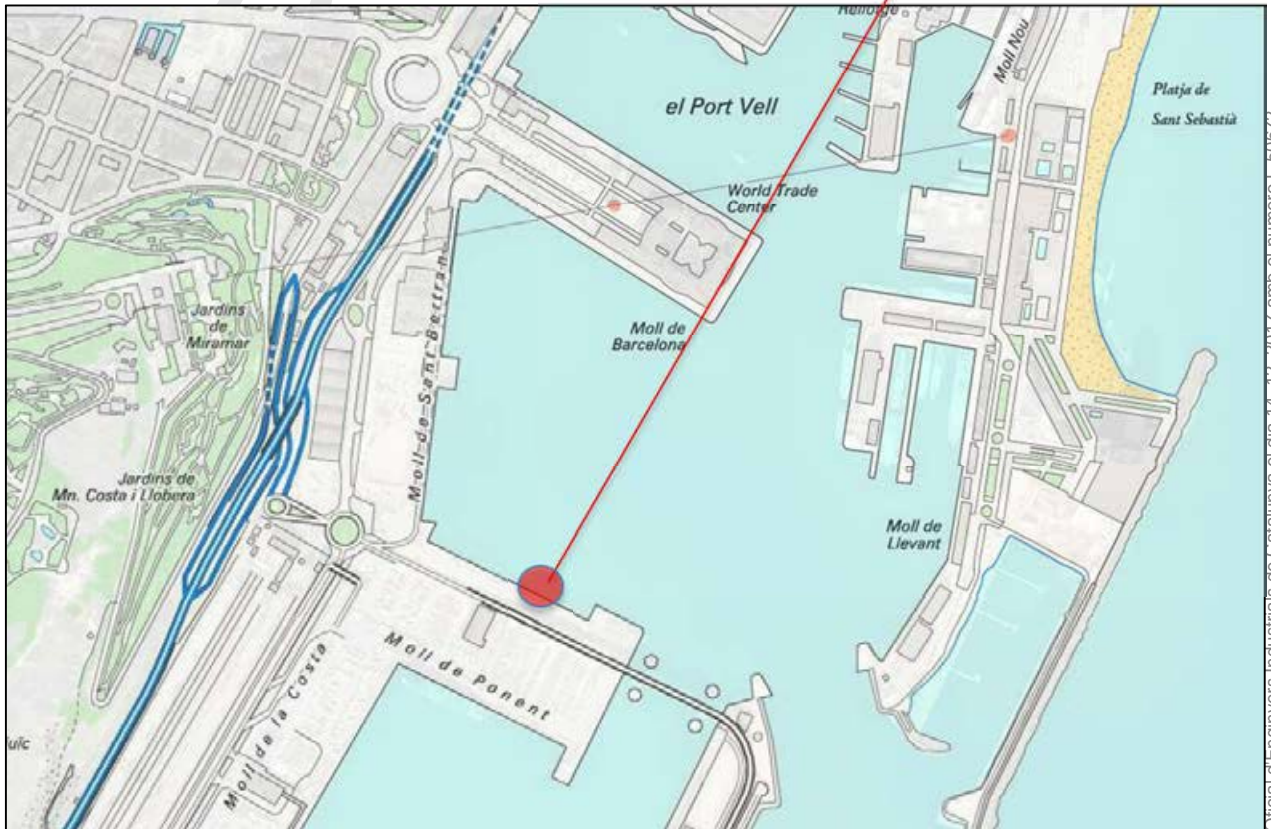
El acceso al establecimiento queda reflejado en los planos de la Documentación Gráfica del Anexo III y también en las siguientes imágenes:

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 21	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	



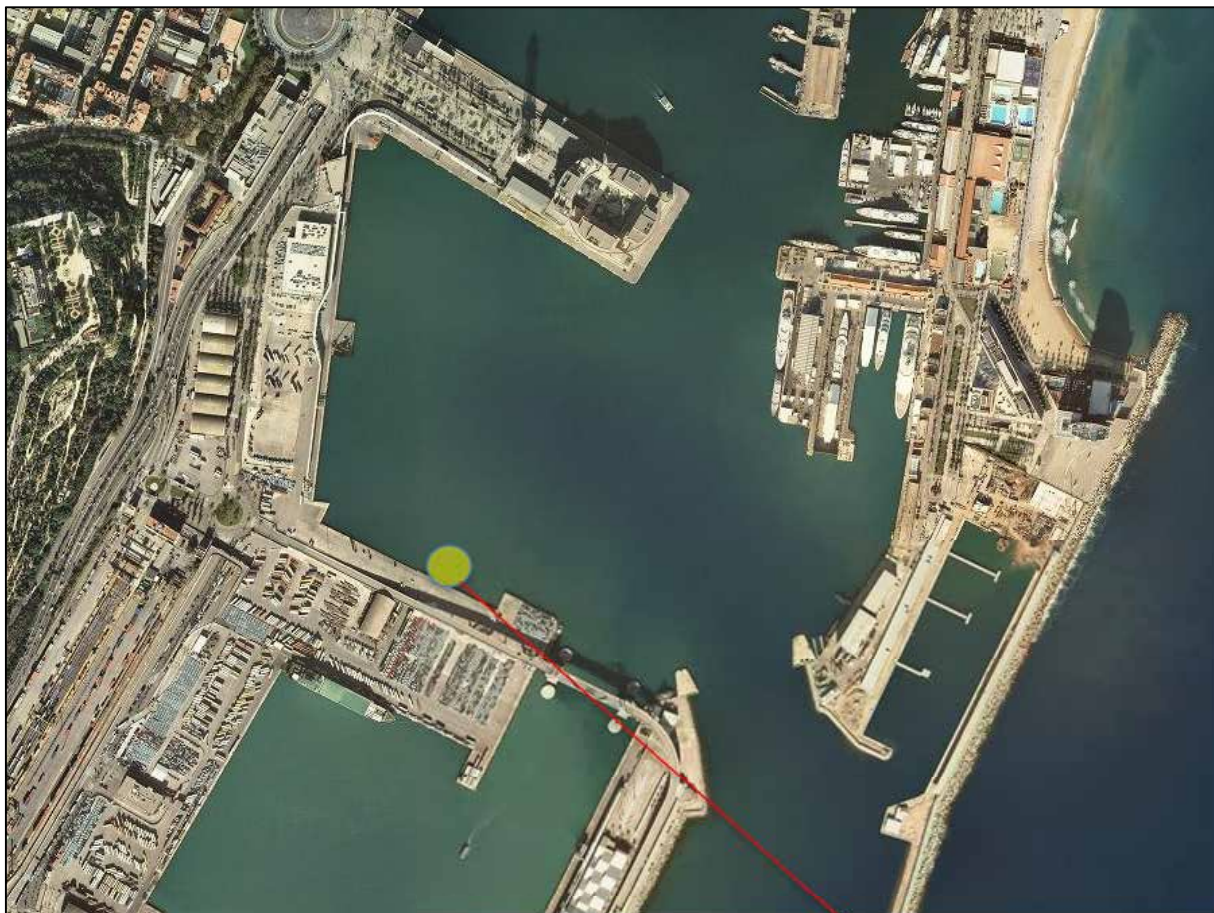
UTM Port Barcelona (ETRS89)
 X= 431.167 Y=4.580.104

Port de Barcelona
 Moll de Ponent
 EPT1 - RoRo




Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 22	Rev. B	Fecha 26/11/2017
Plan Autoprotección	Ref.		16677PE

Aquesta impressió correspon al document i certificat pel mateix mitjà pel Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya el dia 14/12/2017 amb el número L-50672



Port de Barcelona
Moll de Ponent
EPT1 - RoRo

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 23	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.		16677PE

1.3. Accesibilidad para ayuda externa: descripción y planos.

Unidad Móvil EPT1 – BCN - RORO				
Accesos a la instalación :				
<p>Viales de aproximación :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Al Muelle de San Beltrán puede accederse tomando la salida 21 de la Ronda Litoral (B-10) o la salida de la Plaza de la Carbonera dirección: Trasmé - Roma/Gènova - A - B - C - D/Port Comercial - Zal/Ronda Litoral Besós/AP-7 - Girona - França. <p>Accesos a la Terminal de Carga :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se dispone de 9 accesos desde la vía pública a la Terminal de los cuales 5 son accesibles para bomberos, 2 en el Muelle Barcelona y 3 en el Muelle San Beltrán desde el cual se accede directamente al Muelle Poniente. - La Explanada 3 donde se sitúa el Sistema consiste en un espacio abierto, fácilmente accesible, sin construcciones destacables a nivel de evacuación. 				
Puertas de acceso a la Terminal de Carga :				
Identificación	Ubicación	Anchura	Límite de Gálibo	Tipo
Puerta 1 (ó "N")	Muelle Barcelona Sud	5,50 m.	6 m.	Accesible bomberos
Puerta 2	Muelle S. Bertrán	1,20 m	np	Peatonal
Puerta 3	Muelle S. Bertrán	9,00 m (puerta interior 4,70 m ancho)	sin límite	Accesible bomberos
Puerta 4	Muelle S. Bertrán	12,20 m	sin límite	Accesible bomberos (Puerta de recepción de ayuda externa)
Puerta 5	Muelle S. Bertrán	11,10 m (pero con la caseta control está limitado a 3,20 m)	sin límite	
Puerta 6	Muelle S. Bertrán	7 m (pero con la caseta control está limitado a 3,00 m)	sin límite	
Puerta Transportes Especiales	Rotonda acceso al Puente de Europa	5,60 m.	Sin límite	Accesible bomberos
Punto de recepción de la ayuda externa :				
El punto de recepción de la ayuda exterior se situará la Puerta 4				

Áreas destinadas al acercamiento y estacionamiento de los vehículos de emergencia

Una vez en el interior de la Terminal de carga existen espacios diáfanos para la circulación y aproximación de los vehículos de emergencias.


Se trata de las explanadas destinadas a la circulación y estacionamiento de los vehículos de carga de las mercancías que se han de cargar / descargar de los buques estacionados,

Indicar presencia abundante de cisternas de camiones estacionadas en la Explanada 3, en las proximidades del sistema.

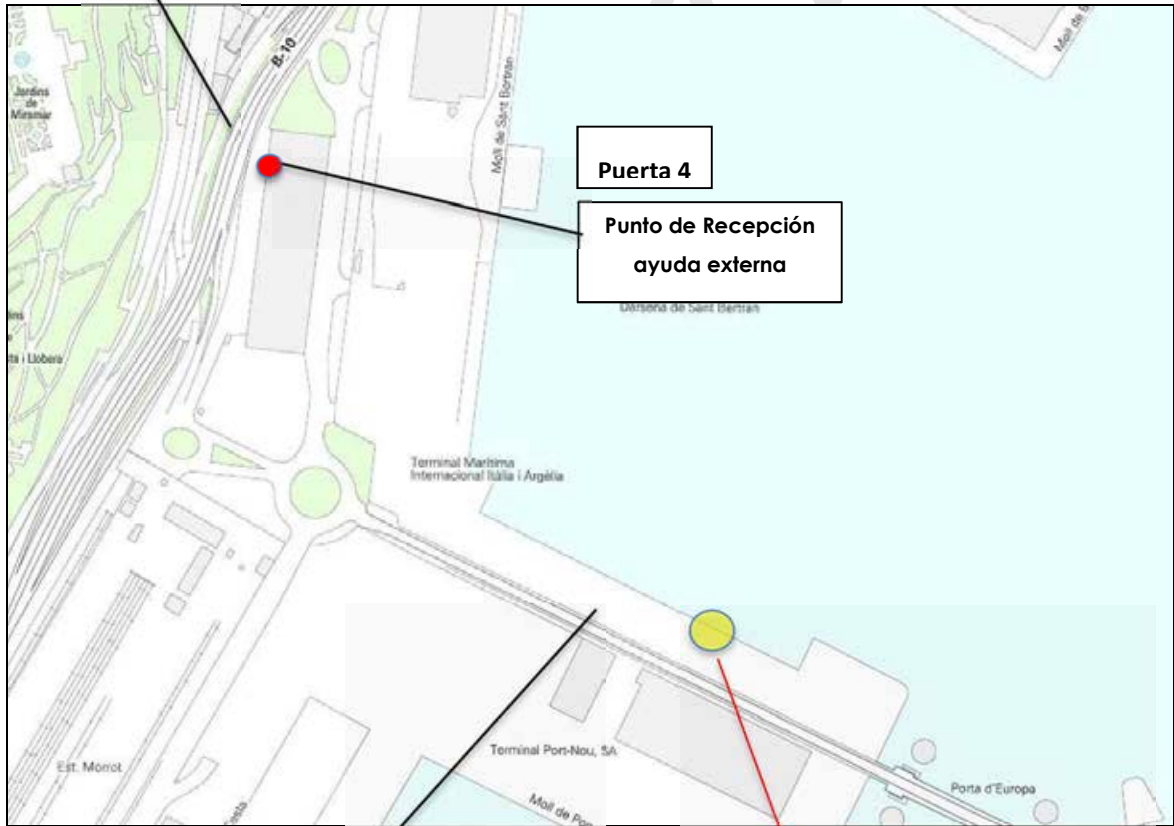


**Explanada 3
Terminal de Carga**

**Port de Barcelona
Moll de Ponent
EPT1 - RoRo**

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 25	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Vial principal llegada servicios de Emergencia



Explanada 3 Terminal de Carga


Port de Barcelona
Moll de Ponent
EPT1 - RoRo

Vistas de las instalaciones:



Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 26	Rev. B	Fecha 26/11/2017
Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	



	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 27	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.4. Descripción de la instalación.


1.4.1. Características de la Unidad Móvil EPT1 – BCN – RoRo.

La actividad recogida en el presente PAU se desarrolla en la **EXPLANADA 2**, la que se denomina con el nombre de **MOLL DE PONENT**.

La unidad móvil de generación de energía eléctrica con alimentación de GNL para suministro de energía a buque desde tierra se compondrá de los siguientes equipos y componentes principales:

- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural. Formado por un motor SIEMENS modelo SGE-56SL, alimentado a Gas Natural y alternador LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6 unidos en una bancada metálica, diseñados para proporcionar una potencia eléctrica máxima de 823 kWe a $\cos\phi=1$ generando dicha potencia a una tensión de 400Vca y a 50Hz de frecuencia.
- Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL
- Centro de Transformación del Muelle para alimentación a buque.
- Grupo electrógeno de alimentación auxiliar.
- Instalaciones de interconexión auxiliares; líneas eléctricas de BT y AT, mangueras de GN y GNL, depósito gasoil para el grupo electrógeno auxiliar, etc.
- Toma de corriente tipo "Monaguillo"

El contenedor de gas contendrá dos depósitos de 5 m³ cada uno. Uno se llenará de GNL y el segundo se usará como reservorio de presión), uno de GNL y otro de GN, y el sistema de vaporización (el depósito de GNL estará conectado a través de una tubería de la fase gas con el depósito de GN, el cual sirve de respaldo y para equiparar las presiones en ambos depósitos.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 28	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Las características principales de la Planta Satélite de GNL son las siguientes:

Características generales Planta Satélite de GNL		
Capacidad útil de almacenamiento	m ³	5
Capacidad de gasificación	Nm ³ /h	120
Presión máxima de almacenamiento	bar	4
Presión de salida de gas	bar	2,5 a 3,5 bares

1 El nivel de llenado máximo del depósito es del 95%, de forma que la cantidad máxima de GNL almacenado es de aproximadamente 105 Tn.


Las características del GNL que se prevé almacenar y regasificar en la Planta Satélite son las siguientes:

Composición del GNL						
Componente	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	NC ₄	N ₂
% Volumen	91,15	7,33	0,67	0,03	0,03	0,79

Características físicas del GNL		
P.C.S. (Poder Calorífico Superior)	kWh/Nm ³	11,83
P.C.I. (Poder Calorífico Inferior)	kWh/Nm ³	10,65
Densidad GNL (-160°C)	kg/m ³	460
Densidad del gas	kg/Nm ³	0,78
Entalpía de cambio de fase entre líquido a -160°C y gas a 0°C (presión 5 bar)	kcal/kg	200
Calor específico medio del gas entre -160°C y 0°C	kcal/(kg·°C)	0,48
Viscosidad del líquido a -160 °C	cP	0,137
Viscosidad del boil-off a -157 °C	cP	0,005
Capacidad de gasificación	1 m ³ de GNL proporciona 570 Nm ³ de GN	

1.4.2. Características constructivas de los edificios o instalaciones de la Terminal de Carga.

De acuerdo con el PAU de la Terminal de Carga, las características de los edificios o instalaciones que componen el área donde se realizará la actividad EPT1 son las siguientes:

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 29	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

SILO DE VEHÍCULOS

Edificio ubicado en el Muelle de San Bertrán, próximo a la Estación Marítima de TERMINAL FERRY BARCELONA. Consta de una planta aproximadamente rectangular, formado por planta baja, planta primera y planta cubierta.

Se trata de una construcción singular debido a que únicamente dispone de la estructura y los forjados que son realizados en hormigón armado prefabricado. El acceso de los vehículos que se almacenarán en este edificio se realiza a través de una rampa con una pendiente máxima del 15,4 %, mientras que el acceso a la planta baja se puede realizar directamente desde el exterior puesto que el edificio no dispone de cerramientos perimetrales fijos.

TALLER DE MANTENIMIENTO


Edificio situado en el Muelle de Poniente, adosado al Puente de Europa. Se trata de un edificio de planta rectangular alargada formado únicamente por planta baja y en cual existe una zona interior prefabricada ocupada por oficina y almacén de piezas. La estructura principal del edificio es de hormigón armado prefabricado y los cerramientos laterales son de obra de fábrica y de bloque de hormigón de 20 cm de grosor hasta una altura de 7 metros. La cubierta es de fibrocemento y está soportada por una estructura metálica.

EXPLANADA

Todas las zonas situadas al aire libre son las formadas por las explanadas, que ocupan prácticamente la totalidad de la actividad y donde se encuentran entre otros los edificios del silo y taller. Toda la explanada tiene una extensión que abarca desde la Estación Marítima de TFB en el Muelle San Bertrán hasta el Muelle de Poniente. Toda esta extensión al aire libre se encuentra pavimentada y es donde se encuentran almacenados los contenedores, vehículos y mercancías a cargar y descargar de los barcos.

1.4.3. Áreas de la instalación.

La actividad de TERMINAL FERRY BARCELONA se desarrolla en tres edificaciones: Estación Marítima, Silo de vehículos y Taller Mecánico de mantenimiento. El resto del espacio ocupado por la actividad es la Explanada en la que se almacenan

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 30	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

los contenedores, plataformas y diferentes mercancías que se cargan o descargan de los barcos y los distintos muelles de atraque.

ESTACIÓN MARÍTIMA

Edificio ubicado en el Muelle San Beltrán que alberga la Terminal de pasajeros y las oficinas. El edificio consta de dos plantas. En la planta baja se encuentran los mostradores de venta de pasajes, zona de recepción y recogida de equipajes, cafetería-restaurante (gestionada por empresa privada), locales comerciales y zona de control. En la planta primera se sitúan las oficinas de Acciona-Trasmediterránea y la sala de embarque.

SILO DE APARCAMIENTO DE VEHÍCULOS

El edificio se halla ubicado en el Muelle San Beltrán, consta de tres plantas para vehículos. En la planta baja se almacenan camiones pesados y vehículos ligeros, con un máximo de 83 camiones ó 400 vehículos ligeros y en la primera planta y planta cubierta se almacenan vehículos ligeros, un máximo de 368 en la planta 1ª y 389 en la cubierta.


TALLER DE MANTENIMIENTO

El Taller es un edificio situado en el Muelle Poniente, en él se realizan las operaciones de reparación y mantenimiento de los vehículos tractores utilizados en las operaciones de carga/descarga de buques. En el mismo edificio se encuentra ubicado un almacén de material para suministro de barcos.

En este mismo espacio se ubica un depósito de gasóleo interior de 40 m3 y estación de bombeo para el suministro de combustible a los vehículos de carga (Mafis, carretillas elevadoras, Reach Stacker) y furgonetas de desplazamiento por la Explanada.

EXPLANADA

Espacio abierto que ocupa prácticamente la totalidad de la actividad. Su extensión abarca el Muelle de San Beltrán y el Muelle Poniente. Toda esta extensión se encuentra pavimentada y es el lugar donde se estiban los contenedores, vehículos y mercancías a cargar/descargar de los buques.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 31	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

En el Muelle San Beltrán están situados la Estación Marítima y el Silo de Vehículos.

El Muelle Poniente se haya dividido por el Puente de Europa, al pie del cual se ubican la nave de Taller, almacenes de Acciona-Trasmediterránea y almacén frigorífico de fruta actualmente sin explotación. El paso entre las dos zonas se realiza a través de un vial entre naves.


Se pueden distinguir 3 zonas claramente diferenciadas en la Explanada:

- Explanada 1: Muelle San Beltrán
- Explanada 2: Muelle Poniente Sur
- Explanada 3: Muelle Poniente Norte

La actividad recogida en el presente PAU se desarrolla en la **EXPLANADA 2**, la que se denomina con el nombre de **MOLL DE PONENT**.

Unidad Móvil EPT1 – BCN - RORO			
Nombre de la Actividad:	EPT1 – BCN - RoRo	Actividad principal:	Suministro electricidad a buque RoRo mediante planta GNL y motor gas natural.
Cuadro de Superficies Terminal de Carga			
Zona		Superficie Construida (m²)	
Explanada 1		34.771,45	
Silo (en planta)		6.729,52	
Explanada 2 (Incluye Sistema de Suministro electricidad a buque RoRo mediante planta GNL y motor gas natural)		58.163,40	
Taller de vehículos		1.934,16	
Explanada 3		15.659,47	
TOTAL SUPERFÍCIE		117.258,00	

Toda esta información está reflejada gráficamente en los planos incluidos en la Documentación Gráfica del Anexo III.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 32	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.4.4. Actividades de la instalación.

1.4.4.1. Descripción de la Actividad del Sistema EPT1.


La actividad recogida en el presente Plan de Autoprotección consiste en el sistema de generación eléctrica a gas natural para proporcionar la energía necesaria para mantener funcionando el HVAC, la iluminación, y cualquier otro equipo a bordo, mientras el buque está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de los generadores diésel auxiliares.

El suministro se realiza mediante la unidad móvil de generación de energía eléctrica con alimentación de GNL para suministro de energía a buque desde tierra.

El funcionamiento previsto durante el período de actividad del sistema, en las 4 semanas que durará la Prueba Piloto, recoge 3 escenarios con actuaciones diferenciadas. Son las indicadas a continuación:

- A. **Actuación de llenado del depósito de GNL desde una cisterna de transporte.** Esta actuación se realizará en 4 ocasiones, de forma previa siempre a la llegada del buque, 1 vez por semana. En estas actuaciones se contará directamente con medios externos presentes, concretamente una dotación GPR de Bomberos de Barcelona y una dotación de Policía Portuaria. Previamente se avisa de día y hora por correo al Centro de Control (centre.control@portdebarcelona.cat) y a la Terminal de Carga ([Joaquim Marías joaquinmj@trasmediterranea.es](mailto:Joaquim.Marias.joaquinmj@trasmediterranea.es)). Una vez la cisterna llega al muelle se llama Centro de Control 900.10.08.52. y se activa grupo y Policía Portuaria.



	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 33	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


B. Funcionamiento RoRo durante el tiempo de estancia del buque en el Puerto. Se prevé realizar este funcionamiento 1 día a la semana, aproximadamente unas 8 horas y durante 4 semanas. Para esta actuación se dispondrá de presencia continuada del personal responsable del Sistema, tanto del contenedor de GNL como del grupo eléctrico a gas, como del buque y también de Port de Barcelona. Son las siguientes personas :

- Contenedor GNL - HAM (Albert Casasin, Responsable Emergencias, Tel. 675.99.47.13).
- Contenedor motor - SIEMENS/Guascor, (Amaia Alcorta, Responsable Emergencias, Tel. 628.70.84.94).
- Buque - SUARDIAZ (Rafael Rolo, Responsable Técnico, Tel. 610.72.58.32.).
- Autoridad Portuaria de Barcelona (APB) (Dani Ruiz, Responsable Técnico y equipo evacuación t confinamiento, Tel. 608.74.09.82.)



C. Instalación parada durante el tiempo entre cada período de actuación. En los períodos de tiempo entre cada estancia del buque en el puerto la instalación quedará parada. En estos períodos no existirá ninguna presencia continuada, pero sí que quedarán en servicio los sistemas automáticos de gestión, control y alarma del Sistema. También quedará bajo la vigilancia de los sistemas de alarma visual desde las instalaciones de la Terminal del Puerto La secuencia de avisos y actuaciones será la siguiente :

- Recepción de avisos vías SMS :

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 34	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


- HAM (Albert Casasin, Responsable técnico y de emergencias).
 - APB (Jordi Vila, Jefe de Medio Ambiente).
- b. Activación de la secuencia de actuaciones según establece el fabricante del equipo HAM (Ver tabla a siguiente). De forma resumida, las actuaciones consisten en :
- HAM (Albert Casasin) indica qué actuación es necesaria y además envía personal de emergencia desde su base en Abrera (en caso necesario).
 - APB (Jordi Vila) activa el Centro de Control del Puerto de Barcelona.



1.4.4.2. Descripción de las Actividades de la Terminal de Carga.


Las actividades que se desarrollan en la Terminal de Carga son las siguientes :

1. Servicios al pasaje:
 - Embarque y desembarque de pasajeros.
 - Carga y descarga de equipajes y vehículos en régimen de pasaje.
2. Servicios de manipulación y transporte de mercancías:
 - Carga, estiba, descarga, desestiba y trasbordo de mercancías.
 - Depósito de vehículos de forma previa a su cara / descarga en el buque de transporte. La capacidad teórica de almacenamiento de las explanadas es de 706 plataformas y 316 coches.
3. Taller de mantenimiento y reparación de maquinaria portuaria.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 35	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.4.4.3. Tabla resumen de actividades.

Unidad Móvil EPT1 – BCN - RORO		
Nombre de la Actividad:	EPT1 – BCN - RoRo	Actividad principal: Suministro electricidad a buque RoRo mediante planta GNL y motor gas natural.
Áreas y Actividades de la Terminal de Carga y EPT1		
Zona	Superficie Construida (m ²)	Actividades
ESTACIÓN MARÍTIMA	3.651,30	Terminal pasajeros
TALLER	1.905,01	Taller mantenimiento maquinaria portuaria
SILO VEHÍCULOS (Planta baja)	6.671,68	Zona de espera de vehículos de pasaje y camiones
SILO VEHÍCULOS (Planta 1º y cubierta)	13.376,10	Estiba de vehículos
EXPLANADA	108.594,32	Carga/descarga buques. Estiba de mercancías y vehículos. Embarque/desembarque de pasajeros.
EXPLANADA	---	Suministro de energía eléctrica a buque mediante Planta de GNL y motor a gas natural.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 36	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.5. Ocupación

1.5.1. Cuadros de presencia en las diferentes horas del día, de personal y ocupantes.

1.5.1.1. Presencia en la Terminal de Carga.

Según se indica en su PAU correspondiente, en las instalaciones de la **Terminal de Carga** se pueden encontrar cinco tipos de ocupantes:

- 1) Trabajadores propios de la empresa que gestiona la Terminal de Carga (oficinas, operaciones y taller)
- 2) Estibadores portuarios.
- 3) Personal de empresas externas (proveedores, transportistas, etc.)
- 4) Pasaje.
- 5) Trabajadores vinculados a la Estación de Servicio RoRo.

Según se indica en su PAU, la actividad en la Terminal de Carga es muy variable dependiendo de los buques que deben realizar su escala. Es por este motivo que el personal deberá cubrir por turnos tanto el movimiento de pasaje como de mercancías todos los días de la semana, de lunes a domingo.

La presencia estimada para cada una de estas tipologías de ocupantes es la siguiente:

- 1) Trabajadores propios Terminal de Carga :
Entre 6 y 13 personas (Según horarios).

- 2) Estibadores portuarios.

Se contrata una media de 25 personas por operativa con un total de 9 operativas por día máximo, lo que supone un máximo de 225 estibadores al día como máximo.


Existe además personal en tareas de recepción y entrega :

- 08:00 a 14:00 : 27 trabajadores.
- 14:00 a 20:00 : 23 trabajadores.
- 20:00 a 02:00 : 3 trabajadores.

- 3) Personal de empresas externas :

Conductores de camiones portacoche :

- 08:00-14:00 : media de 49 y máximo de 100 conductores.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 37	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- 14:00-20:00 : media de 12 y máximo de 32 conductores.

Conductores de camión :

- 08:00-14:00 : media de 133 y máximo de 265 conductores.
- 14:00-20:00 : media de 182 y máximo de 344 conductores.
- 20:00-02:00 : media de 76 y máximo de 175 conductores.

Conductores para embarcar :

- En un día punta pueden llegar a embarcar 120 conductores con su correspondiente camión, aproximadamente.

4) Pasaje :

El número de pasajeros varía mucho en función de la época del año. La Tabla siguiente presenta una estimación:


	PASAJE ESTACIÓN MARÍTIMA		PASAJE EXPLANADA	
	(TB)	(TA)	(TB)	(TA)
7.00-14.00H	40	130	60	170
10.00-17.00H	20	50	70	80
15.00-22.00H	30	350	90	450
17.00-24.00H	70	600	150	1000

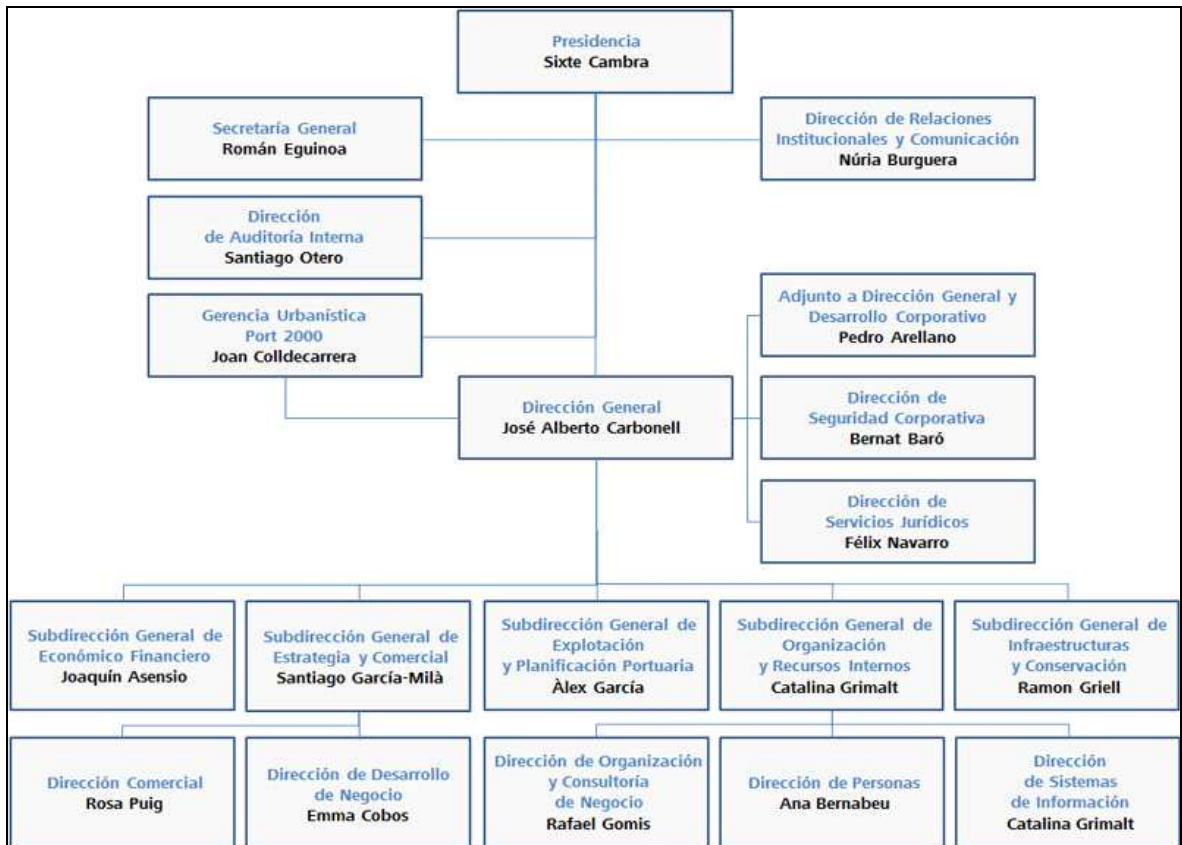
TA: Temporada Alta (Semana Santa, 15/06 – 15/09, 15/12 – 15/01)

TB: El resto del año

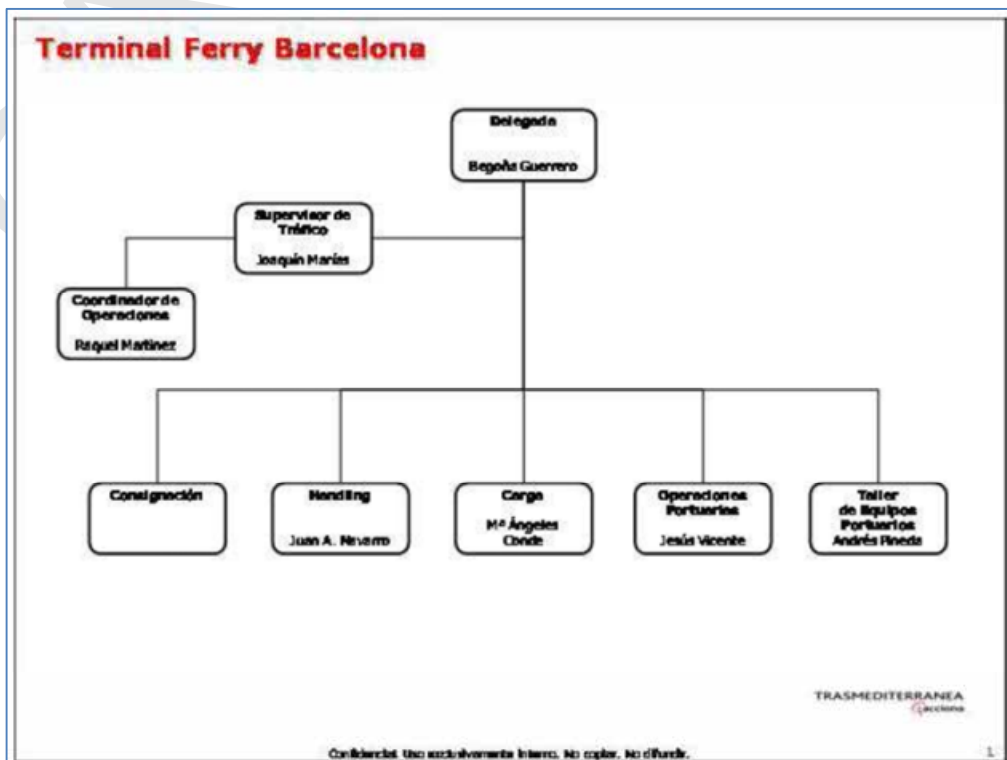
1.5.2. Organigrama

El Organigrama del Port de Barcelona, al cual está directamente asociada la Actividad **Unidad Móvil EPT1 – BCN – RORO** es el siguiente :

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 38	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	



El organigrama funcional de la Terminal Marítima del Port de Barcelona, de acuerdo con la información recogida desde su PAU específico, es el siguiente:



	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 39	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.6. Análisis del riesgo.

1.6.1. Inventario y evaluación de los riesgos internos.

1.6.1.1. Riesgos específicos del Gas Natural Licuado.

Analizando las propiedades físico-químicas de las sustancias es posible prever unos riesgos que son los denominados riesgos intrínsecos asociados a la naturaleza de las mismas. Así se identifican a continuación los riesgos específicos del Gas Natural Licuado, sustancia que se utiliza en la Planta objeto del documento :

A. Riesgos de incendio y explosión.


- a) Gas inflamable almacenado bajo presión en estado licuado, genera grandes cantidades de vapor inflamables cuando se derrama. El Gas Natural frío tiene más densidad que el aire, por lo que se extiende en forma de nube a baja altura y puede resultar muy peligroso si entra en contacto con chispas o fuentes de calor. Amplio intervalo de concentraciones explosivas en el aire. La exposición del depósito al fuego puede dar lugar a rupturas violentas.
- b) Existe riesgo de explosión del vapor fugado si éste se inflama en un área cerrada y en menor medida, aunque también es posible, si se produce la ignición de la nube no confinada en el exterior.

B. Riesgos de toxicidad y contacto.

- a) Inhalación
 - El gas natural no es tóxico. Sus vapores no irritan los ojos ni la garganta.
 - Concentraciones medias en aire pueden producir vértigos, somnolencia e inconsciencia.
 - Se comporta como un asfixiante: muerte debida al desplazamiento del aire.
 - No existe TLV y concentración IPVS.

- b) Contacto

El contacto de la mezcla de hidrocarburos gaseosos licuados con la piel o los ojos puede tener como resultado irritación o quemaduras debidas a la congelación. Sin embargo, el riesgo de contacto es muy bajo debido a una vaporización muy rápida del gas licuado.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 40	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

c) Ingestión

No es probable la ingestión de este producto. Pero si el producto se encuentra en estado licuado puede provocar congelación de la boca y la garganta.

C. Riesgos de reactividad, inestabilidad y corrosión.

Reacciona violentamente con materias oxidantes que pueden causar su ignición.

D. Riesgo de polución de aguas.

Es peligroso para la vida acuática.


1.6.1.2. Análisis del Riesgo Cuantitativo de la Unidad Móvil de generación eléctrica.

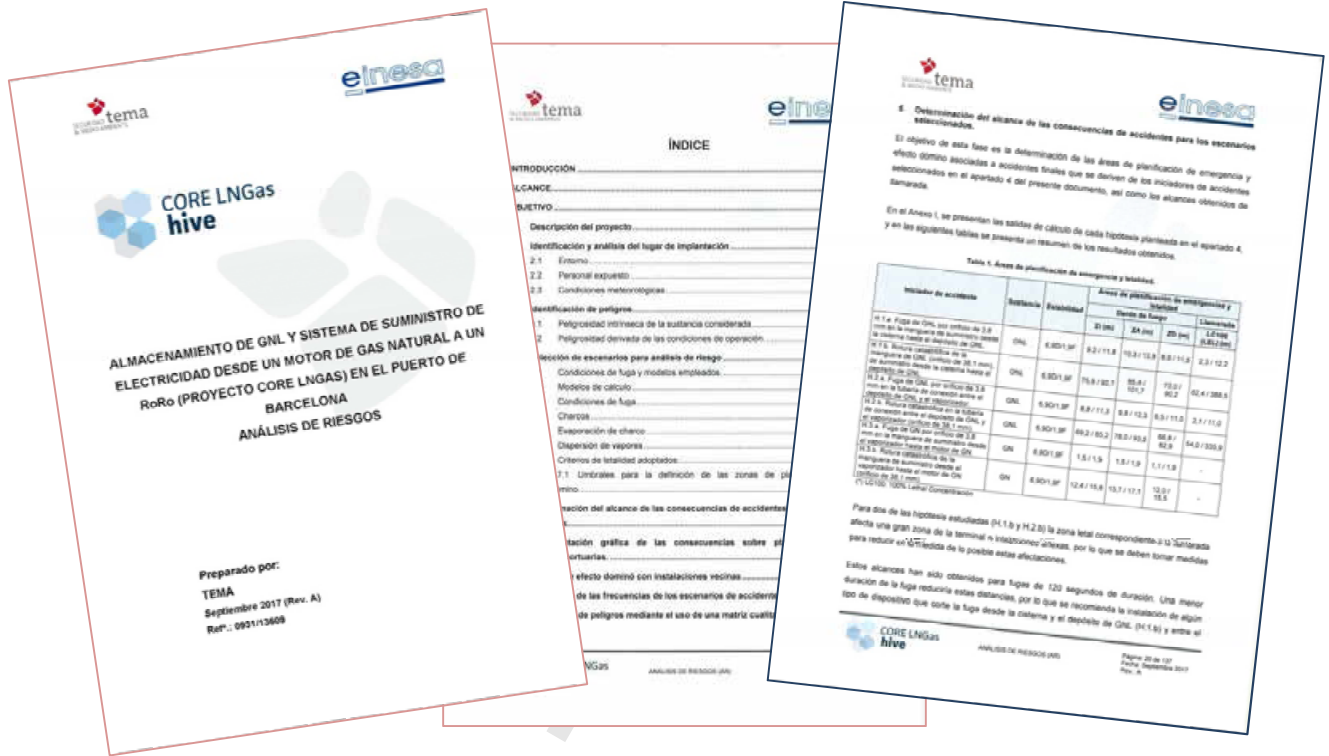
Con la finalidad de disponer de un Análisis del Riesgo particularizado para la actividad a realizar, **Unidad Móvil EPT1 – BCN – RoRo**, se ha desarrollado un Estudio específico y detallado que se recoge en un documento independiente, a parte del presente, con la siguiente identificación:

**ALMACENAMIENTO DE GNL Y SISTEMA DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD
DESDE UN MOTOR DE GAS NATURAL A UN RoRo (PROYECTO CORE LNGAS) EN
EL PUERTO DE BARCELONA
ANÁLISIS DE RIESGOS
Septiembre 2017 (Rev. A) Ref^o.: 0931/13609.**

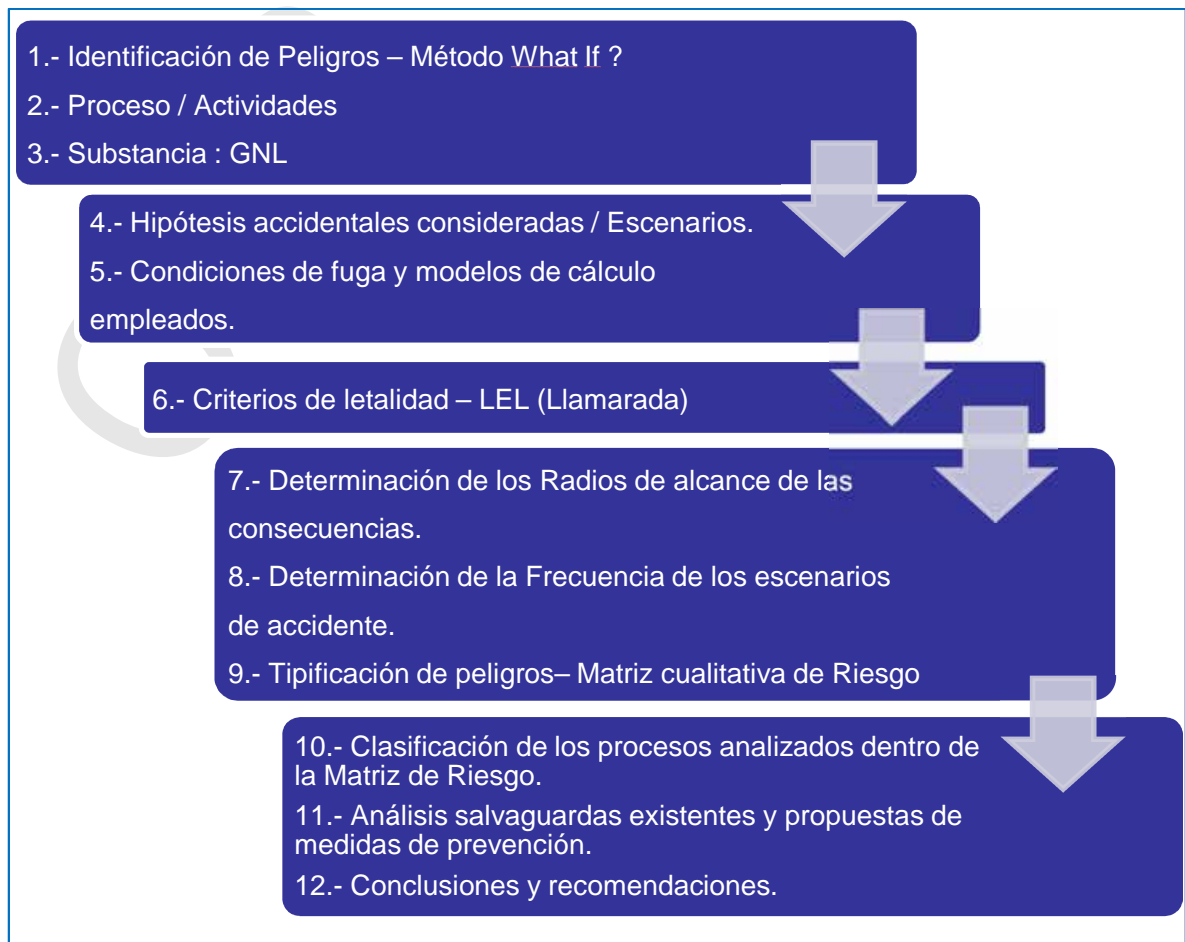
Se dispone de dicho documento independiente del presente Plan de Autoprotección.


Las conclusiones principales del citado Análisis de Riesgos son las que se presentan a continuación de forma esquemática :

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 41	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	



1.6.1.3. Etapas del Análisis de Riesgos.




	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 42	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.		16677PE

1.6.1.4. Hipòtesis accidentals considerades / Escenaris.

ESCENARIO : Hipòtesis accidentals	
H.1.a.	Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.
H.1.b.	Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro de desde la cisterna hasta el depósito de GNL.
H.2.a.	Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador.
H.2.b.	Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm).
H.3.a.	Fuga de GN por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN.
H.3.b.	Rotura catastrófica de la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN (orificio de 38,1 mm).

1.6.1.5. Condiciones de fuga.

Tipo de fuga	Diámetro de orificio (mm)	Duración de fuga (s)
10% del diámetro de la tubería	3,8	120
Rotura catastrófica	Diámetro total de la tubería/manguera	120


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 43	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.6.1.6. Zonas de Planificación y de efecto dominó.

- **Zona de Intervención** definida como aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- **Zona de Alerta** como aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos de población.
- **Zona de efecto dominó:** Por otro lado, y tras la publicación del RD 840/2015^V y el RD 1196/2003^{VI}, se deben evaluar el daño material y consecuente Efecto Dominó entre las instalaciones de un mismo establecimiento y entre los vecinos. En el presente AR se definirán las zonas de daños materiales Z.D. (Zonas de Efecto Dominó) para los escenarios accidentales derivados de las hipótesis de accidentes postuladas, y se analizarán en detalle el alcance y riesgo de concatenación de accidentes por afectación de un primero sobre otras instalaciones, dentro del establecimiento objeto del presente estudio.

Efecto Físico	Evento	Zona Intervención	Zona Alerta	Efecto Dominó
Radiación Térmica	Incendio	6,64 kW/m ²	3,71 (kW/m ²)	8 kW/m ²
	Llamarada	LEL (*)	-	-

(*) LEL: Lower Explosive Limit

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 44	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.6.1.7. Valores resultantes del cálculo para las Áreas de Planificación de Emergencia y Letalidad.


Iniciador de accidente	Sustancia	Estabilidad	Áreas de planificación de emergencias y letalidad (*)			
			Dardo de fuego			Llamarada
			ZI (m)	ZA (m)	ZD (m)	LC100 (LEL) (m)
H.1.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde la cisterna hasta el depósito de GNL.	GNL	6,9D /1,9F	9,2 m / 11,8 m.	10,3 m. / 12,8 m.	8,9 m. / 11,5 m.	2,3 m. / 12,2 m.
H.1.b. Rotura catastrófica de la manguera de GNL (orificio de 38,1 mm), de suministro de desde la cisterna hasta el depósito de GNL.	GNL	6,9D /1,9F	75,6 m. / 92,7 m.	85,4 m. / 101,7 m.	73,0 m. / 90,2 m.	62,4 m. / 388,5 m.
H.2.a. Fuga de GNL por orificio de 3,8 mm en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador.	GNL	6,9D /1,9F	8,8 m. / 11,3 m.	9,8 m. / 12,3 m.	8,5 m. / 11,0 m.	2,1 m. / 11,0 m.
H.2.b. Rotura catastrófica en la tubería de conexión entre el depósito de GNL y el vaporizador (orificio de 38,1 mm).	GNL	6,9D /1,9F	69,2 m. / 85,2 m.	78,0 m. / 93,5 m.	66,8 m. / 82,9 m.	54,0 m. / 335,9 m.
H.3.a. Fuga de GN por orificio de 3,8 mm en la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN.	GN	6,9D /1,9F	1,5 m. / 1,9 m.	1,5 m. / 1,9 m.	1,1 m. / 1,9 m.	-
H.3.b. Rotura catastrófica de la manguera de suministro desde el vaporizador hasta el motor de GN (orificio de 38,1 mm).	GN	6,9D /1,9F	12,4 m. / 15,8 m.	13,7 m. / 17,1 m.	12,0 m. / 15,5 m.	-

(*) Distancia desde el centro del charco para los incendios

1.6.1.8. Determinación de la Frecuencia de los escenarios de accidente.

Valores e Hipótesis utilizados en el cálculo:

- Período de prueba del proyecto es de 1 mes (4 semanas).
- Suministro GNL desde cisterna hasta depósito 1 vez a la semana, 1 h/suministro, (4 horas de operación anual).
- Tubería entre depósito GNL y vaporizador, puede presentar fuga durante las 24 horas/día, 30 días período de prueba, 720 horas operación anual.
- Suministro GNL desde cisterna hasta depósito 1 vez a la semana, 1 h/suministro, 4 horas de operación anual.
- Buque 8 horas atracado en puerto, por lo que suministro GN a motor será de 8 horas semanales, 32 horas operación anual.
- Probabilidad de presencia de personas en = 1
- Probabilidad de ignición de una nube inflamable por vehículos= 0,5.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 45	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Escenarios	Frecuencia (horas ⁻¹)	Frecuencia (año ⁻¹)	Frecuencia final (año ⁻¹)
Rotura catastrófica de manguera [1] (4 h operación)	4,00E-06	1,60E-045	8,00E-06
Rotura parcial de manguera [2] (4 h operación)	4,00E-05	1,60E-04	8,00E-05
Rotura catastrófica de manguera [1] (32 h operación)	4,00E-06	1,28E-04	6,40E-05
Rotura parcial de manguera [2] (32 h operación)	4,00E-05	1,28E-03	6,40E-04
Rotura catastrófica de tubería [3]	1,00E-06	5,00E-06	2,50E-06
Rotura parcial de tubería [4]	5,00E-06	2,50E-05	1,25E-06

1.6.1.9. Priorización de los peligros – Matriz cualitativa de Riesgo.

MATRIZ DE RIESGO

← Incremento de probabilidad
Probabilidad de ocurrencia

Severidad	Probabilidad	Probable (I)	Puede ocurrir (II)	Poco probable (III)	Muy improbable (IV)	No creíble (V)
		Ocurre por lo menos una vez en un año operativo.	Ocurre una vez o más en 10 años operativos.	Ocurre por lo menos una vez durante la vida útil de las instalaciones.	Ocurre menos de una vez durante la vida útil de las instalaciones. No se espera que suceda.	Nunca ha sucedido hasta ahora. No hay constancia que ocurra.
↑ Incremento de severidad	A Catastrófico Personal -Varias muertes Imagen pública - Vidas expuestas a accidentes peligrosos Medio ambiente -Gran fuga incontrolada Pérdida económica muy importante.	1	1	2	2	4
	B Crítico Personal – Lesiones graves, conllevando discapacidad hasta una sola muerte. Imagen pública – Expuesto a un accidente que puede causar daños. Medio ambiente – Gran fuga no confinada. Pérdida económica importante.	1	2	2	3	4
	C Marginal Personal – Lesiones, no implicando discapacidad ni muerte. Imagen pública – Ningún impacto Medio ambiente – fuga que se mantiene confinada. Pérdida económica moderada.	2	2	3	3	4
	D Despreciable Personal – lesiones que implican solo primeros auxilios. Medio ambiente – pequeña fuga que se mantiene confinada. Pequeña pérdida económica.	3	3	3	3	4
	E Ningún impacto (Nada sucede).	4	4	4	4	4

1 – Intolerable: Necesario un cambio de diseño o añadir un SIS 3 – Gestión de mejora continua
2 – Incorporar medidas de reducción de riesgo o protecciones 4 –NC: No creíble. NI: Ningún impacto

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 46	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


1.6.1.10. Clasificación de los procesos analizados dentro de la Matriz de Riesgo.



1.6.1.11. Análisis salvaguardas existentes y propuestas de medidas de prevención.

Salvaguardas Existentes :


1. Señalización viaria.
2. Limitación de velocidad a 30 KPH.
3. Cerramiento valla, tipo RIVISA zona contenedores y descarga cisterna.
4. Comprobación documental APB requisitos ADR e inspecciones cisterna. Comprobación visual estado cisterna responsable mantenimiento terminal.
5. Comprobación estado cisterna por operador antes de carga GNL en depósito (contenedor). Comprobación presión, temperatura.
6. Calzos en la cisterna.
7. Seta emergencia (junto bomba en cisterna). Cierre válvulas fondo conexiones líquido y gas. Paro bomba cisterna por operador
8. Dos válvulas antirretorno en serie en tubería carga (impide vaciado depósito en caso rotura manguera).
9. Presencia permanente personal durante operación.
10. Medios de extinción en el área.
11. Protocolo de descarga, incluye comprobación conexión toma equipotencial.
12. RV (4, 2 en servicio) depósito. Presión diseño depósito 8 bar. Válvula seguridad en depósitos GNL contenedor.
13. Procedimiento de secado e inertización depósitos GNL antes puesta en servicio. Puesta en frío con nitrógeno.
14. Válvula expansión térmica en tramos aislables. Descarga a piso contenedor.
15. Nivel continuo GNL en depósito con alarma alto y muy alto nivel, y cierre válvulas automáticas depósito.
16. Estacionamiento remolques fuera radios seguridad (UNE 60210). Circulación vehículos zona exterior a radios seguridad (referencia UNE 60210). Zona estacionamiento vehículos MM.PP. alejada de zona operación.
17. Clasificación ATEX área carga GNL.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 47	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

18. Calentador eléctrico de apoyo (calentamiento del GN a una temperatura superior a 0°C).
19. Cierre automático de válvulas en la salida del vaporizador por baja temperatura (-10°C) por activación de alarma de baja en dos de los tres (2oo3) transmisores en la salida del vaporizador.
20. Protocolo de prueba de estanqueidad para detección de fugas en conexiones de la instalación.
21. Presencia permanente de personal durante toda la operación de suministro de GN a motor.
22. Cierre de válvula reguladora (una por ramal) por baja presión.
23. Break away (en cable de suministro de energía eléctrica al buque).
24. Conmutación automática a baterías de apoyo con autonomía de aproximadamente 1 hora.
25. Transmisión de aviso de fallo a través de SMS a HAM y a APB.
26. Protección propia del motor de GN por alta temperatura en circuito de agua de refrigeración - bloque motor
27. Sistema de fijación y protección mecánica de las tuberías de captación / descarga de agua de refrigeración del motor de GN.
28. Protocolo de activación del sistema de recirculación de GN antes de proceder a la alimentación al motor.
29. Diseño y ejecución de instalaciones de acuerdo con normativa nacional, autonómica y local y con estándares internacionales para prevención de contactos directos e indirectos con elementos o dispositivos eléctricos.
30. Cámaras de seguridad. Vigilancia de policía portuaria
31. Aberturas laterales contenedor (depósitos y motor GN) con reja.
32. Cubeto de contención de derrames (zona inferior del contenedor construido en acero inoxidable).
33. Depósito con doble pared (al vacío y con aislante).
34. Depósito GN de reserva (sin GNL) (5m3) comunicado por la fase gas para absorber la presión del depósito con GNL.
35. Alarma de alta presión, aviso a través de SMS a HAM y APB. Aplicación de medidas por parte del operador para reducir la presión en el depósito.

Propuestas de medidas adicionales de prevención :

- a. R.1.13. Estudiar emplazamiento de la instalación / circulación de vehículos para minimizar posibilidad de colisión.
- b. R.1.14. Prohibición explícita de circulación vehículos con MM.PP. en la zona durante descarga de cisterna / carga de depósito.
- c. R.1.15. Protección mecánica paso servicios en zona dominio portuario entre cantil del muelle y límite contenedores.
- d. R.1.16. Prohibición expresa de realizar operaciones de mantenimiento (tractoras, remolques frigoríficos, etc.) dentro de los radios de seguridad (UNE 60210).
- e. R.1.17. Asegurar indicación explícita en protocolo de carga de prohibición de realizar carga de depósitos durante tormenta eléctrica, baja visibilidad por niebla y/o falta de luz.
- f. R.1.18. Analizar necesidad de destacamento para extinción de incendios (grupo GPR).
- g. R.2.1. Consultar con armador medidas previstas para fallo de suministro de energía eléctrica durante operaciones mientras el buque está atracado en el muelle (generadores de emergencia de buque, ...).

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 48	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- h. R.2.2. Consultar con proveedor motor la necesidad de detección de gas dentro del contenedor de motor de GN (activación alarma por SMS y estroboscópica).
- i. R.3.1. Informar a Seguridad Corporativa del Puerto, del proyecto, de la implantación y del calendario (un mes) de las operaciones.
- j. R.3.2. Considerar necesidad de cubrir el techo contenedor con rejilla tipo TRAMEX para minimizar posibilidad impacto objeto externo.
- k. R.3.3. Establecer protocolo vaciado depósitos GNL/GN después de prueba piloto.

1.6.1.12. Conclusiones y Recomendaciones:

Conclusiones:


- La ocurrencia de las hipótesis planteadas es muy improbable, por lo que no se espera que suceda durante la prueba piloto.
- La severidad de las llamaradas las llamaradas de la rotura catastrófica de la manguera de GNL y de la rotura catastrófica de la tubería de conexión se han tipificado la severidad como catastrófica.
- El nivel de riesgo correspondiente a las hipótesis citadas en el punto anterior de acuerdo con la matriz de riesgos es 2, por lo que se deben incorporar medidas de reducción de riesgo o protecciones adicionales, que son las ya propuestas en el estudio What if...?.
- Los alcances correspondientes al dardo de fuego y llamarada de las hipótesis H.2.a y H.2.b, posiblemente serán menores a las calculadas en este estudio, dado que el escenario tiene lugar dentro del contenedor.

Recomendaciones:

- Las zonas letales / intervención correspondientes a las llamaradas para roturas catastróficas de manguera y condición climática 1,9 F son mayores a 300 m, por lo que se requiere revisar las medidas adicionales, como dispositivos de corte de fugas, y sistemas de cierre automático de las mangueras y tuberías.

1.6.2. Riesgo laboral (referencia limitada a los riesgos que pueden originar emergencias).

El Artículo 20 de la Ley de Prevención Riesgos Laborales recoge la obligación del titular de analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 49	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

de protección de los trabajadores. Esta función se canaliza a través del Plan de Autoprotección.


No son objetivo primordial del PAU pero los riesgos laborales se incluirán por coherencia y como un posible motivo de activación del plan, únicamente si son graves o afectan a más de una persona.

1.6.3. Inventario y evaluación de riesgos externos.

Son los riesgos que se deben a la localización del edificio y su entorno, y que podemos generar una situación de emergencia a la actividad, tanto a causa de los riesgos de protección civil como de los riesgos que puedan generar las actividades vecinas. En el caso de riesgos de protección civil, los escenarios posibles y las actuaciones a realizar corresponderán con los niveles de actuación contemplados en los planes especiales correspondientes o los avisos del Servicio Meteorológico de Cataluña y CECAT.

Los centros y establecimientos, además de poder ser generadores de riesgo, algunas veces pueden ser, también, elementos vulnerables de otros riesgos que se puedan generar en el exterior.

En los apartados siguientes se presenta el Inventario y Evaluación de los riesgos externos, según consulta sobre el mapa de Protección Civil de Cataluña.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 50	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

AFECTACIÓN MAPA DE RIESGOS DE CATALUNYA.

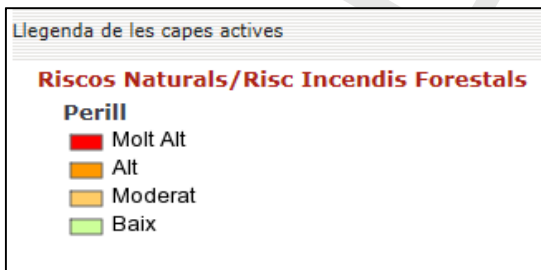
Riesgo inundaciones :




<p>Riscos Naturals/Risc Inundacions/Risc Inundacions (Capes incloses al pla INUNCAT)</p> <p>Zones potencialment inundables</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Antiga llacuna ■ Potencialment inundable marítim terrestre ■ Potencialment inundable per curs fluvial 	<p>Riscos Naturals/Risc Inundacions/Risc Inundacions (Capes servides per la Confederación Hidrogràfica del Ebro)</p> <p>Àrees amb risc potencial significatiu d'inundació (ARPSIs)</p> <p>Legend</p> <p>Zones inundables d'origen marí amb probabilitat baixa o excepcional (T=500 anys)</p> <p>Legend</p> <p>Zones inundables d'origen marí amb probabilitat mitjana o ocasional (T=100 anys)</p> <p>Legend</p>
--	--

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 51	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.		16677PE

Riesgo de incendio forestal, peligro y vulnerabilidad :




Según se especifica en el Mapa de Riesgo de Protección Civil de Catalunya, la totalidad de Barcelona se define como zona de Peligro de Incendio Muy Alto. Sin embargo en la zona del Puerto donde se localiza la actividad se puede considerar que el **Riesgo de Incendio es Bajo y la Vulnerabilidad también es Baja, por lo que el Riesgo se puede considerar nulo.**

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 52	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Riesgo de nevadas, vías prioritizadas :




Riscos Naturals/Risc Nevades
Vies prioritizadas
 Vies prioritizadas

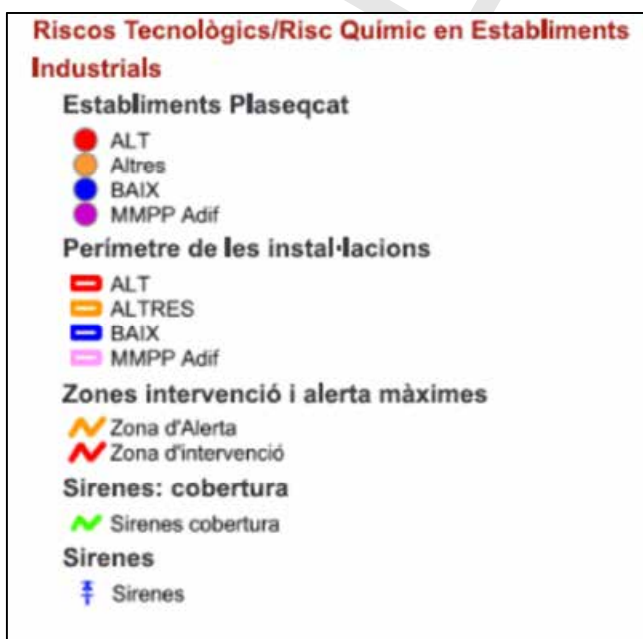
	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 53	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Riesgo Sísmico :



	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 54	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Riesgo químico en establecimientos industriales:




Riesgo por transporte viario materias peligrosas :



Riscos Tecnològics/Risc Transport Mercaderies Perilloses


Nivell de perill per municipi per transport viari de MMPP

- Baix
- Mig
- Alt
- Molt alt

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 56	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


Riesgo por transporte ferroviario materias peligrosas :



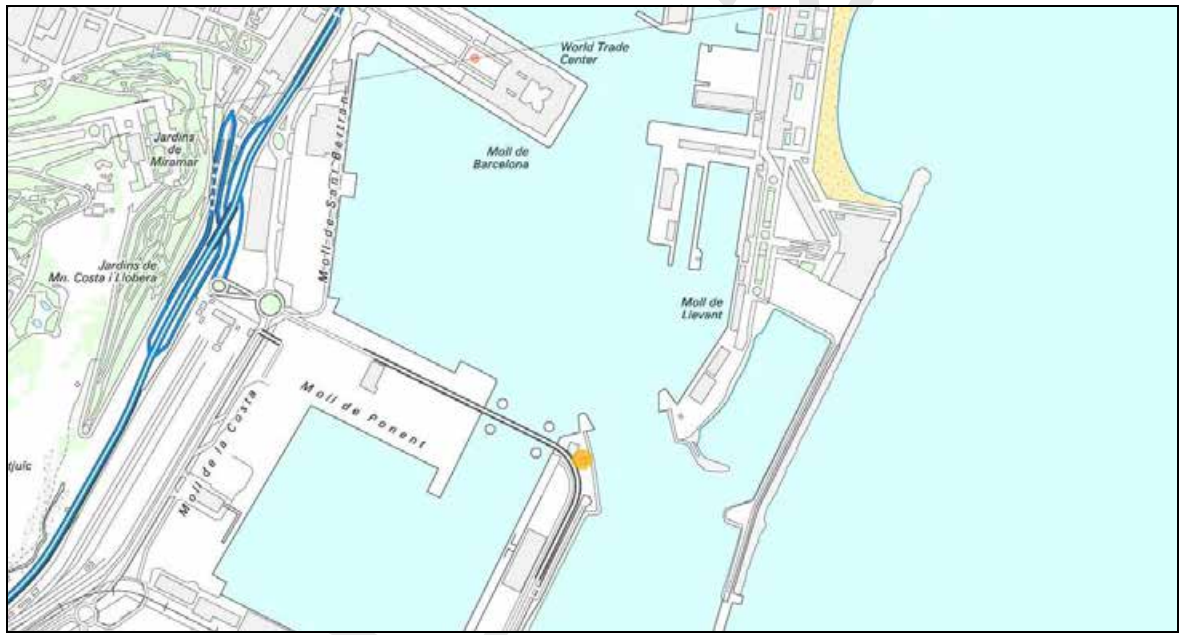
	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 57	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Riesgo por contaminación marina :



	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 58	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Riesgo aeronáutico:




Riscos en el Transport/Risc Aeronàutic

Instal·lacions aeronàutiques

- Aeroport
- Aeròdrom
- Heliport

Tabla resumen de los Riesgos externos :

Unidad Móvil EPT1 – BCN - RORO			
Nombre de la Actividad:	EPT1 – BCN - RoRo	Actividad principal:	Suministro electricidad a buque RoRo mediante planta GNL y motor gas natural.
RIESGOS EXTERNOS			
	Afectación a la actividad	Evaluación	
Fenómenos naturales			
Inundaciones	Si	Potencialmente inundable marítimo terrestre	
Incendios forestales	No	Municipio Barcelona sí afectado. Emplazamiento Puerto Riesgo Nulo.	
Nevadas y heladas	Si	Proximidad vías transporte priorizadas por Riesgo Nevadas	
Sismos	No	Intensidad VII	
Riesgos Tecnológicos			
Riesgo Químico en Establecimientos industriales	No		
Transporte Viario / Ferroviario de materias Peligrosas	Si	La actividad se encuentra dentro de la zona de afectación Muy Alta por proximidad a vías de comunicación	
Contaminación Marina	Si	Proximidad a zona marina con Riesgo de Contaminación.	
Aeronáutico	Si	Proximidad Helipuerto	
Riesgos entrópicos			
Amenaza de bomba	Si	Trivial	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 60	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.6.4. Descripción e identificación de las condiciones de evacuación.

La zona en la que se realizará la implantación de la Unidad Móvil EPT1 – CN – RoRo es una explanada abierta en la cual es posible realizar una evacuación por el espacio abierto hasta las puertas de salida de la zona de la Terminal de Carga, que son las que se han documentado en la tabla correspondiente del apartado 1.2 de la presente memoria.

1.6.5. Evaluación de las condiciones de confinamiento.

El confinamiento es la acción de encerrarse en el interior de un local cerrado respecto al exterior, asegurando en cierre de las ventanas, obturando las aberturas, incluidas las entradas de aire, después de haber detenido las instalaciones de climatización y ventilación.


Se permanecerá en el edificio hasta que los cuerpos de seguridad, emergencia o protección civil no digan lo contrario (fugas tóxicas en fábricas o centrales cercanas al centro, inundaciones, incendios forestales, tormentas muy violentas, etc.).

Dada la ubicación de la Unidad Móvil EPT1 – CN – RoRo en el interior del área ocupada por la Terminal de Carga, se recuperan las condiciones de confinamiento descritas en el PAU de la Terminal.

El número máximo de personas que pueden encontrarse simultáneamente en la Terminal de Carga es de 2.844.

Los posibles espacios de confinamiento para las personas son los siguientes:

Unidad Móvil EPT1 – BCN - RORO			
Nombre de la Actividad:	EPT1 – BCN - RoRo	Actividad principal:	Suministro electricidad a buque RoRo mediante planta GNL y motor gas natural.
Espacios de Confinamiento			
Zonas confinables	Superficie confinable (m ²)	Ocupación máxima teórica según DB SI3, CTE (*)	
Casetas de acceso	84,87	42	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 61	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Estación Marítima	3.924,18	1.962
Zonas confinables del Taller	211,40	105
TOTAL	4.220,45	2.109

La conclusión es que no resulta posible el confinamiento de todos los ocupantes en las condiciones de máxima ocupación de la Terminal de Carga. En estas condiciones se favorecerá al máximo la evacuación de los ocupantes a través de los espacios abiertos existentes hasta más allá de los radios de protección.

1.6.6. Diagrama de personas per zonas.

La información referida a la ocupación por zonas ha quedado recogida en el apartado 1.5.1 de este documento.

1.6.7. Elementos vulnerables

De acuerdo con el PAU del Terminal de Carga, se identifican los siguientes elementos Vulnerables :


ELEMENTOS VULNERABLES INTERNOS

Se describen como elementos vulnerables internos aquellos que pueden encontrarse ocupados por una alta concentración de pasaje. Son los siguientes :

- Salas de espera de la Estación Marítima
- Planta baja del Espacio Vertical de Vehículos.
- Fingers de embarque/desembarque de pasajeros.
- Tacones del muelle donde se realiza embarque/desembarque de pasajeros
 - Muelle Barcelona, tacón sur
 - Muelle San Bertran, tacón norte y sur
 - Muelle Poniente Norte, tacón oeste
 - Muelle Poniente Sur, tacón este.


ELEMENTOS VULNERABLES PRÓXIMOS AL ESTABLECIMIENTO

Según las definiciones recogidas en la Normativa, se diferencian las siguientes categorías :

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 62	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- Elemento vulnerable (**EV**): elemento (como población, edificación, obra de ingeniería civil, infraestructura, actividad económica o servicio público) expuesto a sufrir daños frente a un peligro.
- Elemento muy vulnerable (**EMV**): elemento que aglutina población especialmente sensible (personas enfermas, niños, personas de la 3ª edad, mujeres embarazadas y otras que puedan definir un grupo sanitario) expuestos a sufrir daños de intensidad superior a los daños que sufriría un elemento vulnerable frente al mismo peligro.

Unidad Móvil EPT1 – BCN - RORO			
Nombre de la Actividad:	EPT1 – BCN - RoRo	Actividad principal:	Suministro electricidad a buque RoRo mediante planta GNL y motor gas natural.
Elementos Vulnerables en el exterior			
Elemento	Distancia	Clasificación	Descripción
PUERTA ACCESO AL PUERTO Nº 25	--	EV	La carretera de Circunvalación es el límite de la Terminal por su lado Este. La puerta 25 se trata del acceso más al Norte de la zona portuaria.
PUENTE PUERTA DE EUROPA	Cruza longitudinalmente el Muelle Poniente	EV	Puente que da acceso a vehículos al Muelle Adosado.
TELEFÉRICO DEL PUERTO	Altura sobre el nivel del mar entre 101 y 57 metros	EV	Transbordador aéreo que enlaza el puerto con Miramar, en la ladera de Montjuïc. Durante su recorrido entre la Torre Jaume I y la de Miramar sobrevuela por encima de la Estación Marítima de TFB, muelle San Bertrán y muelle Barcelona. La cabina tiene una capacidad de 15 personas. El horario de funcionamiento varía entre las 10 h. y las 19 h. a lo largo del año.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 63	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

1.7. Planos.

El Decreto 30/2015, de 03 de marzo, por el que se aprueba el catálogo de actividades y centros obligados a adoptar medidas de autoprotección y se fija el contenido de estas medidas, indica que se agruparán todos los planos del PAU en un solo Anexo, concretamente en el Anexo III planos.


Se comprueba que sobre la Lista de planos del citado Anexo III se pueden localizar las siguientes informaciones:

1.7.1. Zonas de riesgo.

1.7.2. Zonas vulnerables.

1.7.3. Planos de las instalaciones y áreas donde se realiza la actividad.

1.7.4. Identificación del control (llave de paso) de los suministros básicos (agua, gas, electricidad).

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 64	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

2. DOCUMENTO Nº2: INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS Y MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN

2.1. Medios materiales disponibles

Los Medios Materiales disponibles son todas las infraestructuras e instalaciones disponibles en el establecimiento y que permiten ayudar en la lucha contra los diferentes tipos de siniestros cubiertos por el Plan de Autoprotección. En la actividad considerada se localizan los siguientes Medios Materiales disponibles:

- a) Dispositivos de extinción
- b) Dispositivos automáticos de detección y alarma
- c) Medidas de Protección Reglamentaria - GNL
- d) Medidas Protección Reglamentaria – RIESGO DE INCENDIO EXPLOSIÓN
- e) Sistemas automáticos de protección y control.

a) Dispositivos de extinción

La instalación cuenta con los siguientes sistemas de extinción:

Dispositivos de extinción				
Medios	Tipo	Capacidad (kg.)	Ubicación ¹	
Extintores carro	Polvo polivalente	25	Contenedor GNL	2
			Torres alumbrado explanada	14
Extintores portátiles	Polvo polivalente	25	Contenedor GNL	2
	CO ₂	5	Contenedor GNL	1
Hidrantes	--	--	Explanada	3


¹ Nota: Ver detalle de ubicación en la Documentación Gráfica.

b) Dispositivos automáticos de detección y alarma

La instalación cuenta con los siguientes sistemas:

Dispositivos de detección y videovigilancia	
Medios	Ubicación ¹
Detectores óptico-térmicos y de CO	---
Detectores de gas	Contenedor GNL
Sistema de videovigilancia	APB - Explanada

¹ Nota: Ver detalle de ubicación en la Documentación Gráfica.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 65	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

c) Dispositivos de protección.


En la instalación se dispone de los siguientes medios de protección individual:

Dispositivos de protección			
Protección	Medios	Ubicación	Unidades
Cabeza y cara	Casco con visera de protección amplia y transparente	Armario en exterior	2
Cuerpo	Ropas de algodón que cubran la totalidad del cuerpo y extremidades. Eventualmente cubrimiento frontal con un mandil.	Armario en exterior	2
Manos	Guantes y manoplas de protección criogénica	Armario en exterior	2
Pies	Calzado sin herrajes	Armario en exterior	2

d) Medidas de Protección Reglamentaria - **GNL**

La Planta Satélite de GNL dispone de las medidas correctoras del riesgo exigidas por la normativa con la que ha sido legalizada (Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11 y la norma UNE 60210 derivada de la aplicación del Real Decreto 919/2006), que son principalmente las siguientes:

- i. GNL - Cubeto de protección contra derrames
El contenedor dispone de un cubeto de protección contra derrames suficiente para la capacidad geométrica del depósitos criogénicos de almacenamiento de GNL (5 m³).
- ii. GNL - Distancias de seguridad
Se cumplen las distancias de seguridad entre los límites del depósito con sus equipos auxiliares y los diferentes elementos externos a la planta.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 66	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Distancias de seguridad Planta Satélite de GNL	
Capacidad total instalada	A (de 1m ³ a 5m ³)
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5 m
Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de materiales inflamables	5 m
Proyección líneas eléctricas	10 m
Límite de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles, focos fijos de inflamación	7 m
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9 m

Las distancias de seguridad para la Planta instalada serán a partir de dos elementos:


- D. Desde las paredes del depósito de capacidad total 5m³.
- A. Desde la conexión fija de mangueras durante la descarga de GNL en muelle.

e) Medidas de Protección Reglamentaria – AREAS DE RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN BAJA TENSIÓN

Para la clasificación de las fuentes de escape que pueden generar áreas de riesgo de incendio o explosión se han tenido en cuenta los siguientes documentos de referencia:

- ITC-BT 29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT, aprobado por el RD 842/2002).
- API RP 505 Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classifies as Class I, Zone 0, Zone 1 and Zone 2.

Para las Planta Compacta de GNL se establecen las siguientes fuentes de escape y las áreas de riesgo considerando la tipología de escape, sustancia y que la ventilación en la zona es adecuada y abierta:

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 67	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE ESCAPE	ZONA 1		ZONA 2	
	HORIZ. (m)	VERT. (m)	HORIZ. (m)	VERT. (m)
Cisterna camión descarga (Conexión manguera)	1,5	1,5	4,5	4,5
Cisterna camión descarga (PSV)	1,5	1,5	4,5	4,5
Cisterna camión descarga (Depósito)	Zona 0 , interior depósito			
Planta compacta GNL (Conexión manguera, venteos)	1,5	1,5	4,5	4,5
Planta compacta GNL (Zona de proceso, contenedor)	-	-	4,5	7,5
Planta compacta GNL (Depósito 5m³)	Zona 0 , interior depósito			

f) Sistemas automáticos de protección y control.


Las instalaciones disponen de sistemas automáticos de control y gestión que permiten realizar las siguientes funciones :

- Supervisión continua de las variables de funcionamiento del sistema (Presión, Temperatura, caudales ...) y ajuste automático de las condiciones de funcionamiento.
- Supervisión de los valores máximos de funcionamiento de las magnitudes de control y accionamiento de la parada automática del sistema en caso de alarma.
- Transmisión de una alarma hacia el exterior, tanto por valores de funcionamiento fuera de rango como en el caso de alarmas. Estas alarmas serán recogidas por el Centro de Control de la empresa HAM, desde la cual se coordinará tanto el funcionamiento como la alarma de la planta.

2.2. Medios humanos.

Los Medios Humanos disponibles son los Equipos de Emergencia y constituyen el conjunto de personas especialmente entrenadas y organizadas para la prevención y actuación en caso de siniestros dentro del establecimiento.

De acuerdo con lo que se indica en el Anexo III del Decreto 30/2015, la actividad dispondrá de personal suficiente o sistemas tecnológicos adecuados y suficientes

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 68	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

para la identificación de las emergencias y garantizar el aviso a los servicios públicos para su gestión.


Tal y como indicará de forma detallada en el Documento nº3 de este PAU, los equipos de Emergencia considerados para el establecimiento son:

Unidad Móvil EPT1 – BCN - RORO			
Nombre de la Actividad:	EPT1 – BCN - RoRo	Actividad principal:	Suministro electricidad a buque RoRo mediante planta GNL y motor gas natural.
Medios Humanos	Descripción del Responsable		
Jefe de Emergencia	1 persona (Jefe Departamento Medio Ambiente Port Barcelona)		
Jefe de Intervención	1 persona (Técnico Responsable Emergencia HAM)		
Centro Control, Alarma y Comunicación (CAC)	Centre de Control y Alarma Port de Barcelona		
Equipos de primera intervención (EPI)	2 personas : Conductor vehículo cisterna criogénica HAM ó Técnico Auxiliar empresa HAM Técnico Responsable Emergencia empresa SIEMENS		
Equipo de soporte a la evacuación y Confinamiento (EEC)	1 persona (Técnico responsable Dep. Medio Ambiente APB)		
Equipos de primeros Auxilios (EPA)	Equipo Primeros Auxilios Terminal de Carga Port de Barcelona		


2.3. Medidas correctoras de riesgo y de autoprotección.

La Tabla siguiente recoge otras medidas correctoras de riesgo, que son las resultantes del Análisis de Riesgo realizado :

1. Señalización viaria.
2. Limitación de velocidad a 30 KPH.
3. Cerramiento valla, tipo RIVISA zona contenedores y descarga cisterna.
4. Comprobación documental APB requisitos ADR e inspecciones cisterna.
Comprobación visual estado cisterna responsable mantenimiento terminal.
5. Comprobación estado cisterna por operador antes de carga GNL en depósito (contenedor). Comprobación presión, temperatura.
6. Calzos en la cisterna.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 69	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

7. Seta emergencia (junto bomba en cisterna). Cierre válvulas fondo conexiones líquido y gas. Paro bomba cisterna por operador
8. Dos válvulas antirretorno en serie en tubería carga (impide vaciado depósito en caso rotura manguera).
9. Presencia permanente personal durante operación.
10. Medios de extinción en el área.
11. Protocolo de descarga, incluye comprobación conexión toma equipotencial.
12. RV (4, 2 en servicio) depósito. Presión diseño depósito 8 bar. Válvula seguridad en depósitos GNL contenedor.
13. Procedimiento de secado e inertización depósitos GNL antes puesta en servicio. Puesta en frío con nitrógeno.
14. Válvula expansión térmica en tramos aislables. Descarga a piso contenedor.
15. Nivel continuo GNL en depósito con alarma alto y muy alto nivel, y cierre válvulas automáticas depósito.
16. Estacionamiento remolques fuera radios seguridad (UNE 60210). Circulación vehículos zona exterior a radios seguridad (referencia UNE 60210). Zona estacionamiento vehículos MM.PP. alejada de zona operación.
17. Clasificación ATEX área carga GNL.
18. Calentador eléctrico de apoyo (calentamiento del GN a una temperatura superior a 0°C).
19. Cierre automático de válvulas en la salida del vaporizador por baja temperatura (-10°C) por activación de alarma de baja en dos de los tres (2oo3) transmisores en la salida del vaporizador.
20. Protocolo de prueba de estanqueidad para detección de fugas en conexiones de la instalación.
21. Presencia permanente de personal durante toda la operación de suministro de GN a motor.
22. Cierre de válvula reguladora (una por ramal) por baja presión.
23. Break away (en cable de suministro de energía eléctrica al buque).
24. Conmutación automática a baterías de apoyo con autonomía de aproximadamente 1 hora.


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 70	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- Transmisión de aviso de fallo a través de SMS a HAM y a APB.
25. Protección propia del motor de GN por alta temperatura en circuito de agua de refrigeración - bloque motor
 26. Sistema de fijación y protección mecánica de las tuberías de captación / descarga de agua de refrigeración del motor de GN.
 27. Protocolo de activación del sistema de recirculación de GN antes de proceder a la alimentación al motor.
 28. Diseño y ejecución de instalaciones de acuerdo con normativa nacional, autonómica y local y con estándares internacionales para prevención de contactos directos e indirectos con elementos o dispositivos eléctricos.
 29. Cámaras de seguridad. Vigilancia de policía portuaria
 30. Aberturas laterales contenedor (depósitos y motor GN) con reja.
 31. Cubeto de contención de derrames (zona inferior del contenedor construido en acero inoxidable).
 32. Depósito con doble pared (al vacío y con aislante).
 33. Depósito GN de reserva (sin GNL) (5m3) comunicado por la fase gas para absorber la presión del depósito con GNL.
 34. Alarma de alta presión, aviso a través de SMS a HAM y APB. Aplicación de medidas por parte del operador para reducir la presión en el depósito.

2.4. Planos.

El Decreto 30/2015, de 03 de marzo, por el que se aprueba el catálogo de actividades y centros obligados a adoptar medidas de autoprotección y se fija el contenido de estas medidas, indica que se agruparán todos los planos del PAU en un solo Anexo, concretamente en el Anexo III planos.

Se comprueba que sobre la Lista de planos del citado Anexo III se pueden localizar las siguientes informaciones:

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 71	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


2.4.1. Sectorización – No Aplica.

2.4.2. Instalaciones de detección, de extinción de incendios y de extracción de humos.

2.4.3. Señalización de emergencias y sistemas internos de aviso.

2.4.4. Vías de evacuación.

2.4.5. Áreas de confinamiento.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 72	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3. DOCUMENTO Nº3: MANUAL DE ACTUACIÓN

3.1. Objeto


Este Documento núm. 3: Manual de Actuación del Plan de Autoprotección tiene por objeto el establecimiento de las medidas de respuesta necesarias para poder actuar de acuerdo con la forma prevista en cualquier situación de emergencia que se pueda dar en el centro municipal y que ponga en peligro al personal del centro ya las personas usuarias que se encuentran dentro.

Los contenidos del Manual de Actuación permiten disponer de unos procedimientos claros y detallados que evitan al máximo la improvisación en caso de emergencia, minimizando el riesgo de actuaciones incorrectas y por tanto situaciones de peligro para todos sus ocupantes.

Este Manual va dirigido a todo el personal del establecimiento que formará parte de la estructura de respuesta que se detallará más adelante, con la intención de que pueda afrontar de forma ágil cualquier emergencia que sea detectada en el centro, salvaguardando su seguridad y la de las personas usuarias.

El Manual de Actuación está estructurado en diferentes capítulos que incorporan de forma ordenada los siguientes contenidos:

- **Capítulo 3.2:** Clasificación general de las emergencias en función de los riesgos identificados y de la gravedad de las consecuencias que pueden ocasionar, estableciendo diferentes niveles de emergencia.
- **Capítulo 3.3:** Definición de la estructura organizativa y jerarquizada, dentro de la organización y personal existente en el establecimiento, así como las responsabilidades y acciones a desarrollar por sus miembros en situaciones de emergencia.
- **Capítulo 3.4:** Definición de los protocolos establecidos en el establecimiento, para la actuación en caso de emergencia, para cada uno de los siguientes aspectos:
 - o La detección de la emergencia.
 - o La alerta a los equipos actuantes internos y la alarma a los ocupantes.
 - o El control y mitigación de la emergencia.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 73	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- o El aviso de solicitud y recepción de los servicios externos de ayuda.
- o El confinamiento o la evacuación, según la tipología de la emergencia.
- o La información en emergencia a todas aquellas personas que pudieran estar expuestas al riesgo.

Estos protocolos se completan con Fichas de actuación específicas según se indica en el Capítulo 3.2.2.

- **Capítulo 3.7:** Referencia a los mecanismos de integración y coordinación del Plan de Autoprotección dentro de otros Planes de ámbito superior.

3.2. Identificación y clasificación de las emergencias.

3.2.1. En función de la gravedad.


Las Emergencias que pueden ocurrir en la Actividad dependen de los Riesgos Internos, Riesgos Laborales y Riesgos Externos identificados en el *Documento Nº1. Identificación de la Instalación. Inventario, Análisis y Evaluación del Riesgo*, donde se recoge la relación de riesgos identificados en la tabla que se muestra en el punto siguiente.

Atendiendo a la gravedad de la emergencia, las dificultades para controlarla y sus posibles consecuencias y la disponibilidad de medios humanos, se establecen los siguientes niveles de emergencia:

- **PREEMERGENCIA Ó CONATO DE EMERGENCIA:** se considerará ante cualquier accidente o incidente localizado y de pequeña extensión que pueda ser controlado de manera sencilla por el personal propio y los medios de protección de cada sector, planta o dependencia. También puede ser cualquier situación anómala o sospechosa que pueda desembocar en una emergencia, aunque esta no haya sido producida todavía.

Hay que decir que la característica fundamental del Conato de Emergencia es que su resolución se hace con los medios de protección disponibles en el lugar donde se produce.

- **EMERGENCIA GENERAL:** esta situación puede conllevar el confinamiento o la evacuación horizontal o vertical de uno o de varios sectores, plantas o


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 74	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

dependencias, y precisa de la movilización de todos los medios técnicos y humanos propios previstos en el Plan de Autoprotección así como la ayuda de medios de auxilio externos.

Clasificación de las emergencias en función de la gravedad	
Conato de emergencia	Se define como aquella situación que puede ser controlada y solucionada de forma sencilla y rápida por el personal de servicio y medios de protección disponibles
	La emergencia es solucionable con el personal, aunque, como precaución, en caso de incendio se avisará a los servicios de Bomberos, o en el de avería a los supervisores de la línea jerárquica.
Emergencia general	Es aquella situación para cuyo control se precisa de todos los equipos y medios de protección del establecimiento y la ayuda de medios de socorro y salvamento externos.
	Comportará el corte de todos los suministros de energía generales a la planta (eléctrico y gas) y la evacuación total del personal
	En la planta de GNL, corresponde a un accidente que puede afectar a la posibilidad de emisión de la planta
	Se precisa la presencia de Bomberos y las autoridades deben ser informadas.

Las diversas situaciones de emergencia identificadas en la actividad se clasifican, según estos criterios, como se muestra en la siguiente tabla:

Unidad Móvil EPT1 – BCN - RORO			
Nombre de la Actividad:	EPT1 – BCN - RoRo	Actividad principal:	Suministro electricidad a buque RoRo mediante planta GNL y motor gas natural.
Clasificación de las Emergencias en función de la Gravedad			
Riesgos considerados	PRE-EMERGENCIA	EMERGENCIA GENERAL	
Riesgos Internos			
Fuga de gas	Activación sistema detección de gas Alarma por detección visual fuga de GNL	Confirmación de la fuga y posibilidad de generar peligro para las personas	
Incendio	---	Aviso de inicio de Incendio en las instalaciones	
Corte eléctrico suministro	Aviso del sistema automático de Control de parada en el suministro eléctrico parada puntual	Confirmación de la parada o confirmación de fallo del sistema de suministro eléctrico de larga duración,	
Explosión		Pequeña explosión. Explosión que genera daños importantes	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 75	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Riesgos Externos		
Inundaciones, Nevadas y heladas	Activar Estado de Pre-emergencia en caso de aviso. Parada sistema	
Transporte Viario / Ferroviario de materias Peligrosas	Activar Estado de Pre-emergencia en caso de aviso. Parada sistema	
Terremoto	Activar Estado de Pre-emergencia en caso de aviso. Parada sistema	
Contaminación Marina, Aeronáutico	Activar Estado de Pre-emergencia en caso de aviso. Parada sistema	
Amenaza de bomba	Aviso de Bomba	Verificación de la presncia dr una bomba

3.2.2. En función del tipo de riesgo.

Según el tipo de riesgo de la actividad analizada, las situaciones de emergencia que se contemplan son:

1. Riesgos Internos:


1.1. Riesgos Específicos de la Actividad por presencia de GNL :

- Incendios
- Explosión
- Escape de gas

2. Riesgos Laborales: No son objetivo primordial del PAU y únicamente pueden provocar una activación del PAU si son graves o afectan a más de una persona.

3. Riesgos Externos:

- Fenómenos naturales
 - o Inundaciones
 - o Incendios forestales
 - o Nevadas y heladas
 - o Sismos
- Riesgos Tecnológicos
 - o Riesgo Químico en Establecimientos industriales
 - o Transporte Viario / Ferroviario de materias Peligrosas
 - o Contaminación Marina
 - o Aeronáutico
- Riesgos entrópicos
 - o Amenaza de bomba


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 76	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.2.3. En función de la ocupación y medios humanos.

Las ocupaciones de la zona en la que se desarrollará la actividad son muy variables, según se han expuesto en el apartado 1.5.1.1 de la presente memoria, que recoge las ocupaciones de la Terminal de Carga.

Por lo que respecta a los Medios Humanos, la actividad se desarrollará en 3 Escenarios diferenciados que son los expuestos en el apartado 1.4.4.1 de la presente memoria. Los medios disponibles en cada uno de ellos son los siguientes:

Escenario de funcionamiento del Sistema	Medios Humanos disponibles / Presentes
A. Actuación de Llenado del depósito de GNL desde una cisterna de transporte	Medios externos presentes : <ul style="list-style-type: none">• Equipos de Emergencia de HAM.• Dotación GPR de Bomberos de Barcelona.• Dotación de Policía Portuaria.
B. Funcionamiento RoRo durante el tiempo de estancia del buque en el Puerto	Equipos de Emergencia del Sistema : <ul style="list-style-type: none">• Contendor GNL - HAM (Albert Casasin, Responsable Emergencias, Tel. 675.99.47.13).• Contendor motor - SIEMENS/Guascor, (Amaia Alcorta, Responsable Emergencias, Tel. 628.70.84.94).• Buque - SUARDIAZ (Rafael Rolo, Responsable Técnico, Tel. 610.72.58.32.).• Autoridad Portuaria de Barcelona (APB) (Dani Ruiz, Responsable Técnico y equipo evacuación + confinamiento, Tel. 608.74.09.82.)
C. Instalación parada durante el tiempo entre cada período de actuación	Sistema bajo control sistemas automáticos, con recepción de avisos vías SMS : <ul style="list-style-type: none">• HAM (Albert Casasin, Responsable técnico y de emergencias).• APB (Jordi Vila, Jefe de Medio Ambiente). Activación de la secuencia de actuaciones según establece el fabricante del equipo HAM (Ver tabla a siguiente). De forma resumida, las actuaciones consisten en : <ul style="list-style-type: none">• HAM (Albert Casasin) indica qué actuación es necesaria y además envía personal de emergencia desde su base en Abrera (en caso necesario).<ul style="list-style-type: none">• APB (Jordi Vila) activa el Centro de Control del Puerto de Barcelona.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 77	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Los medios humanos más destacados en la situación de emergencia son el Jefe de Emergencia, el Jefe de Intervención y el responsable del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones (CAC) y el Equipo de Intervención – Evacuación.

3.3. Equipos de emergencia.

Los equipos de emergencia constituyen el conjunto de personas especialmente formadas y organizadas para la prevención y actuación en caso de emergencia.


Por esta razón, las personas que integran estos equipos deben:

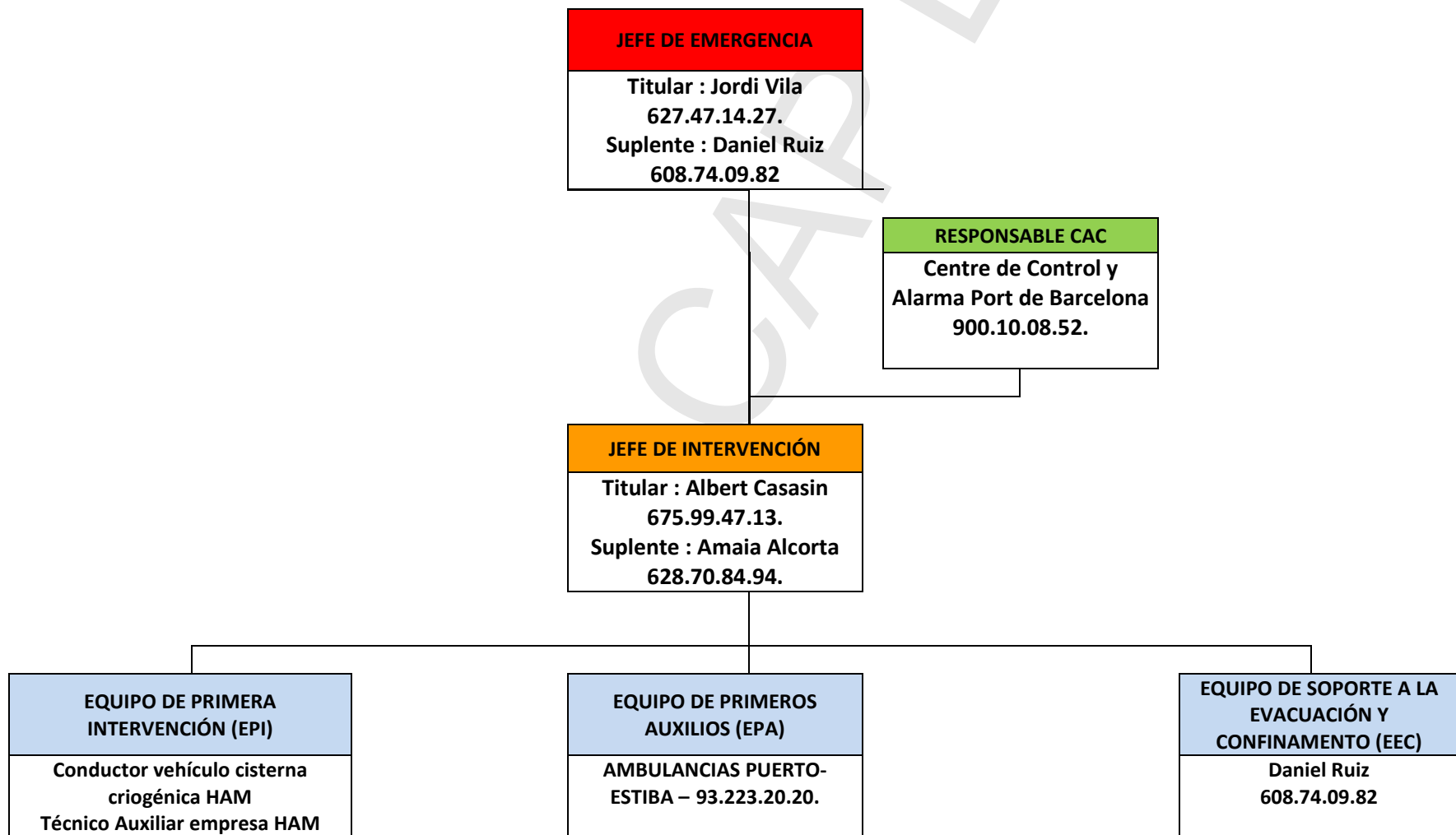
- a) Estar informadas de los riesgos particulares del lugar donde desarrollen su actividad.
- b) Recibir la formación adecuada según la función a desarrollar. La formación irá desde el conocimiento por todo el personal del uso de un extintor a la instrucción más concreta de un número reducido de trabajadores para resolver determinados sucesos.
- c) Conocer los medios materiales de protección a su alcance, así como su utilización y manejo.
- d) Conocer la secuencia de acciones que debe realizar, que será en primer lugar dar la alarma y posteriormente luchar contra el siniestro (fuego, etc.) La pauta de actuación para el personal que es testigo de un incendio o cualquier otro siniestro, y excepto que haya una persona en riesgo inmediato, es dar la alarma y posteriormente realizar las acciones más adecuadas: activar extintor, trasladar personas usuarios, etc.


Los equipos de Emergencia considerados necesarios para el evento son:

- Jefe de Emergencia (JE)
- Responsable del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones (CAC)
- Jefe de Intervención (JI)
- Equipos de Primera Intervención (EPIs)
- Equipos de apoyo a la Evacuación y / o Confinamiento. (EEC)
- Equipos de primeros auxilios (EPA)

A continuación se facilita un organigrama con los roles establecidos antes:

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 78	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	




	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 79	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.3.1. Responsable del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones.


El Centro de Control, Alarma y Comunicaciones (CAC) es el lugar al cual llegará la comunicación interna de alarma y desde el cual se efectuarán las comunicaciones con el exterior. La función de Centro de Control y Alarma de la presente actividad será realizada por el Centre de Control y Alarma del Port de Barcelona.

Responsable del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones (CAC)			
Definición:			
Se designa a la persona Responsable del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones (CAC) como la máxima responsable de las comunicaciones internas y externas a realizar en caso de emergencia.			
Responsable:			
Escenario	A.-Carga GNL	B.-Funcionamiento	C.-Stand-by
Titular	Centre de Control y Alarma Port de Barcelona.		
<i>Teléfono</i>	900.10.08.52.		
Suplente 1			
<i>Teléfono</i>			
Funciones:			
<ul style="list-style-type: none">- Conocer el PAU y controlar que tiene al alcance todos los medios técnicos que se especifican.- Recibir los avisos de emergencia de acuerdo con los medios disponibles y previstos existentes en el centro.- Organizar el plan de comunicaciones internas para avisar a los Equipos de Emergencia.- Facilitar la comunicación con todos los integrantes de los diferentes Equipos de Emergencia.- Realizar las llamadas a los medios exteriores: Bomberos, Policía, CECAT, Ayuntamiento, centros sanitarios ...- Recibir información de la situación de emergencia, si es necesario con el Formulario 1 incluido en el Anexo II.- Activar las alarmas y dar los avisos generales en caso de evacuación o confinamiento a través del sistema de megafonía.- Informar de la situación de emergencia a otras entidades que pueden verse afectadas.-			
Dotación indispensable del CAC:			
<ul style="list-style-type: none">- Una copia actualizada del PAU- Un teléfono móvil con los números grabados de todas las personas implicadas en el PAU.- Los medios de recepción de avisos y de comunicaciones que necesite de acuerdo con sus funciones.			

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 83	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- Un directorio telefónico de acuerdo con el Anexo I.
- Unos formularios de aviso según Formularios 1,2, 3 y 5, incluidos en el Anexo II.
- Un juego de llaves de todo el edificio (o una llave maestra para facilitarla en caso necesario a los grupos de actuación propios o externos.
- Un aparato de radio y una linterna con pilas.


CAP L-506

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 84	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.3.2. Jefe de Emergencia.

El Jefe de Emergencia es el máximo responsable de las acciones a realizar en caso de emergencia. Normalmente será la persona con más alto cargo en la organización de la fábrica y que cuenta con el poder para adoptar decisiones cruciales.

JEFE DE EMERGENCIA			
Definición:			
Se designa la persona Jefe de Emergencia como la máxima responsable de las acciones a realizar en caso de emergencia .			
Responsables:			
Escenario	A.-Carga GNL	B.-Funcionamiento	C.-Stand-by
Titular	Jordi Vila	Jordi Vila	Jordi Vila
Teléfono	627.47.14.27.	627.47.14.27.	627.47.14.27.
Suplente 1	Daniel Ruiz	Daniel Ruiz	Daniel Ruiz
Teléfono	608.74.09.82	608.74.09.82	608.74.09.82
Suplente 2			
Teléfono			
En situación de normalidad sus funciones son :			
<ul style="list-style-type: none">- Llevar el teléfono móvil o buscapersonas activo permanentemente.- Ser la persona responsable de mantener actualizado y visible el directorio de teléfonos.- Ser la persona responsable de que se tenga a disposición el Plan de Autoprotección, las llaves del centro y el teléfono Móvil. El responsable de comunicación y alarma será el encargado de la custodia de este material.- Velar por la formación de los protocolos de actuación en caso de emergencia.- Velar por la mejora y actualización de los protocolos, de acuerdo a la experiencia adquirida.			
Funcions en situación de emergencia :			
<ul style="list-style-type: none">- Ponerse el chaleco reflectante para identificarse.- Acudir o contactar con el CAC cuando reciba el aviso de emergencia.- Informarse de la magnitud y evolución de la situación de emergencia.- Declarar la activación del Plan y el fin de la situación de emergencia.- Establecer la situación de emergencia en función del nivel de gravedad.- Confirmar que se ha avisado a los medios exteriores.- Dar las instrucciones de comunicación y de actuación pertinentes, ya sea a través del centro de control o directamente a los equipos de emergencia.- Coordinar todas las actuaciones de los diferentes equipos de emergencia.- Coordinar las operaciones de control, supresión de la emergencia y de información.- Decidir y dar orden de cambio de nivel de emergencia.- Decidir y dar la orden de evacuación, si es que se considera pertinente. Indicar el modo de evacuación: parcial, Horizontal o general.			

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 85	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


- Decidir y dar la orden de confinamiento, si es que se considera pertinente. Indicar el lugar o lugares de confinamiento según el número de personas en riesgo.
- Cuando se dan las circunstancias necesarias, notificar el final de la emergencia y desactivar el plan.

3.3.3. Equipo de Intervención.

El Equipo de Intervención está formado por personal del establecimiento y su misión es dar una primera respuesta ante una emergencia producida. Por ello, los miembros de estos equipos deberán recibir una formación adecuada en prevención y control de emergencias y disponer de los medios materiales adecuados de actuación y autoprotección.


El Equipo de Intervención está compuesto por el Jefe de Intervención, que es la persona responsable del equipo y de las acciones de prevención y lucha contra la emergencia que este equipo realiza, y el Equipo de Primera Intervención.

La composición de cada uno de los Equipos de Intervención con que cuenta el establecimiento se muestran a continuación en las fichas descriptivas.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 86	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.3.3.1. Jefe de Intervención.


JEFE DE INTERVENCIÓN			
Definición:			
Se designa al Jefe de Intervención como la persona responsable de las tareas a realizar en caso de emergencia en el Lugar de la emergencia , y de la seguridad de los miembros de su equipo de intervención			
Responsables:			
Escenario	A.-Carga GNL	B.-Funcionamiento	C.-Stand-by
Titular	Albert Casasin	Albert Casasin	Albert Casasin
Teléfono	675.99.47.13.	675.99.47.13.	675.99.47.13.
Suplente 1	Amaia Alcorta	Amaia Alcorta	Amaia Alcorta
Teléfono	628.70.84.94.	628.70.84.94.	628.70.84.94.
En situación de normalidad sus funciones serán :			
<ul style="list-style-type: none">- Llevar el teléfono móvil o buscaperonas activo.- Conocer los riesgos específicos y la dotación de medios de prevención, protección y actuación en el centro o de la Zona asignada.- Tener formación suficiente para poder interpretar los protocolos de actuación descritos en el Plan de Autoprotección.			
Funciones en situación d'emergencia:			
<ul style="list-style-type: none">- Ponerse el chaleco reflectante para identificarse.- Contactar con el CAC en cuando reciba el aviso de emergencia.- Informarse de la magnitud y las características de la situación de emergencia.- Personarse al lugar de la emergencia para hacer una primera evaluación de la situación.- Mantenerse en contacto con la cabeza de emergencia.- Coordinar las maniobras de los equipos de intervención para hacer frente a la emergencia y si es necesario las maniobras de Parada de determinados equipos o instalaciones para que se hagan de forma segura.- Coordinar, si es necesario, las maniobras necesarias para mantener en funcionamiento equipos o sistemas críticos.- Coordinar la actuación de los equipos de intervención con la ayuda externa y apoyar este.- Cuando la situación esté bajo control, hacer la inspección pertinente para asegurarse, y comunicarlo a la persona Fin de emergencia.- Una vez finalizada la emergencia, colaborar con las actividades post-emergencia y en su caso, redactar un Informe sobre las acciones desarrolladas.			

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 87	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.3.3.2. Equipo de intervención.


Su misión es acudir al lugar donde se ha producido la emergencia con objeto de controlarla. Sus componentes son aquellos, de entre el personal del establecimiento, que deben tener una formación y el adiestramiento adecuado. Es necesario que su composición sea, como mínimo, de dos personas.

EQUIPO DE PRIMERA INTERVENCIÓN (EPI)			
Definición:			
Se designa el Equipo de Primera Intervención como el conjunto de personas a las órdenes del Jefe de Intervención, encargadas de las tareas a realizar en caso de emergencia en el Lugar de la emergencia .			
Responsables:			
Escenario	A.-Carga GNL	B.-Funcionamiento	C.-Stand-by
Persona 1	Conductor vehículo cisterna criogénica HAM	Técnico Auxiliar empresa HAM	Técnico Auxiliar empresa HAM
<i>Teléfono</i>			
Persona 2	Técnico Auxiliar empresa HAM	Técnico Responsable empresa SIEMENS	Técnico Responsable empresa SIEMENS
<i>Teléfono</i>			
En situación de normalidad sus funciones serán :			
<ul style="list-style-type: none">- Conocer los riesgos específicos y la dotación de medios de actuación del área asignada.			
Funciones en situación de emergencia :			
En caso de detectar una situación de emergencia , sus funciones inmediatas serán: <ul style="list-style-type: none">- Ponerse el chaleco reflectante para identificarse.- En caso de emergencia, rescatar a las personas en peligro inmediato.- Avisar rápidamente al CAC y / o, en su defecto, pulsar el pulsador de alarma.- Evitar la propagación del peligro por el edificio mediante el cierre de los elementos de compartimentación.- Si la gravedad del incidente es menor, intentar eliminar el peligro con los medios disponibles a tal efecto.			
Al ser informados por el CAC de la activación del PAU, sus funciones adicionales serán: <ul style="list-style-type: none">- Ponerse el chaleco reflectante para identificarse.- Equipar debidamente con los Equipos de Protección Personal adecuados- Recibir información y seguir las instrucciones de la persona Jefe de Intervención- Coordinarse con los otros equipos de intervención y emergencia de acuerdo con las instrucciones de la persona responsable de intervención.- Acudir al lugar donde se produjo la emergencia.- Realizar la primera intervención ante la emergencia, de acuerdo con lo especificado en el plan de actuación (protocolos de actuación correspondientes incluidos en el punto 3.4), y de acuerdo con las instrucciones dadas por la persona jefe de intervención.			

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 88	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.		16677PE

- En caso de evacuación y / o confinamiento, apoyar al equipo de evacuación y confinamiento según las indicaciones de la
- En caso de peligro, o si así lo indica la persona Jefe de la Emergencia, abandonar la zona.
- Colaborar, si se requiere, con los equipos exteriores de ayuda (bajo su demanda o las órdenes de la persona cabeza de Intervención).

CAP L-506


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 89	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.3.3.3. Equipo de Evacuación y Confinamiento (EEC).

El Equipo de Apoyo a la Evacuación y confinamiento (EEC) es un equipo de personas que están especialmente preparados para coordinar y facilitar en caso de emergencia una posible evacuación u operación de confinamiento de los ocupantes de una zona de riesgo hasta que la emergencia esté controlada y las personas a su cargo fuera de peligro.


Las personas que componen este equipo, así como las responsabilidades y funciones que se les atribuye indican en las tablas siguientes:

EQUIPO DE EVACUACIÓN Y CONFINAMIENTO			
Definición:			
Se designa el Equipo de Evacuación y Confinamiento como el conjunto de personas encargadas de facilitar y dirigir las operaciones de Evacuación y / o de Confinamiento.			
Responsables:			
Escenario	A.-Carga GNL	B.-Funcionamiento	C.-Stand-by
Persona 1	Daniel Ruiz	Daniel Ruiz	Daniel Ruiz
Teléfono	608.74.09.82	608.74.09.82	608.74.09.82
Persona 2			
Telfono			
Si reciben un aviso de evacuación :			
<ul style="list-style-type: none">- Ponerse el chaleco reflectante para identificarse.- Comunicar las instrucciones de evacuación a las personas presentes en el centro- Garantizar que todas las salidas queden libres y practicables.- Organizar la salida del espacios públicos de todas las personas bajo su responsabilidad, de forma ordenada y dentro del orden de evacuación indicado por la persona que actúe como Jefe de Evacuación.- Salir los últimos del espacio evacuado, comprobar que no queda nadie y que las ventanas y puertas están cerradas- Conducir al personal y al público a la salida de evacuación según los itinerarios establecidos y la ubicación del punto de reunión- Mover a las posibles personas que no puedan valerse por sí mismas en el exterior del centro- Atender a las personas accidentadas y facilitar su traslado al exterior o en otras áreas del centro fuera de peligro- Una vez fuera del centro conducir a las personas evacuadas en el punto de reunión previamente designado- Informar al Jefe de Evacuación y Confinamiento de la finalización de la evacuación y de si ha habido alguna incidencia- Tranquilizar a las personas y mantener la calma			

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 90	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.		16677PE

Si reciben un **aviso de confinamiento** :

- Ponerse el chaleco reflectante para identificarse.
- Comunicar las instrucciones de confinamiento a las personas presentes en el centro
- Esperar la orden de confinamiento y seguir las indicaciones del Jefe de Emergencia.
- En caso de que la zona de confinamiento indicada sea el mismo espacio donde se encuentran, cerrar la puerta y las ventanas y mantenerse sentados en los lugares de trabajo o zonas de espera.
- Mover a las posibles personas que no puedan valerse por sí mismas en la zona de confinamiento indicada
- Mantener a las personas confinadas controlando que estén cerradas las puertas, ventanas y sistemas de intercambio de aire con el exterior
- Tranquilizar a las personas y mantener la calma.
- Informar al Jefe de Emergencia de que están todos los ocupantes confinados y / o de si ha habido alguna incidencia.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 91	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.4. 3.4. Acciones a realizar (para cada riesgo).

3.4.1. Detección y Alerta.


Se define la alerta como una situación declarada con el fin de tomar precauciones específicas debido a la probable y cercana ocurrencia de un suceso o accidente. La alerta consiste en avisar de la forma más rápida a los equipos de emergencia cuando se produce una emergencia e informar al resto de los equipos y solicitar en su caso ayudas de intervención externa.

Así, la detección inicial de incidentes puede llegar al Centro de Control, Alarma y Comunicaciones (CAC) por las siguientes vías:

- **Detección automática**, a través del sistema de detección y alarma de incendios y de fugas de gas existentes en la planta y con comunicación con el Despacho Eléctrico de Explotación. Estas comunicación se realiza por dos vías: directamente desde las centrales de alarma y adicionalmente a través del sistema de supervisión, que recoge y envía también estas señales. Tanto las centrales de alarma como el sistema de supervisión disponen de alimentación eléctrica continua desde la alimentación eléctrica del Puerto o desde sus propias baterías.
- Activación de los **pulsadores manuales de alarma** existentes en la planta.
- **Detección a través del personal**: cualquier persona que detecte una emergencia o una situación anómala o sospechosa alertará al Centro de Control, Alarma y Comunicaciones por teléfono o cualquier otro medio disponible. Para ello, los sistemas de comunicación, así como pulsadores de alarma, deben estar visibles y claramente señalizados.
- Alerta de la Policía o del cuerpo de Protección Civil y Gestión de Emergencias.

A partir de la detección y recepción de la alerta:

- En el CAC, el Jefe de Emergencia asumirá la coordinación y, si lo estima necesario, procederá a solicitar ayuda externa.
- Desde el CAC se dará aviso al Jefe de Intervención, quien localizará al Equipo de Intervención-Evacuación para que confirme la emergencia y determine la gravedad del siniestro, informando al Jefe de Emergencia.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 92	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

En caso de recibir la orden:

- Se movilizará el Equipo de Intervención.

3.4.2. Mecanismos de Alarma.


Se define la alarma como el aviso o señal por la que se informa a las personas para que sigan instrucciones específicas ante una situación de emergencia.

a) Niveles de alarma.

A partir de la clasificación de las emergencias en función de su gravedad, establecida en el apartado 3.2.1 de este documento, se definen los siguientes niveles de alarma:

Niveles de alarma	
Nivel ¹	Descripción
Conato de Emergencia	Se dará en caso de Conato de emergencia.
	Implicará la alerta de los Equipos de Protección e Intervención y la verificación de la emergencia, así como la notificación preventiva de la alerta a los equipos de respuesta especializados (Bomberos o Policía).
	En caso de emergencia, se actuará siempre del lado de la seguridad y cualquier aviso de emergencia se considerará cierto, de forma que se actuará siguiendo la secuencia de actuación independientemente de cualquier valoración subjetiva de la gravedad del incidente.
	Asimismo, se deberá informar al Jefe de Emergencia de la situación y de su resolución.
	Se mantendrá un registro de todos los conatos de emergencia ocurridos en la planta.
Alarma General	Se producirá en caso de Emergencia Parcial o General.
	Puede comportar una evacuación/confinamiento parcial o total de la planta y la movilización de todos los medios técnicos y humanos previstos en el PAU.

¹ Nota: El paso de un nivel de alarma a otro lo determina el Jefe de Emergencia.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 93	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

b) Tipos de avisos.

Se distingue entre avisos internos y externos:

Avisos internos y externos		
Aviso	Descripción	
Avisos internos	Aviso al Jefe de Emergencia.	
	Aviso al Jefe de Intervención.	
	Aviso a los integrantes de los equipos.	
	Aviso a los trabajadores y usuarios que puedan estar presentes en la planta.	
Avisos externos ^{1, 2}	Son responsabilidad del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones, siempre y cuando no los asuma el Jefe de Emergencia.	
	Se incluye la llamada al Departamento de Protección Civil y Gestión de Emergencias 112 o a otros servicios de emergencias necesarios.	
	Información mínima a incluir en el mensaje	Tipo de emergencia (incendio, accidente, etc.)
		Lugar del siniestro.
		Existencia de heridos y situación.
		Necesidad de medios especiales de actuación.
		Nombre del interlocutor.
Teléfono de contacto.		

Notas:

¹ En el Anexo I se incluye el directorio telefónico del personal de emergencias y teléfonos de ayuda exterior.

² En el Anexo II se incluye el formulario de notificación de la emergencia.


c) Identificación del Centro de Coordinación de Atención de Emergencias de Protección Civil.

Se contactará con el Departamento de Protección Civil y Gestión de Emergencias por teléfono (112)

d) Identificación de la persona que dará los avisos.

El responsable del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones será la persona que ante una emergencia realizará las acciones iniciales encaminadas a su control y las comunicaciones de aviso correspondientes.

Su primera actuación debe ser avisar al Jefe de Emergencia.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 94	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.4.3. Mecanismos de respuesta frente a la emergencia.

3.4.3.1. Protocolo general de actuación.


Tras la detección de una alarma por cualquier medio, el Centro de Control, Alarma y Comunicaciones (CAC) comunicará con el Jefe de Emergencia, el cual ordenará al Jefe de Intervención que se desplace al lugar de la emergencia para confirmar la emergencia y determinar la gravedad de la situación. Para ello, el Jefe de Intervención podrá requerir la intervención del Equipo de Intervención-Evacuación.

El Jefe de Emergencia acudirá al CAC y recibirá información continua del Jefe de Intervención, de forma que pueda coordinar las acciones a realizar durante el desarrollo de la emergencia hasta la llegada de los Servicios Públicos de Emergencia.


El Equipo de Intervención se mantendrá a las órdenes del Jefe de Intervención. Actuará siempre de forma coordinada y nunca se dejará actuar a un compañero solo. Frente a incendio o escape se esperará la llegada del servicio de Bomberos.

Como pautas generales de actuación de los equipos de emergencia se pueden citar:

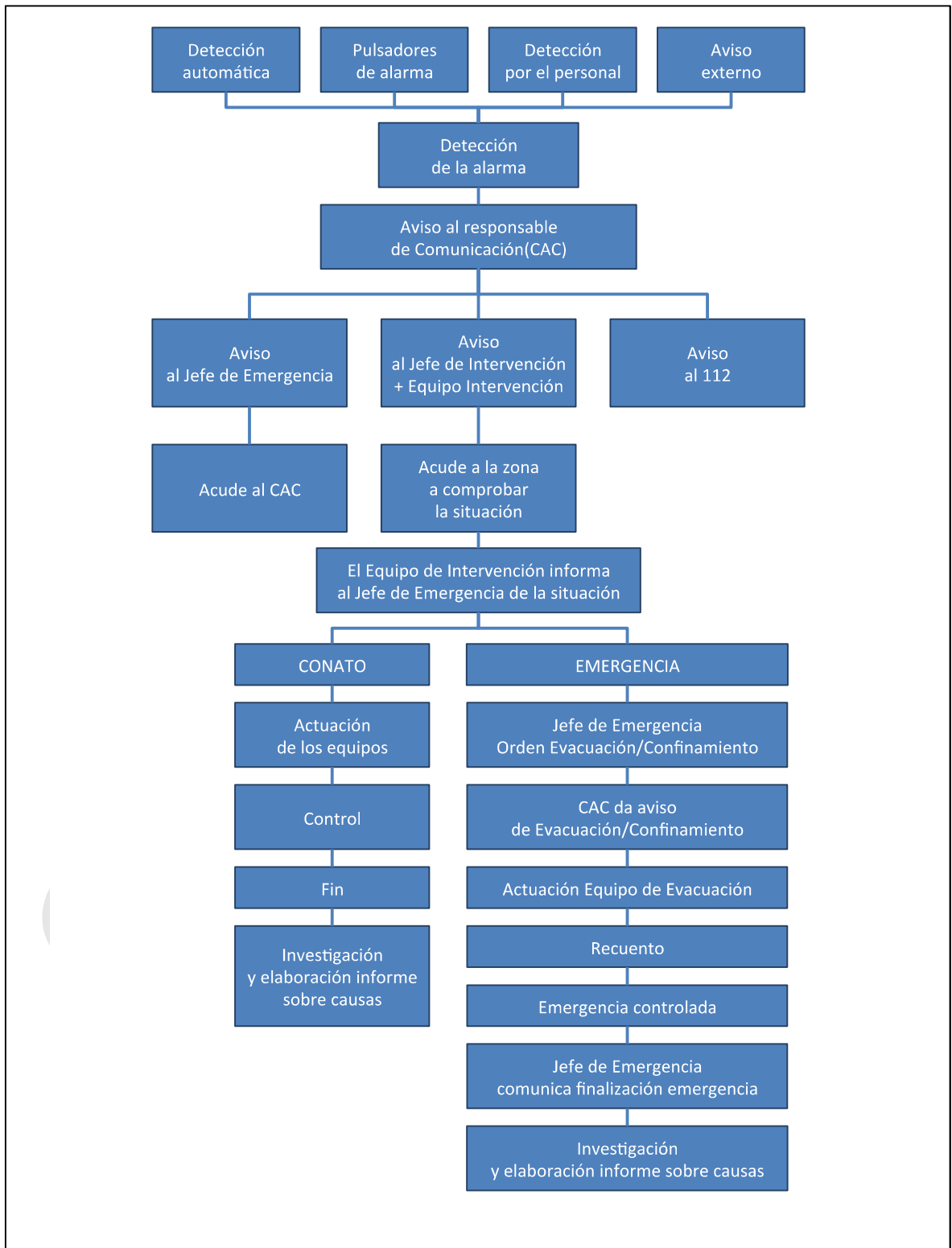
- Estudio de la situación: zona de la emergencia, extintores, vías de evacuación, evolución de la emergencia, puntos de corte de suministro energético, etc.
- No exponerse al peligro de forma innecesaria.
- Nunca poner en peligro la integridad física.
- Utilización de los equipos de extinción de incendios, contención de vertidos, etc., utilizando los Equipos de Protección Individual establecidos.
- Despejar la zona de actuación.
- Apagar y quitar contacto de eventuales vehículos en marcha y eliminar puntos de ignición.
- Posicionarse siempre a favor del viento.
- No perder el contacto visual con los compañeros.
- Mantener la comunicación continua con el Jefe de Emergencia.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 95	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

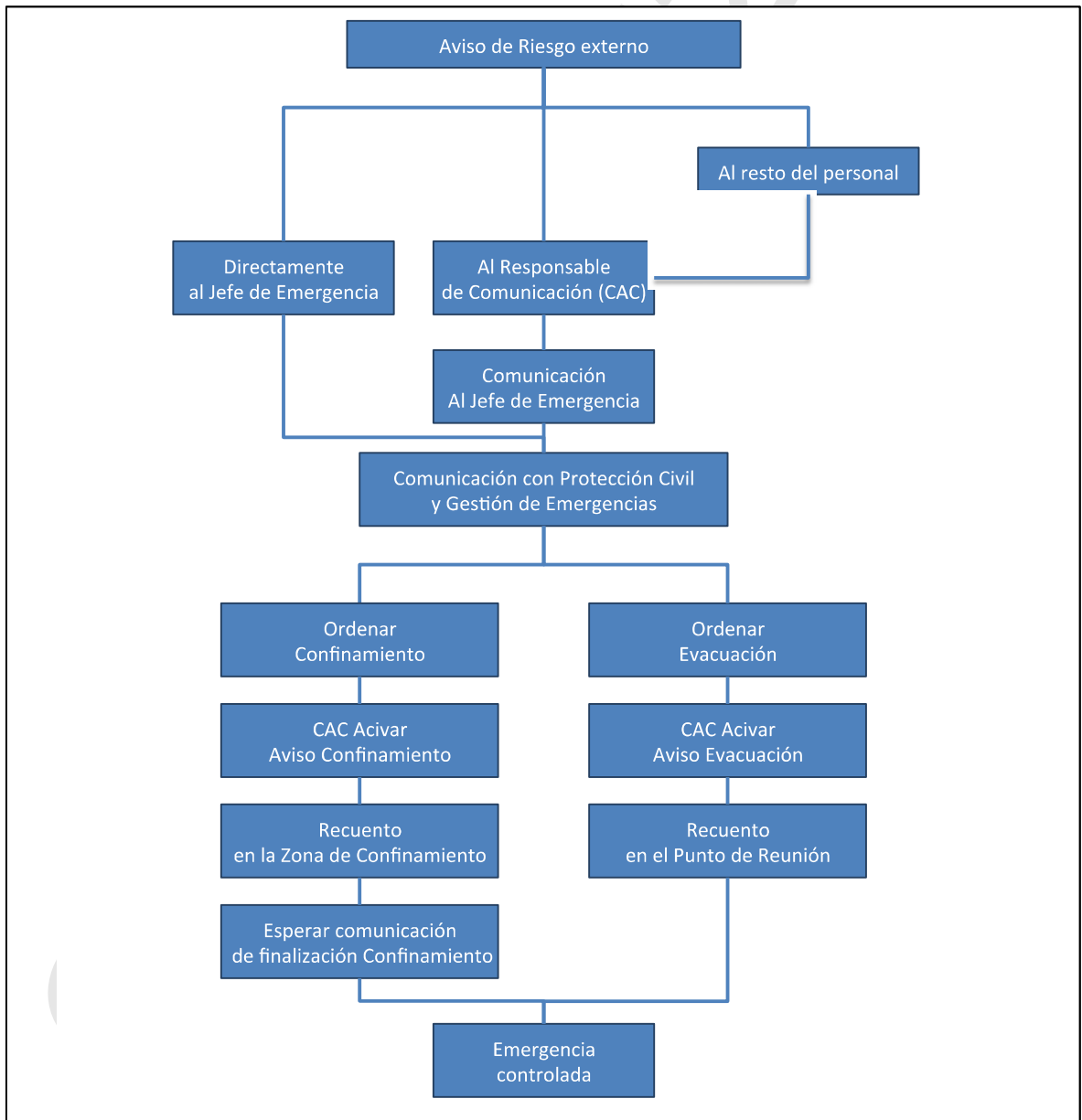
- En el momento en que las condiciones lo exijan, el Jefe de Emergencia o los Equipos de Ayuda Externa lo ordenen, evacuar las instalaciones, verificando que no queda nadie.
- Dirigir todo el personal al punto de reunión o confinamiento y realizar el recuento.
- Comunicar al Jefe de Emergencia el resultado del recuento de personal.
- Esperar en el punto de reunión o confinamiento hasta el final de la emergencia.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 96	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

a) /




b) Actuación en caso de aviso externo




3.4.3.2. Actuaciones específicas.


Las actuaciones específicas a llevar a cabo por parte de los diferentes miembros de los equipos de emergencia se realizarán siguiendo las pautas previstas en las fichas siguientes.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 98	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


Actuaciones específicas en caso de derrames y fugas de GNL/GN sin incendio		
Ficha N° AE/01	Rev. 00	Noviembre 2017
Centro de Control, Alarma y Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> - Recibir la alerta de la emergencia. - Localizar el Jefe de Emergencia. - Avisar a la Ayuda Externa en caso de que el Jefe de Emergencia lo requiera. - Encargarse de realizar el resto de llamadas que solicite el Jefe de Emergencia. 	
Jefe de Emergencia	<ul style="list-style-type: none"> - Asumir la coordinación. - Acudir al CAC cuando se recibe el aviso de emergencia. - Dar las instrucciones de comunicación y actuación pertinentes, a través del CAC o directamente a los equipos de emergencia. - En caso de que se produzca un derrame masivo con formación de nubes de vapor de GN que se extiende fuera de la planta, decretar la emergencia general, con evacuación total del personal. 	
Jefe de Intervención	<ul style="list-style-type: none"> - Dirigirse al lugar de la emergencia. - Ordenar aviso al Equipo de Intervención-Evacuación para confirmar la emergencia y determinar la gravedad del siniestro. - Mantener comunicación continua y directa con el Jefe de Emergencia, facilitándole la información necesaria para la toma de decisiones. - Ordenar la paralización de todas las operaciones de trasvase, descarga y manipulación de cualquier tipo en la zona, etc. - Limitar al máximo las personas en la zona de peligro, destinándose un equipo de socorro listo a intervenir por si fuera preciso auxiliar a los que estuvieran trabajando. - En caso de evacuación, coordinar y recabar toda la información para remitirla al Jefe de Emergencia. 	
Equipo de Intervención-Evacuación	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar la zona peligrosa e impedir el acceso a la misma del personal no adecuadamente equipado, alejando en dirección contraria a la del viento a toda persona ajena a la emergencia. - Avisar y evacuar a cualquier persona de la zona de avance de la nube. - Eliminar de la zona todo posible punto de ignición (carretillas, bombas móviles, vehículos o instalaciones eléctricas o que utilicen llamas piloto, etc.). - Intentar detener la fuga mediante el cierre de válvulas si se considera que al hacerlo no existe riesgo para la persona que lo efectúa. - Cortar el suministro eléctrico a la planta. - Evacuar inmediatamente a la persona que pueda presentar molestias, procediendo a su reanimación artificial o a los cuidados que necesite según su estado, y trasladándola a un centro asistencial de urgencias. - En caso de imposibilidad asequible de otras soluciones y siendo estable y no peligrosa la zona acotada, esperar al agotamiento total de GNL de la instalación. - En caso de que se produzca un derrame masivo con formación de nubes de vapor de GN que se extiende fuera de la planta, proceder a la emergencia general, asegurar la evacuación total y ponerse a disposición de los medios externos. 	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 99	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


Medios materiales	Equipos de protección individual.
Observaciones	<p>La fuga de GNL es rápidamente visible ya que en contacto con la atmósfera hiela el vapor de agua presente, formando una nube blanca fácilmente visible.</p> <p>El GNL en contacto con el aire ambiente vaporiza, y, si la fuga no es considerable, el GN generado asciende por su menor densidad con relación al aire. Si la fuga es mayor, la fuga podrá crear un charco de GNL líquido, siendo en este caso la nube visible formada mayor.</p> <p>En función de la velocidad del viento existente en aquellos momentos, su dispersión será más o menos intensa, así como la parte visible de la misma.</p> <p>En principio, es posible que en el interior de la nube formada pueda existir mezcla GN-Aire comprendida entre el 5% y el 15% y por ello combustible, por lo que hay que evitar que la nube pueda alcanzar puntos de posible ignición.</p> <p>Fuera de la nube, es difícil que exista mezcla combustible, excepto por su parte superior, por la que asciende el GN regasificado, en zona de más difícil posibilidad de existencia de puntos de ignición.</p>

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 100	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Actuaciones específicas en caso de derrames y fugas de GNL/GN con incendio		
Ficha N° AE/02	Rev. 00	Noviembre 2017
Centro de Control, Alarma y Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> - Recibir la alerta de la emergencia por teléfono o viva voz. - Realizar las llamadas necesarias para localizar el Jefe de Emergencia. - Avisar a la Ayuda Externa. - Encargarse de realizar el resto de llamadas que solicite el Jefe de Emergencia. 	
Jefe de Emergencia	<ul style="list-style-type: none"> - Asumir la coordinación. - Acudir al CAC cuando se recibe el aviso de emergencia. - Dar las instrucciones de comunicación y actuación pertinentes, a través del CAC o directamente a los equipos de emergencia. - Decretar la emergencia general, con evacuación total del personal. - Con la llegada de los Servicios Públicos de Emergencias, ceder a estos la coordinación de la emergencia. 	
Jefe de Intervención	<ul style="list-style-type: none"> - Dirigirse al lugar de la emergencia. - Ordenar aviso al Equipo de Intervención-Evacuación. - Ordenar la paralización de todas las operaciones de trasvase, descarga y manipulación de cualquier tipo en la zona, etc. - Limitar al máximo las personas en la zona de peligro, destinándose un equipo de socorro listo a intervenir por si fuera preciso auxiliar a los que estuvieran trabajando. - Ayudar a la evacuación de las personas. - Preparar la llegada de los bomberos. - Con la llegada de los servicios de ayuda exterior, ponerse a sus órdenes. - Coordinar y recabar toda la información de la evacuación para remitirla al Jefe de Emergencia. 	
Equipo de Intervención-Evacuación	<ul style="list-style-type: none"> - Poner en marcha la evacuación del personal que no tenga alguna misión concreta en la extinción. - En caso de que sea posible, interrumpir la alimentación de gas a la red de suministro. - Cortar el suministro eléctrico general. - Ponerse a disposición de los medios externos. - Asegurar la evacuación total. 	
Medios materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos de protección individual. - Equipos de extinción. 	
Observaciones	<p>Debe tenerse en cuenta que la protección mediante polvo seco prevista por la normativa vigente está básicamente pensada para sofocar los inicios de cualquier incendio localizado (fuga en válvula o brida de un circuito, cabina del camión cisterna, ropas del personal, escape en flexible de descarga, etc.), pero no está prevista para un incendio de una fuga o derrame masivo de GN o GNL en la Planta.</p>	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 101	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Actuaciones específicas en caso de explosión		
Ficha N° AE/03	Rev. 00	Noviembre 2017
Centro de Control, Alarma y Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> - Recibir la alerta de la emergencia por teléfono o viva voz. - Realizar las llamadas necesarias para localizar el Jefe de Emergencia. - Avisar a la Ayuda Externa. - Encargarse de realizar el resto de llamadas que solicite el Jefe de Emergencia. 	
Jefe de Emergencia	<ul style="list-style-type: none"> - Asumir la coordinación. - Acudir al CAC cuando se recibe el aviso de emergencia. - Dar las instrucciones de comunicación y actuación pertinentes, a través del CAC o directamente a los equipos de emergencia. - Decretar la emergencia general, con evacuación total del personal. - Con la llegada de los Servicios Públicos de Emergencias, ceder a estos la coordinación de la emergencia. 	
Jefe de Intervención	<ul style="list-style-type: none"> - Dirigirse al lugar de la emergencia. - Ordenar aviso al Equipo de Intervención-Evacuación. - Ordenar la paralización de todas las operaciones de trasvase, descarga y manipulación de cualquier tipo en la zona, etc. - Limitar al máximo las personas en la zona de peligro, destinándose un equipo de socorro listo a intervenir por si fuera preciso auxiliar a los que estuvieran trabajando. - Coordinar y recabar toda la información sobre la evacuación para remitirla al Jefe de Emergencia. - Preparar la llegada de la ayuda exterior. - Con la llegada de los servicios de ayuda exterior, ponerse a sus órdenes. 	
Equipo de Intervención-Evacuación	<ul style="list-style-type: none"> - Cortar los suministros de energía. - Aproximarse a la zona con cautela. Tener en cuenta posibles explosiones secundarias y/o derrumbes. - Preparar la llegada de los servicios de ayuda exterior. - Ponerse a disposición de los medios externos. - Asegurar la evacuación total. 	
Medios materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos de protección individual. - Equipos de extinción. 	
Observaciones		

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 102	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.4.4. Evacuación.

Según se ha indicado en las pautas generales de actuación, en el momento en que las condiciones lo exijan, el Jefe de Emergencia o los Equipos de Ayuda Externa lo ordenen, se iniciará el procedimiento de evacuación de las instalaciones, verificando que no queda nadie.

- Se dirigirá todo el personal al punto de reunión y se realizará el recuento.
- Se comunicará al Jefe de Emergencia el resultado del recuento de personal.
- Se esperará en el punto de reunión hasta el final de la emergencia.

3.4.5. Confinamiento.


El confinamiento se realiza ante un riesgo en el exterior (amenaza de bomba, fuga de una sustancia tóxica, etc.) o en el interior (fuga de gas, etc.) y ante la posibilidad de un tiempo de permanencia que puede ser indeterminado.

Cuando el Jefe de Emergencia decreta la orden de confinamiento, lo comunicará al Centro de Control, Alarma y Comunicaciones para que lo comunique vía teléfono al Jefe de Intervención y al Equipo de Intervención-Evacuación.

- Los equipos de emergencia presentes en las instalaciones deberán indicar a todas las personas presentes que se dirijan al punto de confinamiento.
- El Jefe de Intervención, con ayuda del Equipo de Intervención-Evacuación si lo considera necesario, se encargará de mantener la estanqueidad del edificio cerrando puertas y ventanas y desconectando los aparatos de ventilación, extractores, etc.
- El Jefe de Emergencia debe estar informado de la situación externa.

3.4.6. Prestación de las Primeras Ayudas.

Si hay algún herido, se solicitará inmediatamente Ayuda Externa.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 103	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.4.7. Modos de recepción de las Ayudas externas.

El aviso a las ayudas externas lo realizará el responsable del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones.

La recepción de las Ayudas externas se realizará en el punto indicado en la Documentación Gráfica por parte del Jefe de Intervención o de la persona en quien delegue expresamente y que disponga de toda la información sobre la emergencia y sobre las actuaciones y estado de la intervención.

El Jefe de Intervención debe garantizar que la vía de acceso al establecimiento para los servicios de asistencia externos se encuentra libre de posibles obstáculos, habilitar espacios para el estacionamiento de vehículos de asistencia, camión de bomberos, etc.


Se facilitará a la ayuda externa toda la información requerida para actuar sobre la emergencia (PAU, planos, redes de servicios, personas responsables del centro, etc.) así como las llaves para acceder a las instalaciones.

Cuando lleguen los medios de ayuda externa, estos asumirán la responsabilidad de la respuesta ante la emergencia y los equipos de actuación del centro colaborarán con ellos y les darán apoyo.

3.5. Lista de Fichas de actuación (desarrolladas en el Anexo 4)

Las fichas de actuación de cada equipo de emergencia, según el tipo de riesgo y nivel de emergencia se recogen en el Anexo 4, y son las siguientes:

1. Ficha del Centro de Control, Alarma y Comunicaciones.
2. Ficha del Jefe de Emergencias.
3. Ficha del Cabo de intervención.
4. Ficha del Equipo de Primera intervención.
5. Ficha del Equipo de Evacuación y Confinamiento.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 104	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Todo el personal del centro deberá conocer estas fichas. Una correcta actuación en inicio de los sucesos causantes de la emergencia servirá para minimizar sus consecuencias.

3.6. Integración en Planes de ámbito superior


El presente PAU prevé la integración y coordinación con otros planes de ámbito superior que se pudieran activar de forma simultánea con el PAU.

Los planes de emergencia de ámbito superior que pueden estar activados simultáneamente al PAU son los siguientes:

Planes territoriales	Planes especiales / Planes Específicos
Pla de protecció civil de Catalunya (PROCICAT)	Pla especial d'emergències per nevades a Catalunya (SISMICAT)
	Pla especial d'emergències per nevades a Catalunya (NEUCAT)
	Pla especial d'emergències per nevades a Catalunya (INUNCAT)
	Pla especial d'emergències per accidents en el transport de mercaderies perilloses per carretera i ferrocarril a Catalunya (TRANSCAT)
	Pla especial d'emergències per contaminació de les aigües marines de Catalunya (CAMCAT)
	Pla especial per a emergències aeronàutiques a Catalunya (AEROCAT)
	Plan Autoprotección Terminal de Carga Port de Barcelona
	Plan Autoprotección Port de Barcelona

Esta coordinación se refleja, básicamente, los siguientes aspectos:

- Coordinación de la dirección: se refiere a la coordinación entre la dirección del Plan de autoprotección y la dirección del plan de protección civil donde se integra el PAU.
- Coordinación del procedimiento operativo: integra las acciones para desarrollar:


	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 105	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- o Los protocolos de notificación de la situación de emergencia, tanto durante el transcurso de la misma como a posteriori.
- o Las formas de colaboración de la organización con los planes y actuaciones del sistema público de protección civil.

3.6.1. Coordinación a nivel directivo

Respecto a la activación del Plan de Autoprotección y su gestión en coordinación con otros planes, se tendrán en cuenta las siguientes instrucciones:

- Si se produce una situación de emergencia contemplada en el PAU, la persona que asume la función de Jefe de la Emergencia activará el mismo, comunicándolo lo antes posible a la autoridad competente en materia de protección civil, que realizará un seguimiento de las actuaciones del plan.
- Para la coordinación entre la dirección del plan de autoprotección y la dirección de los planes de ámbito autonómico la actividad llamará al CECAT.
- Para la coordinación entre la dirección del plan de autoprotección y la dirección de los planes de protección civil de ámbito municipal la actividad llamará al CRA.
- Si como consecuencia de la situación de emergencia ocurrida en la instalación tuviera que activar el Plan de protección municipal correspondiente y se convoque el consejo asesor, la persona que hace de Jefe de la Emergencia o la persona en quien delegue incorporará al comité de emergencias, como representante del pabellón.
- Si se recibe la notificación de que un plan de ámbito superior ha sido activado (debido a un riesgo de emergencia de tipo externo), el PAU será inmediatamente activado para hacer frente internamente a la emergencia.
Si la emergencia excede la capacidad de los recursos y medios propios del pabellón para su control, se procederá a requerir ayuda externa mediante los correspondientes modelos de avisos incluidos en el Anexo II.
- Una vez recibidos los efectivos de ayuda externa, la gestión y coordinación de la emergencia se transferirá a la dirección de la ayuda externa.
- Finalizada la situación de emergencia, la persona Jefe de Emergencia deberá comunicarlo al Centro de Coordinación Operativa de Cataluña (CECAT) y en su caso, en el centro de recepción de alarmas (CRA) del ayuntamiento.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 106	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

3.6.2. Coordinación a nivel operativo

3.6.2.1. Comunicación durante la emergencia

En caso de accidente o emergencia, y tal y como se describe en el apartado 3.4.2, hay que comunicar e informar al Centro de Atención y Gestión de Llamadas de Urgencia 112 Cataluña del accidente o emergencia ocurrida.

Además, hay la comunicación inmediata por teléfono al Centro Receptor de Alarmas Municipal (CRA) / Centro de Coordinación Operativa de Cataluña (CECAT). Esta comunicación será complementada, con la máxima celeridad posible, a través de correo electrónico, fax u otros sistemas adecuados que se puedan establecer en un futuro.


Aparte de la comunicación inicial, en todo caso e independientemente de que se active o no el correspondiente plan de protección civil, el pabellón deberá mantener un flujo de información con el CRA / CECAT mientras dure la emergencia.

3.6.2.2. Comunicación posterior de las emergencias y de las activaciones del plan de autoprotección:


Una vez finalizada la situación de emergencia, analizadas sus posibles causas y hecha la valoración de las consecuencias, así como una estimación de la población afectada por la emergencia, la persona titular del pabellón o la persona en quien delegue deberá remitir, a través del registro electrónico de planes de autoprotección, un informe a la Dirección General competente en materia de protección civil / el órgano competente en materia de protección civil del ayuntamiento donde tenga sede el centro, en un plazo máximo de siete días hábiles.

Este informe deberá detallar como mínimo los siguientes aspectos:

- Descripción de la emergencia y de sus causas
- Cronología de las actuaciones reales y de las actuaciones previstas en el PAU
- Medidas de protección tomadas (confinamiento o evacuación de las personas ocupantes)

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 107	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

- Aspectos del PAU a mejorar o modificar, como resultado de la experiencia derivada de la emergencia.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 108	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.		16677PE

4. DOCUMENTO Nº4: IMPLANTACIÓN, MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN

4.1. Responsabilidad, organización y planificación de las acciones de implantación.

4.1.1. Planificación, programa y plazos de acciones de formación y divulgación.

El responsable de la implantación del presente Plan es el Director del Plan de Autoprotección.

Se establecerá un plan de formación anual, así como su calendario, que contendrá al menos la formación general y específica para cada uno de los Equipos de Emergencia y de los responsables de aquel personal que participa de forma activa en el Plan de Autoprotección.


Contemplará como mínimo los siguientes puntos:

- Contenido de la formación general (ver apartado siguiente)
- Actuación general ante una fuga e incendio.
- Formación específica como parte de un equipo de emergencia concreto.
- Orden y prioridades en la actuación ante una fuga e incendio.
- Localización, características y usos de los equipos de extinción.
- Actuaciones específicas.
- Formación práctica sobre la vestimenta a utilizar, uso de los sistemas de extinción y tratamiento de pequeños incendios.
- Formación práctica en el tratamiento de derrames.

4.1.1.1. Personal propio.

Para que el Plan de Autoprotección funcione correctamente es imprescindible que todo el personal que no participa activamente en el propio plan (que no forma parte de los equipos de emergencia) tenga formación e información del mismo.

En consecuencia, de forma inmediata para las personas que se incorporan a la empresa y con periodicidad anual para el resto del personal, se realizará una

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 109	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

sesión monográfica formativa impartida por una persona que conozca el Plan de Autoprotección en su conjunto.

La formación general que se debe suministrar a todo el personal de Planta debe abarcar como mínimo los siguientes aspectos:

- Contenido general del Plan de Autoprotección.
- Definición de riesgos.
- Situación y utilización de los equipos básicos de emergencia.
- Detección y comunicación de una emergencia.
- Organigrama y funciones de los equipos.
- Instrucciones a seguir en caso de evacuación.


4.1.1.2. Personal ajeno.

Las empresas subcontratadas para trabajar en las instalaciones de la planta deberán recibir información acerca de la actuación en caso de emergencia.

4.1.1.3. Programa de información general para los usuarios.

Se establecerá una planificación y un calendario para el programa de información, que comprenderá.

- Colocación de carteles gráficos de medidas de autoprotección para que los usuarios tengan conocimiento informativo en materia de autoprotección.
- Colocación de planos de ubicación de lugar para que sirva de orientación a los usuarios ("usted está aquí"), siendo muy importante su utilización para que los usuarios tengan una rápida orientación visual y conocimiento de las salidas existentes, ubicándose las salidas de emergencia.
- Señalización de los puntos de reunión.
- Planos con los itinerarios de evacuación o confinamiento.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 110	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

4.1.1.4. Señalización y normas para la actuación de visitantes.


Se facilitarán unas normas básicas de seguridad para visitas y subcontratas, de forma que las indicaciones a seguir por el personal ajeno a la industria en caso de emergencia estén de acuerdo con el presente Plan.

4.2. Programa de ejercicios y simulacros.

Para evaluar el Plan de Autoprotección y asegurar la eficacia y operatividad de los Planes de Actuación en emergencias, se realizarán simulacros de emergencia con la periodicidad que determine el responsable del Plan y en todo caso, al menos una vez al año, evaluando sus resultados y en su caso, las medidas correctoras.

Se llevará a la vez un registro de los simulacros que se han realizado, anotando todos los datos de estos en la tabla siguiente.

INFORME SIMULACRO DE EMERGENCIA		
Identificación del simulacro		
Emergencia / Simulacro N°		
Tipo de Emergencia / Simulacro		
Fecha y hora		
Responsable del simulacro		
Participantes en el simulacro		
Toma de datos y evaluación del simulacro		
Actuaciones desarrolladas:	Ok	No Ok
Desviaciones o deficiencias detectadas:		

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 111	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

Medidas correctoras / sugerencias:
Observaciones:

4.2.1. Planificación, programa y plazos de mantenimiento.

Se desarrollará un programa en el que se contemplen los medios materiales y recursos para dotar y/o adecuar al establecimiento, en su caso, a lo dispuesto en la normativa que regule su actividad, favoreciendo a minimizar cualquier situación de riesgo y el cumplimiento de lo establecido en la normativa que regula el Plan de Autoprotección.


4.2.1.1. Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de riesgo, que garantiza el control de las mismas.

El titular dispone de un contrato de mantenimiento suscrito con una empresa especialista criogénica con servicio de atención de urgencias permanente, por el que ésta se encarga de conservar las instalaciones en el debido estado de funcionamiento y de la realización de las revisiones dentro de las prescripciones normativas.

El titular se responsabiliza de que esté vigente en todo momento el contrato de mantenimiento y de la custodia del Libro de Mantenimiento o copia del archivo documental, así como del certificado de la última revisión periódica realizada.

4.2.1.2. Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de protección, que garantiza la operatividad de las mismas.


Según se ha detallado anteriormente, las instalaciones de protección propias de la Central Térmica y de la Planta Satélite de Regasificación de GNL consisten en sistemas automáticos de detección alarma de incendios y extintores.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 112	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

El mantenimiento preventivo mínimo que deberá realizarse sobre estos equipos estará de acuerdo con lo especificado en la normativa andorrana en vigor.

En su defecto, se seguirán los criterios definidos en el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, y la actualización de este Real Decreto mediante la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo.


Extintores de incendio. Mantenimiento preventivo mínimo.		
Operaciones a realizar por personal de una empresa mantenedora autorizada, o bien, por el personal del usuario o titular de la instalación	Cada 3 meses	
	Comprobación de la accesibilidad, señalización, buen estado aparente de conservación.	
	Inspección ocular de seguros, precintos, inscripciones, etc.	
	Comprobación del peso y presión en su caso.	
	Inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.)	
Operaciones a realizar por el personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema o por el personal de la empresa mantenedora autorizada	Cada año	Cada 5 años
	Comprobación del peso y presión en su caso.	A partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces) se procederá al retimbrado del mismo de acuerdo con la ITC-MIE-AP5 del Reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios.
	En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión se comprobará el buen estado del agente extintor y el peso y aspecto externo del botellín.	Rechazo: Se rechazarán aquellos extintores que, a juicio de la empresa mantenedora
	Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 113	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.		16677PE

	<p>Nota: En esta revisión anual no será necesaria la apertura de los extintores portátiles de polvo con presión permanente, salvo que en las comprobaciones que se citan se hayan observado anomalías que lo justifique.</p> <p>En el caso de apertura del extintor, la empresa mantenedora situará en el exterior del mismo un sistema indicativo que acredite que se ha realizado la revisión interior del aparato. Como ejemplo de sistema indicativo de que se ha realizado la apertura y revisión interior del extintor, se puede utilizar una etiqueta indeleble, en forma de anillo, que se coloca en el cuello de la botella antes del cierre del extintor y que no pueda ser retirada sin que se produzca la destrucción o deterioro de la misma.</p>	<p>presenten defectos que pongan en duda el correcto funcionamiento y la seguridad del extintor o bien aquellos para los que no existan piezas originales que garanticen el mantenimiento de las condiciones de fabricación.</p>
--	--	--

Hidrantes. Mantenimiento preventivo mínimo.		
Operaciones a realizar por el personal del titular de la instalación del equipo o sistema	Cada 3 meses	Cada 6 meses
	Comprobar la accesibilidad a su entorno y la señalización en los hidrantes enterrados.	Engrasar la tuerca de accionamiento o rellenar la cámara de aceite del mismo.
	Inspección visual comprobando la estanqueidad del conjunto. Quitar las tapas de las salidas, engrasar las roscas y comprobar el estado de las juntas de los racores.	Abrir y cerrar el hidrante, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula principal y del sistema de drenaje.

Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios. Mantenimiento preventivo mínimo.	
Operaciones a realizar por el personal del titular de la instalación del equipo o sistema	Cada 3 meses
	Comprobación de funcionamiento de las instalaciones (con cada fuente de suministro).
	Sustitución de pilotos, fusibles; etc., defectuosos.
Operaciones a realizar por el personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema	Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornes, reposición de agua destilada, etc.).
	Cada año
	Verificación integral de la instalación.
	Limpieza del equipo de centrales y accesorios
	Verificación de uniones roscadas o soldadas.
	Limpieza y reglaje de relés.
Regulación de tensiones e intensidades.	
Verificación de los equipos de transmisión de alarma.	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 114	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.		16677PE

4.2.1.3. Realización de las inspecciones de seguridad de acuerdo con la normativa de GNL vigente.


El artículo 2 del Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11, establece que las instalaciones existentes a la entrada en vigor de este reglamento quedan sometidas al régimen de controles periódicos que se establecen en el mismo, en lo que se refiere a su periodicidad y agentes intervinientes en cada caso.

Por lo tanto, de acuerdo con la ITC-ICG-04 del citado Reglamento, la Planta Satélite de GNL será objeto de una revisión cada cinco años.

Dado que el PxV (producto del volumen geométrico, en metros cúbicos, V, por la presión máxima de trabajo, en bar, P) es superior a 500, estas pruebas serán realizadas por un organismo de control.

4.3. Actualización y revisión del Plan

Dado que se trata de una actividad extraordinaria, no serán de aplicación los requisitos referentes a las actuaciones de Actualización y de Revisión del Plan recogidas en la Normativa vigente.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 115	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.		16677PE


5. ANEXO I: DIRECTORIO DE COMUNICACIONES.

5.1. Teléfonos de emergencias de ayuda externa.

FICHA 01: TELÉFONOS DE EMERGENCIAS DE AYUDA EXTERNA	
Listado de teléfonos externos de Emergencia	
Emergencias General Urgencias Sanitarias Mossos	112
Centro Control Emergencias Port de Barcelona	900.10.08.52.
Bomberos	080
AMBULANCIAS PUERTO-ESTIBA	93.223.20.20.


Instituciones	
CECAT	93 551 7285 cecat@gencat.cat

Centros sanitarios próximos	
Hospital del Mar de Barcelona	932 48 30 00

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 116	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

5.2. Teléfonos del personal de Emergencias de la Actividad

FICHA 02: TELÉFONOS DEL PERSONAL DE EMERGENCIAS DE LA ACTIVIDAD		
Listado de teléfonos internos de emergencia		
	Nombre	Teléfono
Centro Control, Alarma y Comunicación (CAC)		
Titular	Centre de Control y Alarma Port de Barcelona	900.10.08.52
Equipos de emergencia		
Dirección del Plan de Autoprotección		
Titular	Jordi Vila	627.47.14.27.
Suplente	Daniel Ruiz	608.74.09.82.
Jefe de Emergencia		
Titular	Jordi Vila	627.47.14.27.
Suplente	Daniel Ruiz	608.74.09.82.
Jefe de Intervención		
Titular	Albert Casasin	675.99.47.13.
Suplente	Amaia Alcorta	628.70.84.94
Equipos de primera intervención (EPI)		
Titular	Técnico Auxiliar empresa HAM	
Suplente	Técnico Responsable empresa SIEMENS	
Equipo de soporte a la evacuación y Confinamiento (EEC)		
Titular	Daniel Ruiz	608.74.09.82.
Suplente		

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 117	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	


5.3. Teléfonos de las empresas de servicios y mantenimiento.

FICHA 03: TELÉFONOS DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS Y MANTENIMIENTO Y OTROS TELÉFONOS DE CONTACTO	
Teléfonos de las empresas de Servicio y mantenimiento	
PLANTA GNL	
Compañía	HAM CRIOGÉNICA, S.A.
Teléfono	(34) 93 770 47 60
Electricidad	
Compañía	ENDESA
Atención al client	902.53.00.53
Averías	800.76.07.06
Aguas	
Compañía	AGBAR
Averías	900.10.07.20

Teléfonos contactos Terminal de Carga	
Centro de Control Emergencias Terminal	606.56.70.75.
ESTIBARNA	Coord. Jeroni Pastor - 666.78.15.31.
COMPAÑÍA TRANSMEDITERRÁNEA	Begoña Guerrero – 670.73.89.46.
ACCIONA FACILITI SERVICES	Marta Cerro – 610.55.01.38. Marc Quereda – 675.79.21.69.

Empresas colindantes	
MODELOS NAVALES RIERA	93.443.06.73.
PROVIMAR, S.A.	93.443.97.97.
CISAM	93.225.13.88.
STELLA MARIS	93.443.19.65.
TERMINAL GRIMALDI BARCELONA	617.444.435.

Elementos vulnerables	
TELEFÈRIC DE BARCELONA	93.430.47.16.

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 118	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

6. ANEXO II: FORMULARIOS PARA LA GESTIÓN DE LAS EMERGENCIAS.


FORMULARIO PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS (112)
--

IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD		
Nombre	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE UN MOTOR A GAS NATURAL A UN BARCO RORO UNIDAD MOVIL EPT1 – BCN - RORO	
Dirección	Moll de Ponent Port de Barcelona	
Código Postal	08630	
Localidad	Barcelona	
País	España	
Teléfono	93.306.63.68.	
Persona que notifica el suceso	Nombre	
	Cargo	


TIPO DE PREEMERGENCIA / EMERGENCIA									
<input type="checkbox"/>	Fuga	<input type="checkbox"/>	Incendio	<input type="checkbox"/>	Explosión	<input type="checkbox"/>	Otro:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto:			Estado		Líquido		Gas		
Número de afectados		Muertos:		Heridos graves:		Heridos leves:			
Descripción / Observaciones:									

DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN
Origen de la emergencia:
Instalaciones afectadas:
Consecuencias ocasionadas y previsibles:
Medidas de emergencia adoptadas:

SOLICITUD DE AYUDA EXTERNA	
Bomberos	
Asistencia sanitaria	
Guardia Civil	
Otros:	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 119	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

RECEPCIÓN DE AYUDA EXTERNA	
Persona de contacto	
Punto de encuentro y recepción de los servicios de emergencia	
Teléfono de contacto	

	Port BCN – EPT1- RoRo gas nat.	Hoja 120	Rev. B	Fecha 26/11/2017
	Plan Autoprotección	Ref.	16677PE	

7. ANEXO III. PLANOS.

La relación de planos que forman la documentación gráfica del Plan de Autoprotección es la siguiente:

Código	Contenido	Rev.	Escala
16677PAU-01	Situación	RO	1/5000
16677PAU-02	Áreas de la Terminal y Accesibilidad ayuda exterior. Medios materiales. Señalización salidas.	RO	1/2500
16677PAU-03	Distribución Equipos Unidad móvil EPT1 – BCN – RoRo.	RO	1/100
16677PAU-04	Distancias de Seguridad - Modo descarga GNL camión	RO	1/100
16677PAU-05	Distancias de Seguridad - Modo suministro GN motor	RO	1/100
16677PAU-06	Clasificación de Áreas Peligrosas.	RO	1/100
16677PAU-07	Análisis de Riesgos. Radios de Seguridad. Llamada. H1.b-NI	RO	1/3000
16677PAU-08	Análisis de Riesgos. Radios de Seguridad. Llamada. H2.b-NI	RO	1/3000
16677PAU-09	Análisis de Riesgos. Radios de Seguridad. Dardo de Fuego. H1.b-RT	RO	1/3000
16677PAU-10	Análisis de Riesgos. Radios de Seguridad. Dardo de Fuego. H2.b-RT	RO	1/3000
16677PAU-11	Zonas de Riesgo	RO	1/2500
16677PAU-12	Zonas Vulnerables	RO	1/2500
16677PAU-13	Zonas de Confinamiento	RO	1/2500



Plan Autoproteccion

Rev.

1 | Rev. B | Fecha 26/11/2017

16677PE

Annex 4: Procedure for unloading liquefied natural gas tanks with cryogenic pump for liquefied natural gas plants in an isocontainer.



Criogénica

Polígono Industrial Sant Ermengol, parcela 11
08630 Abrera (Barcelona)
Tel. 93 770 47 60
Fax 93 770 34 41
ham@ham.es

**PROCEDIMIENTO DESCARGA CISTERNAS DE GAS
NATURAL LICUADO CON BOMBA CRIOGÉNICA PARA
PLANTA DE GAS NATURAL LICUADO EN UN
ISOCONTENDOR**



PROCEDIMIENTO DE DESCARGA CISTERNAS GNL CON BOMBA

INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente procedimiento es dar las pautas de actuación necesarias para la descarga de cisternas de gas natural licuado (GNL) con bomba criogénica de trasvase a depósitos fijos de GNL.

Se adjunta check-list con las instrucciones a seguir durante todo el proceso de descarga al final del documento.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

1. CONEXION PINZA DE TIERRA

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

¡ATENCIÓN! El circuito eléctrico de la pinza de tierra debe de estar abierto (posición “0” del interruptor de la pinza) en el momento de conectar la pinza a la cisterna y cerrarlo (posición “I” del interruptor) solo cuando la pinza este bien conectada a la cisterna.

2. CONEXION DE LA MANGUERA

La descarga se realizará mediante una bomba criogénica que se conectará a la boca de carga de la manguera de la planta.

3. SELECCIÓN DEL CIRCUITO DE LLENADO DEL DEPÓSITO

El depósito tiene dos circuitos para el llenado de GNL:

- Circuito de llenado Inferior o Fondo. Consta de:
 - Primera válvula de llenado inferior o fondo. (M1)
 - Segunda válvula de llenado inferior o fondo. (M3). (Siempre abierta)
- Circuito de llenado Superior o Duchas. Consta de:
 - Primera válvula de llenado superior o duchas. (M2)
 - Segunda válvula de llenado superior o duchas. (M4) (Siempre abierta)

Será el conductor de la cisterna quien seleccione el circuito del depósito por donde realizará la descarga, en función de la presión del mismo. No obstante, lo habitual será realizar la descarga por duchas, para facilitar el llenado haciendo bajar la presión del depósito.

4. DESCARGA DE LÍQUIDO AL DEPOSITO.

Para iniciar la descarga de líquido al depósito se debe abrir la válvula situada en la manguera de descarga (M5) existente en la planta y abrir la válvula de llenado superior o “duchas” del depósito (M2).

Si la presión del depósito baja de 3 bares, abrir la válvula de llenado inferior o fondo (M1) y cerrar la de duchas.

5. FINAL DESCARGA

La descarga podrá ser completa o parcial. En caso de ser parcial el conductor finalizará la operación cuando estime oportuno y nunca sobrepasará el 95% de llenado del tanque.

6. FINALIZACION OPERACION DE DESCARGA.

Cerrar la válvula de llenado inferior del depósito (M1).

Cerrar la válvula de llenado superior del depósito (M2).

NOTA: El GNL que pueda quedar atrapado entre la válvula de la manguera y las válvulas del depósito gasificará y entrará en la fase gas del depósito a través de la válvula antirretorno existente en el mismo.

7. SALIDA DE LAS CISTERNAS DE LA PLANTA DE GNL

Antes de la salida de la cisterna de la planta de GNL. se debe:

- Despresurizar la unión entre la válvula existente en la manguera de la planta y la válvula de salida de la cisterna (M6).
- Desconectar la manguera.
- Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna **¡ATENCIÓN!** Antes de desconectar físicamente la pinza de la cisterna, abrir el circuito eléctrico de la misma, poniendo en posición "0" el interruptor de la pinza tierra.
- Se verificará con explosímetro la ausencia de atmósfera de gas en la zona antes de arrancar la tractora de la cisterna.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

Annex 5: Nitrogen blanketing procedure of a unified regasification satellite plant in an isocontainer.



**PROCEDIMIENTO DE INERTIZADO MEDIANTE
NITROGENO EN UNA PLANTA SATÉLITE DE
REGASIFICACIÓN UNICADA EN UN ISOCONTENEDOR**



PROCEDIMIENTO DE ENFRIAMIENTO DE DOS TANQUES 5M3

INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente procedimiento es dar las pautas de actuación necesarias para el enfriamiento mediante Nitrogeno de dos depositos criogenicos de GNL.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

1. CONEXION PINZA DE TIERRA

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

¡ATENCIÓN! El circuito eléctrico de la pinza de tierra debe de estar abierto (posición “0” del interruptor de la pinza) en el momento de conectar la pinza a la cisterna y cerrarlo (posición “I” del interruptor) solo cuando la pinza este bien conectada a la cisterna.



2. COMPROBACIONES PREVIAS

- Verificar que la presión y nivel del depósito son cero. En caso contrario ventearmos hasta presión atmosférica y nivel 0.
- Verificar que todas las válvulas tanto del muelle de descarga como del depósito se encuentran cerradas.
- Sustituir el acople ENAGAS 2'' de la tubería de llenado del tanque por el acople correspondiente para la conexión de la manguera de la cisterna de Nitrógeno.
- Conectar la manguera de la cisterna y proceder al apretado de la misma. Durante la descarga se irá reapretando si se detecta alguna pequeña fuga.
- Abrir las válvulas del tanque de llenado por "duchas" al 100% y de llenado por fondo al 10%. Mantener cerradas las válvulas del muelle de descarga.
- Abrir la salida de gas de la cisterna, una vez subida la presión de ésta hasta donde sea posible. (según especificación de la cisterna de nitrógeno)
- Anotar el nivel de vacío del tanque.

(El vacío del tanque: El depósito criogénico está compuesto por dos depósitos. Uno exterior de acero y otro interior de inoxidable. Entre un depósito y otro, existe una cámara rellena de perlita a la que se le ha realizado el vacío para aumentar sus propiedades aislantes.)

3. PRIMERA FASE DEL ENFRIAMIENTO: Carga de Nitrogeno fase Gas

Esta fase de la puesta en frío se realizará por medio de dos operaciones:

- PRESURIZACIÓN: Dejar pasar gas hacia el depósito regulando el caudal de entrada con la válvula de la cisterna. La primera vez abrir un poco e ir abriendo gradualmente en las siguientes presurizaciones. Subir la presión entre 1 y 3 bares. Cerrar la válvula de la cisterna. (Abrir PPR de la cisterna de Nitrógeno, manteniéndola alta de presión).
- DESPRESURIZACIÓN: Abrir el venteo manual. Bajar la presión a un valor próximo a 0,5 bar. Cerrar la válvula de venteo. Anotar el vacío del tanque, usando un medidor de vacío, conectado en la válvula situada en la parte posterior del depósito.
- Repetiremos estas dos operaciones hasta observar que el gas sale frío en el extremo de la tubería de venteo, dependiendo del depósito a enfriar.
- También se puede alternar esta operación con la abertura de la válvula manual de entrada por el fondo del tanque en continuo abriendo el venteo.



- Anotar, para cada una de las presurizaciones, la hora, el valor de la presión alcanzada y el vacío del depósito

4. SEGUNDA FASE DEL ENFRIAMIENTO: Entrada Nitrogeno liquido

- La entrada de líquido se hará toda por duchas (100% abierta), con la válvula de fondo totalmente cerrada y una diferencia de 1 bar entre la cisterna y el depósito.
- Entrar líquido unos 30 segundos y reposar de 3 a 5 minutos.
- Entrar líquido entre 30 segundos y 1 minuto y reposar de 3 a 5 minutos.
- Entrar líquido entre 2 y 4 minutos y reposar de 5 a 10 minutos.
- Entrar líquido hasta alcanzar los kilos de nitrógeno deseados.

- Dar por finalizada la puesta en frío. Anotar el vacío y el nivel. Cerrar las válvulas de entrada al tanque.
- Una vez despresurizada la manguera de la cisterna, mediante venteos propios de la cisterna, desconectar-la y, cuando el acople que hemos colocado en la brida de llenado esté descongelado, proceder a sustituirlo conectando nuevamente la manguera correspondiente.
- Se cargará entre un 5% y un 10% de la capacidad total de los tanques.

5. VACIADO DEL NITRÓGENO DEL DEPOSITO

- Se procede a vaciar el nitrógeno del depósito justo antes de realizar la primera carga de gas natural. El tiempo de reposo del nitrógeno puede estar entre varias horas o un día.
- Asegurar que la brida del PPR situada entre la válvula y el gasificador está desembridada, y que al salir el nitrógeno no estropeará ningún aparato de la planta ni cableado, ya que realizaremos parte del vaciado por dicha conexión. También se puede realizar el vaciado del nitrógeno por la válvula de salida de líquido del tanque.
- En primer lugar se extraerá el nitrógeno líquido del tanque aprovechando la presión del mismo a través de la brida abierta anteriormente o mediante la válvula de salida de líquido del tanque.



6. SALIDA DE LA CISTERNA DE NITROGENO LA PLANTA DE GNL

Antes de la salida de la cisterna de la planta de GNL. se debe:

- Desconectar la manguera.
- Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna **¡ATENCIÓN!** Antes de desconectar físicamente la pinza de la cisterna, abrir el circuito eléctrico de la misma, poniendo en posición "0" el interruptor de la pinza tierra.
- Se verificará con explosímetro la ausencia de atmósfera de gas en la zona antes de arrancar la tractora de la cisterna.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

Annex 6

Report of the pilot test in the Port of Vigo

EPT1 subactivity

Tests carried out in
each port.

Pilot in the Port of
Vigo



Puerto de Vigo



Autoridad Portuaria de Vigo



CORE LNGas
hive

Index

1.	Introduction.....	3
2.	Location of the pilot	¡Error! Marcador no definido.
3.	Risk Analysis.....	¡Error! Marcador no definido.
4.	Pilot planning.....	¡Error! Marcador no definido.
5.	Installation of the equipment.....	¡Error! Marcador no definido.
5.1.	<i>Layout</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.2.	<i>Transfer of the equipment to the dock</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.3.	<i>Security fencing and surveillance</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.4.	<i>Installation of electrical outlets</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.4.1.	Electrical outlets for the generator motor	¡Error! Marcador no definido.
5.4.2.	Electrical outlets for the tank container	¡Error! Marcador no definido.
5.5.	<i>Installation of grounding</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.6.	<i>Installation of refrigeration circuit piping</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.7.	<i>Connection</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.7.1.	Connection of the gas pipe from the tank container to the motor..	¡Error! Marcador no definido.
5.7.2.	Electrical connection to the ship	¡Error! Marcador no definido.
5.8.	<i>OCA (Authorised Control Bodies) Inspection</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.9.	<i>Filling of LNG tanks</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.10.	<i>Motor fine-tuning and carburation</i>	¡Error! Marcador no definido.
6.	Pilot	25
6.1.	<i>Results</i>	25
6.2.	<i>Detected problems</i>	¡Error! Marcador no definido.
7.	Conclusions	33

1. Introduction

This report summarizes all the steps followed to carry out the pilot of EPT1 subactivity of the Core LNGas Hive project in the port of Vigo. The subactivity consists in supplying electricity to a RoRo-type ship during its port call through a generator motor powered by liquefied natural gas (LNG). Both the generator motor and the LNG tanks were installed in two 40-foot containers so as to be easily transported.

The partners participating in this subactivity were Suardíaz, which modified the SuarVigo ship in order to be able to receive electricity from the dock; Siemens, which manufactured the natural gas generator motor; Ham, which built the fuel tanks and the regasification plant; and Bureau Veritas, which certified the motor for its marine use and the changes made to the ship. The Port Authorities of Tenerife, Vigo and Barcelona (APB), where the pilots were carried out, also participated in the subactivity.

This report details all the steps that were followed for the implementation of the pilot tests in the Port of Vigo that took place during the month of October 2018 at the ferry vehicle terminal in Bouzas.

2. Location of the pilot

The equipments were located at the ferry terminal in Bouzas, specifically on ramp 7, where the Suarvigo ship usually docks.

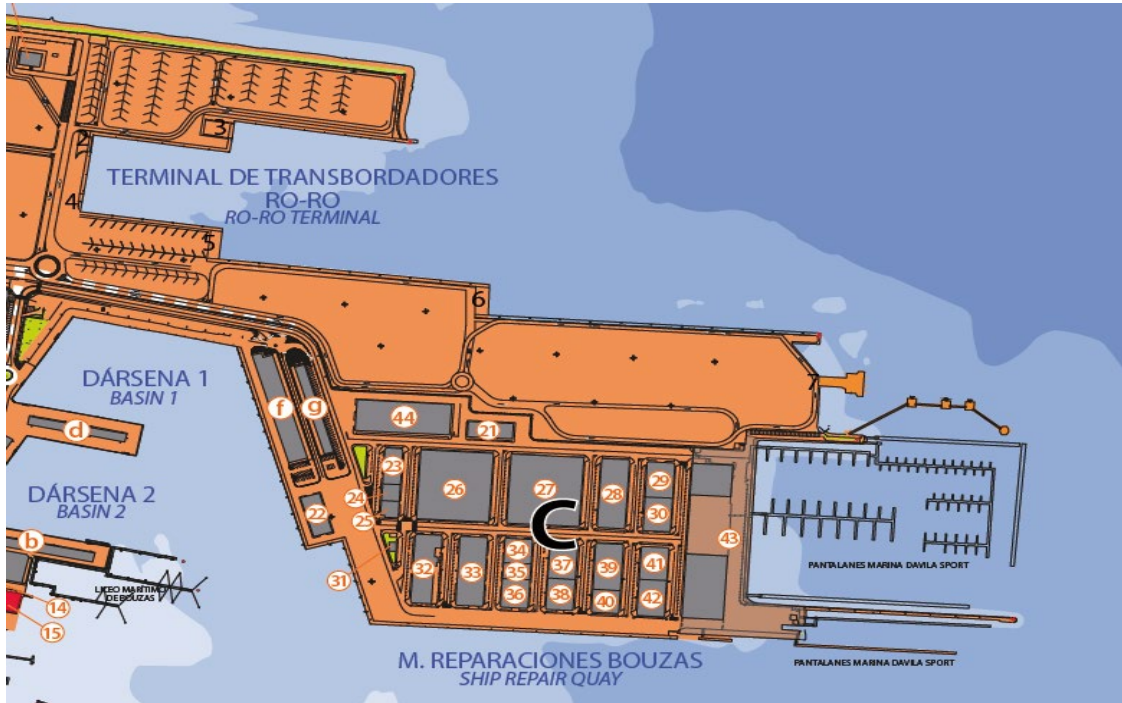


Fig.1. The ferry terminal in Bouzas.

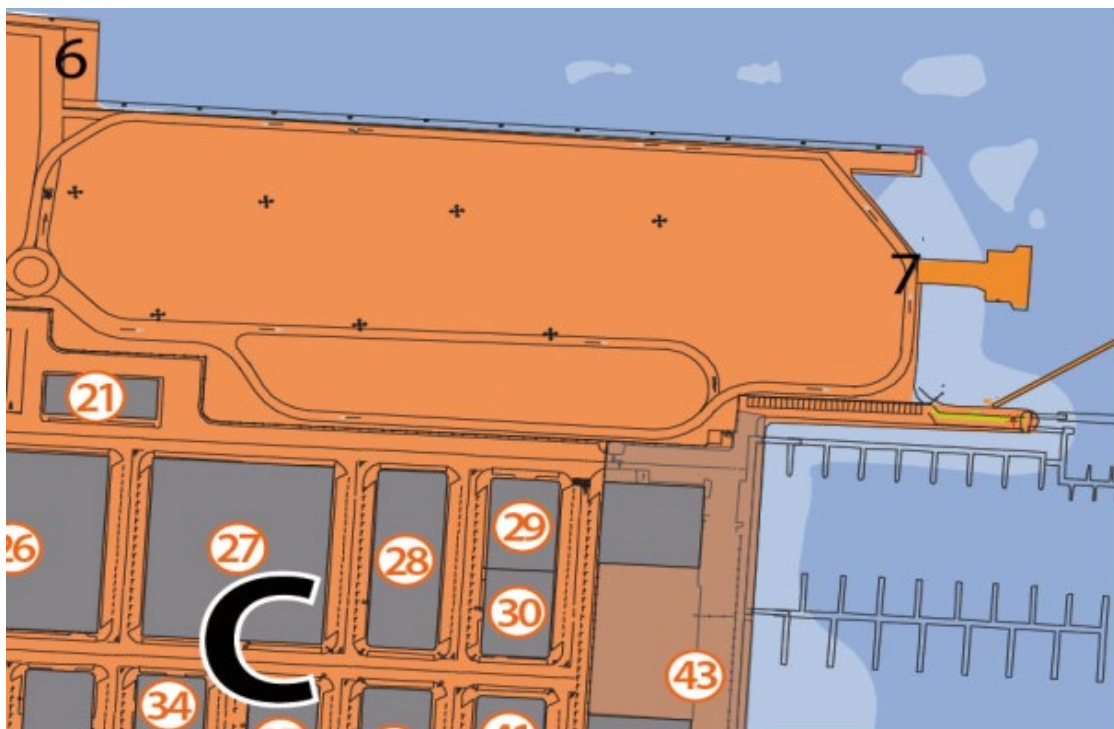


Fig.2. Ramp no. 7

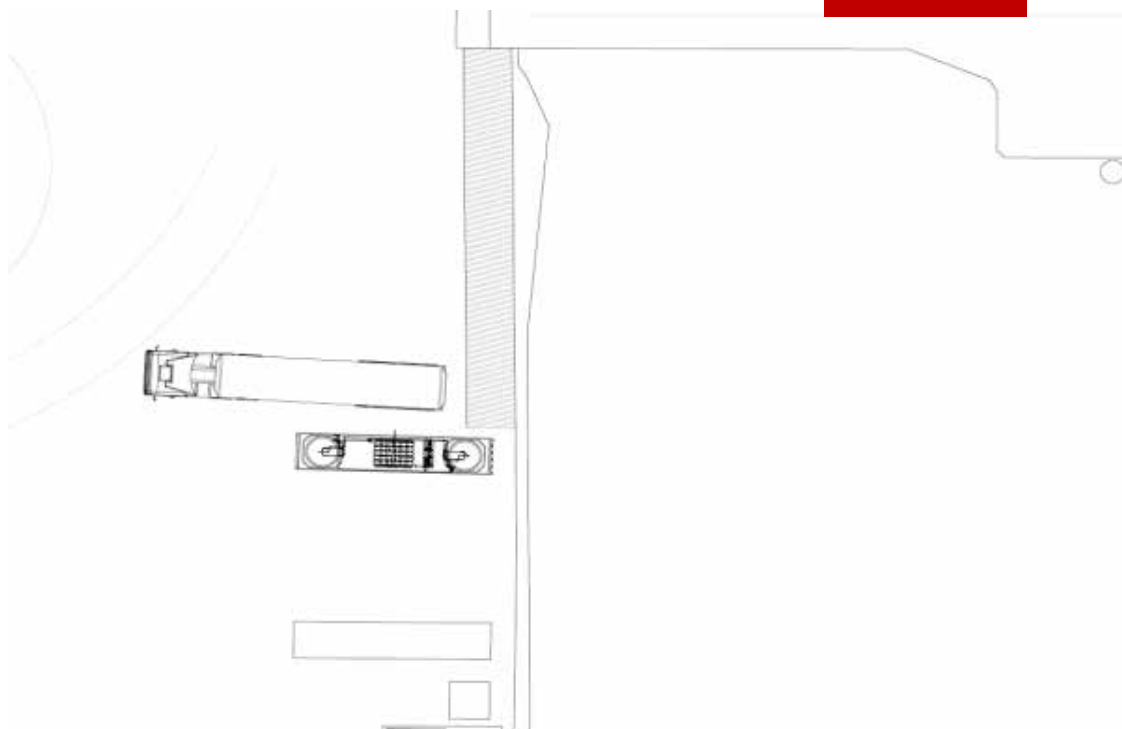


Fig.3. Location of the Pilot

3. Risk Analysis

The Port of Vigo prepared a risk analysis of the activity that was coordinated with the Self-Protection Plan of the Port of Vigo. It describes the activity, the environment, the duration of the pilot, the applicable regulations, and defines the coordination with the self-protection plan of the terminal. It also includes plans for risk analysis, risk areas, vulnerable areas and confinement areas, escape routes and the contact data of the people responsible for action in the event of an emergency.

The generator motor was certified by Bureau Veritas for marine use and HAM's LNG storage equipment passed an inspection carried out by an authorised control body (OCA) to the LNG tanks and their low voltage installation before being filled with LNG.

Attached to this report is the risk analysis *"Risk assessment study for a pilot test conducted within the framework of the CORE LNGas HIVE project"*

4. Pilot planning

One of the most important phases of the pilot is its correct planning. Anticipating the steps to follow, the dates, the logistics to locate the equipment on the dock or carrying out of location studies from the point of view of safety made it possible to minimize delays or economic losses during the pilot phase.

It was essential to establish a calendar for the start of each activity, since equipments and personnel had to be moved to the area where the pilot was located, in some cases

for several weeks, so it was important to know the dates in order to match the agendas of all the personnel involved.

Before the pilot phase, in the follow-up meetings, the different topics for the coordination of the pilot phase were discussed, but approximately 2 months before the pilot a specific meeting was held to agree between all the partners on the activities to be carried out, its start date with respect to the start date of the pilot and the time allocated to each activity.

The Sustainability Department of the Port Authority of Vigo was in charge of the coordination prior to and during the testing phase, coordinating between the different agents and operators of the Terminal when it came to receiving materials and equipment and the start-up.

The Port Authority provided the pilot in Vigo with ladders, a crane truck, electrical connections, among other works and materials.

The following is a brief initial planning of the pilot of the Port of Vigo, which was later modified by the requirements for the ship operation:

	Day 8 Monday	Day 9 Tuesday	Day 10 Wednesday	Day 16 Tuesday	Day 17 Wednesday	Day 18 Thursday	Day 22 Monday	Day 24 Wednesday	Day 26 Friday	Day 27 Saturday
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8	Day 9	Day 10
The Port Authority of Vigo	Load LNG / Collaborate in motor installation	Collaborate in tests	Collaborate in tests	Collaborate in tests	Pilot test on ship	Load LNG	Pilot test on ship	Load LNG	Pilot test on ship	Pilot test on ship
Suardiaz	Collaborate in motor installation (Forklift)	----	---	-----	Connect ship-shore cable, pilot test on ship	----	Connect ship-shore cable, pilot test on ship	----	Connect ship-shore cable, pilot test on ship	Connect ship-shore cable, pilot test on ship
Ham	Supervise LNG loading in tanks	Supervise operation of tanks during tests	Supervise operation of tanks during tests	Supervise operation of tanks during tests	Pilot test on ship, supervise operation of tanks	Supervise LNG loading in tanks	Pilot test on ship, supervise operation of tanks	Supervise LNG loading in tanks	Pilot test on ship, supervise operation of tanks	Pilot test on ship, supervise operation of tanks
Siemens	Motor installation and preparation	No-load motor tests	No-load motor tests	No-load motor tests	Pilot test on ship	----	Pilot test on ship	----	Pilot test on ship	Pilot test on ship
All partners	----	---	---	-----	Pilot test on ship	----	Pilot test on ship	----	Pilot test on ship / Presentation to Authorities and Media	Pilot test on ship

5. Installation of the equipment

5.1. Layout

Once the location of the equipment was defined from the safety point of view, respecting the distances established in the satellite plant regulations, the disposition of the LNG tanks and motor containers was marked with spray.



Fig.4. Container location details

5.2. Transfer of the equipment to the dock

The project partners Siemens and Ham were in charge of transferring the motor and the tanks, respectively. Due to the availability of space in the pilot area, they were received long time in advance, the Port Authority being responsible for unloading and placing the equipment on the dock.

A telescopic crane, specific to this type of operations, was used to unload the equipment. These actions were supervised at all times by the personnel of the Environmental Department of the Port Authority, who previously marked its exact location on the dock, following the safety guidelines set out in the risk analysis.



Fig.5. Unloading and placement of the equipment



Fig.6. Unloading and placement of the equipment.

5.3. Security fencing and surveillance

According to the security studies carried out, it was necessary to place a security fence for the entire area of operations. This work was done by the Port Police, who placed signalling cones in order to restrict traffic in the vicinity, and also by the conservation staff, who provided metal fences that limited access to the equipment operations area.

On the other hand, the Port Authority Control Centre was notified to keep the area under 24-hour surveillance from their cameras as well as with foot patrols, even though the area is located inside the ferry terminal, which has restricted access for both vehicles and people.



Fig.7. Fenced operation area

5.4. Installation of electrical outlets

5.4.1. Electrical outlets for the generator motor

Two sources of electricity are needed for the auxiliary services of the generator motor:

- 400 Vac with 3 phases + ground and 14 kW power. This socket is necessary while the generator motor is running. The auxiliary services of the generator motor are supplied with 400 Vac three-phase current (pumps, fans, etc.) or 230 Vac two-phase current (fire and gas control units, lighting, sockets, air

compressor or extractor). The electrical power for these services comes from the external 400Vac socket.

- 24 Vdc, with 2 poles (positive, negative) and 20 amperes. This 24 V source is required 24 hours a day. This source must serve both as a battery charger and as a power source (0.5 kW), for charging batteries, for the starter motor and for supplying the gas train (cut-off solenoid valve and leakage detector). It also powers the motor control equipment (for example, the knock detection system, the throttle and carburettor valve, the ignition control system, or the alarm instrumentation and probes). These systems are powered in parallel by two power sources: by the external source and by the batteries of the



Fig.8. Electrical outlets

400V and 24V electrical outlet

Due to the proximity of a transformation centre to the area of operations, the Port Authority proceeded to install all the necessary wiring from the "CT" (electrical panel) to the connection panel, thus providing electricity to the two outlets.



Fig.9. Connection box at the back

5.4.2. Electrical outlets for the tank container

The gas tank container needs a 230v electrical outlet (single-phase, F+N+T, protected at source) for the Programmable Logic Controller (PLC), which encompasses the remote control system of the gas plant and the control of valves and alarms.

This equipment was connected to the same connection box as the generator motor, respecting at all times the ATEX area and the safety characteristics of all the wiring.

5.5. Installation of grounding

To ground the low-voltage electrical installation of the LNG tanks container, the conservation staff drove a copper spike about two meters long into the dock.

5.6. Installation of refrigeration circuit piping

The primary refrigeration circuit of the motor is cooled with a secondary salt water circuit, by means of a heat exchanger. For this, 2 flexible hoses of DN100 diameter

must be installed, one for the water inlet and the other for the hotter water outlet, after the heat from the motor is exchanged in the exchanger. The secondary circuit pump was dimensioned so as to be able to work with a water column of up to 13 m.

Due to the location, access to seawater was easily available and with little difference in height, which facilitated the placement of these cooling hoses.

Both hoses were fixed to the dock in order to avoid unwanted movements.



Fig.10. Cooling hoses

5.7. Connection

5.7.1. Connection of the gas pipe from the tank container to the motor

The connection of the gas pipeline was carried out by HAM personnel with the supervision of Siemens personnel, without any incident having been recorded after the experience obtained in the tests in the Port of Barcelona.



Fig.11. Connection of the gas hose

5.7.2. Electrical connection to the ship

The connection was carried out by laying the power wiring from the generator motor to the ship through ramp No. 7 of the ferry terminal with the corresponding cable anti-crushing protections, with a total length of approximately 100 metres.

Finally, 870 m of 1 x150 mm² RVK 1KV cable were needed at an approximate cost of 13,000 Euros.

The power cables were acquired and installed by Suardiaz. These operations supposed a cost that was not initially foreseen, since the initial location for the pilot tests required a much shorter cable length.



Fig.12. Power cable from the generator motor to the ship



Fig.13. View of the approximate distance from the ship to the equipment location area

5.8. OCA (Authorized Control Bodies) Inspection

Before being able to fill the LNG tanks, it was necessary to pass an inspection by an Authorized Control Body (OCA), to certify that the liquefied natural gas satellite plant installation and its low voltage installation were in good conditions and that they met the technical specifications.

The inspection was hired and coordinated by HAM.

The OCA (SGS company) inspection was carried out on June 6, 2018, and the certificate was issued on June 16, 2018.

The entire facility also underwent a Low Voltage OCA.

Subsequently, all the installation was presented to the Department of Industry of Xunta de Galicia in order to obtain the relevant authorization.

The certificates and all the documentation handed to the Department of Industry are presented below.

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN INICIAL DE PLANTAS SATÉLITE DE GAS NATURAL LICUADO

SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A. como ORGANISMO DE CONTROL (O.C.), para la aplicación de la Reglamentación sobre Gases Combustibles según acreditación de ENAC nº 133/EI255

CERTIFICA: Que en cumplimiento del RD 919/2006, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y su ITC ICG 04, se ha procedido a realizar la inspección inicial de la PLANTA SATÉLITE DE GAS NATURAL LICUADO de las siguientes características:

1.- IDENTIFICACIÓN:

TITULAR: HAM CRIOGENICA S.L.

USUARIO: HAM CRIOGENICA S.L.

EMPLAZAMIENTO: PUERTO DE VIGO- ZONA DE BOUZAS 36208 VIGO (PONTEVEDRA)

CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (m³): **5m3**, clasificada según la norma UNE 60210:2015 como:

A:>2 a 5m³ B:>5 a 10m³ C:>10 a 20m³ D:>20 a 40m³ E:>40 a 80m³ F: >80 a 160m³

G: >160 a 400m³ H: >400 a 1500m³

2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS:

MARCA/ MODELO	FABRICANTE	Nº FABRICACIÓN	Vol (m ³)	PS/Pdiseño (bar)
ZHANGJIANANG	ZHANGJIANANG	16005084050	4,8	8

3.- EQUIPOS A PRESIÓN EN LA INSTALACIÓN (excepto depósitos)

DENOMINACIÓN	MARCA/ MODELO	FABRICANTE	Nº FABRICACIÓN	VOL (L)	PS/Pdiseño (bar)
VAPORIZADOR	LOAR	LOAR	LOAR-B1462/11	168,76	15
PULMON	SMA	SMA	2996 0716345	40	12
RECALENTADOR	TRAMEGA	TRAMEGA	17087	5,7	13
DEP. THT	AMTROL ALFA	AMTROL ALFA	---	61	42



SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A.



CERTIFICADO Nº: 36/03/0005/18

4.- CONTROLES Y PRUEBAS:

Se hace constar:

Que se ha efectuado la prueba de estanqueidad mediante medida del vacío de la intercámara dando como resultado 0,1mbar/ prueba de presión neumática a ____ bar, correspondiente a las pruebas previas a la puesta en servicio, sin que se apreciaran fugas.

Que la inspección ha sido realizada en el lugar de emplazamiento en fecha **06/06/2018**.

Que se ha procedido en la instalación indicada, al tarado de las siguientes válvulas de seguridad:

SITUACIÓN	MARCA	MODELO	Nº SERIE	PRES. APERTURA
DEPOSITO 1	-	-	02500836	8
	-	-	02500842	8
	-	-	02500839	8
	-	-	02500843	8

Esta instalación deberá someterse a prueba periódica antes de 5 años, así como cuando sea cambiado de emplazamiento o sometido a reparación importante.

En vista del resultado FAVORABLE de los controles y pruebas, se extiende el presente CERTIFICADO, en Barcelona, a 16 de Julio de 2018.

EL INSPECTOR




Fdo: Lorena Atienza



SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A.

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

ORGANISMO DE CONTROL  Enderezo: Parque Tecnológico y Logístico de Vigo Calle C - Area TexVigo, Nave A8, 36215, Vigo, Pontevedra Telefono: 986 49 43 60		Nº Certificado: 36 / 05 / 0032 / 18
ORGANISMO DE CONTROL Nº ENAC: OC-I / 058 AUTORIZADO POR: XUNTA DE GALICIA DATA AUTORIZACIÓN: AGOSTO 2006		Nº Expediente BT: --
De acordo co Regulamento Electrotécnico para Baixa Tensión aprobado polo R.D 842/2002, do 2 de agosto (B.O.E 18.09.02), o inspector que subscribe esta ACTA ten realizado na data que figura no cadro "DATA DE INSPECCION ACTUAL" as comprobacións e controis que establece a lexislación vixente segundo: Procedemento Nº: PE.IR/RE-003 Rev 6		TIPO DE INSPECCIÓN <input checked="" type="checkbox"/> Inspección Inicial <input type="checkbox"/> Ampliación Importante <input type="checkbox"/> Modificación ou reparación importante <input type="checkbox"/> Inspección Periódica

DATOS DA INSTALACIÓN	Poboación	Rúa			Nº	C.P.
	VIGO	PUERTO DE VIGO, ZONA FRANCA DE BOUZAS, 36208, VIGO, PONTEVEDRA			S/N	36208
Numero de inscrición no rexistro Industrial (se e o caso)				CNAE		
---				---		
TITULAR OU PROPIETARIO	Nombre ou Razón Social				Telefono	
	HAM CRIOGÉNICA SL (B-62776406) POLÍGONO INDUSTRIAL SANT ERMENGOL, PARCELA 11, C/ PROGRESS 1, CP 08630, ABRERA, BARCELONA				---	
EMPRESA INSTALADORA	HAM CRIOGÉNICA SL (REIC-080175346)			Nº REXISTRO	---	
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA INSTALACIÓN	Uso ó que se destina			Superficie m ²	Potencia max admisible (kW)	
	LOCAL CON RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN CLASE I DESTINADO A PLANTA DE GNL (ALMACENAMIENTO Y REGASIFICACIÓN DE GAS NATURAL). PLANTA DE GNL MÓVIL INSTALADA DENTRO DE UN CONTENEDOR DE 40 PIES, CONSTITUIDA POR 2 DEPÓSITOS DE GNL DE 5 m³ DESTINADA AL SUMINISTRO A GENERADOR DE ELECTRICIDAD			30,5	5,75 KW	
	Empresa suministradora	Tensión (V)	Intensidade I.G.A.	Intensidade I.C.P.M.	Resistencia de Terra (Ω)	
	GAS NATURAL FENOSA	230	2 x 25 A⁽¹⁾	---	5,53	
EMPRESA CONSERVADORA	HAM CRIOGÉNICA SL (REIC-080175346)			Nº REXISTRO	---	
INFORME RELATIVO OS PUNTOS NON SATISFATORIOS						
CODIGO	ELEMENTO OU PIEZA			NIVEL DEFECTO	PRAZO REPARACION	OBSERVACION S
DATA ALTA INSTALACIÓN		DATA REVISION ANTERIOR	REVISION ACTUAL VALIDA ATA	DATA INSPECCION ACTUAL		
---		---	02 / 07 / 2023	02 / 07 / 2018		
OBSERVACIÓN: LOCAL CON RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN CLASE I DESTINADO A PLANTA DE GNL (ALMACENAMIENTO Y REGASIFICACIÓN DE GAS NATURAL). PLANTA DE GNL MÓVIL INSTALADA DENTRO DE UN CONTENEDOR DE 40 PIES, CONSTITUIDA POR 2 DEPÓSITOS DE GNL DE 5 m ³ Y DESTINADA AL SUMINISTRO A GENERADOR DE ELECTRICIDAD. LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA A LA PLANTA SE REALIZA DESDE UN CUADRO EXISTENTE EN EL PUERTO DE VIGO A TRAVÉS DE UNA MANGUERA DE 2 x 6 mm ² . ESTE CERTIFICADO COMPRENDE ÚNICAMENTE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN INICIAL LLEVADA A CABO SOBRE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BT DE PLANTA DE GNL. RÉGIMEN DE DISTRIBUCIÓN TT. ⁽¹⁾ INTERRUPTOR GENERAL DE BAJA TENSIÓN DE LA PLANTA DE GNL 2x25 A.						
CUALIFICACION DICTAMEN DE REVISION						
A revisión foi realizada polo inspector ESTEBAN HERMIDA BLANCO que asina esta acta, en todas as partes controlables e visibles da instalación. A vista dos resultados obtidos, considerase que a instalación merece a seguinte cualificación global no que se refire á seguridade do funcionamento e ó cumprimento das disposicións regulamentarias arriba mencionadas:						
CALIFICACIÓN FAVORABLE: A instalación permanece en servizo normal		<input checked="" type="checkbox"/>	O INSPECTOR			
CALIFICACIÓN CONDICIONADA: Deficiencias a reparar antes de 6 MESES		<input type="checkbox"/>				
CALIFICACIÓN NEGATIVA: Instalación preclintada:		<input type="checkbox"/>	Asinado: ESTEBAN HERMIDA BLANCO			
INFORMADO E XUSTIFICANTE DE RECEPCIÓN DE COPIA DESTA ACTA		Conforme polo organismo de control autorizado				
Polo titular:	Polo instalador - mantedor:	VIGO, 02 de JULIO de 2018		Polo responsable da área do OCA		
Sinatura:	Sinatura:	Asinado:		Nome completo: Ismael Sánchez Yáñez		
				C/ Trespadarne, 29 Edificio Barajas 1 28042 Madrid		

RECIBO DE PRESENTACIÓN NO REXISTRO ELECTRÓNICO DA XUNTA DE GALICIA

A solicitude, escrito ou comunicación para Presentación electrónica de solicitudes, escritos e comunicacións que non contén cun sistema electrónico específico nin cun modelo electrónico normalizado presentada por DOMENEC ROMEU OLIVELLA con NIF 46632967F tivo entrada no Rexistro Electrónico da Xunta de Galicia cos seguintes datos:

NÚMERO DE ENTRADA	DATA E HORA DA PRESENTACIÓN	DESTINO
2018/2110509	09-08-2018 13:41	DIRECCIÓN XERAL DE ENERXÍA E MINAS

A seguinte táboa recolle un resumo electrónico da solicitude, escrito ou comunicación presentada e, se fose o caso, un índice e un resumo electrónico da documentación que se declara achegar:

Documento achegado	Nome do arquivo	Resumo electrónico do arquivo (Algoritmo SHA1)
Solicitude.	Solicitude-PR004A-20180809.pdf	7ADE6AEDD4309E87018530EDF205D14A098BC5D4
DNI, NIE ou NIF da persoa solicitante.	DNI DOME 2011.PDF	FEB424C36FC2A8F6F4832D3076695B15B6AB4D7
Outros.	3871 proy gnl Sapvigo visado.pdf	C73C030A358C6CD2887B849C186D91734E03D8A3
Outros.	Certificado Instalador GNL.pdf	66A56E80D2E348FA02BFA0DBF0E252499290C2E4
Outros.	CERTIFICADO OCA SGS.pdf	5E3D0A9F013DAD71EC0E348DD4953F12AA227DFF
Outros.	3871 cfo vigo visado.pdf	166AD7ABA14E0984F424331A6C59195C352E08D7
Outros.	D411_12.pdf	0864C3580ABA6B348CA23D011FB0C7034021ED2F
Outros.	DEPOSITO GNL.pdf	415D34ECDE51F4CFEDC6AD9918C931630C07C4CD
Outros.	B1462_11.pdf	173C79A767DAS74C4CDF469B72245EF82607CB81
Outros.	D411_11.pdf	80905300BFE36FF1EE948CEB6ED190443BA88CA

CVE: c20c0df76-fb39-3dad-be7b-36c6f8368e21 Asinado por REXISTRO ELECTRÓNICO DA XUNTA DE GALICIA
 Data e hora: 09-08-2018 13:41
 Verificación: <https://sede.xunta.gal/cve>



PROCEDIMENTO PRESENTACIÓN ELECTRÓNICA DE SOLICITUDES, ESCRITOS E COMUNICACIÓNS QUE NON CONTEN CUN SISTEMA ELECTRÓNICO ESPECÍFICO NIN CUN MODELO ELECTRÓNICO NORMALIZADO	CÓDIGO DO PROCEDIMENTO PR004A
---	--

DATOS DA PERSOA SOLICITANTE			
NOME/RAZÓN SOCIAL	PRIMEIRO APELIDO	SEGUNDO APELIDO	NIF
DOMENEC	ROMEU	OLIVELLA	46632967F
TIPO	NOME DA VÍA	NÚM.	BLOQ. ANDAR PORTA
RÚA / CALLE	rambla nostra senyora 26 entr	26	
PARROQUIA	LUGAR		
vilafranca del penedes	vilafranca del penedes		
CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	CONCELLO	LOCALIDADE
08720	BARCELONA	Vilafranca del Penedès	vilafranca del penedes
TELÉFONO	FAX	TELÉFONO MÓBIL	CORREO ELECTRÓNICO
670247855		670247855	enginyeria@gestoriaolivella.com

E, NA SÚA REPRESENTACIÓN (deberá acreditarse a representación fidedigna por calquera medio válido en dereito)			
NOME	PRIMEIRO APELIDO	SEGUNDO APELIDO	NIF
romeu	ROMEU	OLIVELLA	46632967F

DATOS PARA EFECTOS DE NOTIFICACIÓN			
Notifíquese a: <input checked="" type="radio"/> Persoa solicitante <input type="radio"/> Persoa representante			
Enviaranse avisos da posta á disposición da notificación ao correo electrónico e/ou teléfono móbil facilitados a seguir:			
TELÉFONO MÓBIL	CORREO ELECTRÓNICO		
670247855	enginyeria@gestoriaolivella.com		
ELECCIÓN DO MEDIO DE NOTIFICACIÓN PREFERENTE			
As persoas obrigadas a relacionarse a través de medios electrónicos coa Administración deberán optar, en todo caso, pola notificación por medios electrónicos sen que sexa válida para elas, nin produza efectos, unha opción diferente.			
<input type="radio"/> Electrónica a través do Sistema de notificación electrónica de Galicia Notifica.gal (https://notifica.xunta.gal). Só se poderá acceder á notificación co certificado electrónico asociado ao NIF da persoa indicada.			
<input checked="" type="radio"/> Postal (rellenar o enderezo postal só se é distinto do indicado anteriormente)			
As notificacións que se practiquen en papel estarán tamén á disposición da persoa indicada anteriormente no Sistema de notificación electrónica de Galicia Notifica.gal, para que poida acceder ao seu contido de forma voluntaria.			
TIPO	NOME DA VÍA	NÚM.	BLOQ. ANDAR PORTA
RÚA / CALLE	rambla nostra senyora 26 entr	26	
PARROQUIA	LUGAR		
CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	CONCELLO	LOCALIDADE
08720	BARCELONA	Vilafranca del Penedès	vilafranca del penedes

ASUNTO RELACIONADO
REGLAMENTO DE GASES COMBUSTIBLES ITC ICG 04. PRESENTACIÓN DE UNA PLANTA COMPACTA DE GNL DE 5 M3 ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN DE GNL EN UN CONTENEDOR MARÍTIMO DE 40 " CON DOMICILIO EN EL PUERTO DE VIGO (CP 26208) ZONA DE BOUZAS DE LA CIUDAD DE VIGO.

NO CASO DUN PROCEDIMENTO EXISTENTE
CÓDIGO DO PROCEDIMENTO

Asinado por DOMENEC ROMEU OLIVELLA (46632967F) mediante un certificado dixital
 Data e hora: 09-08-2018 13:41

Número de entrada no Rexistro Electrónico da Xunta de Galicia: 2018/2110509
 Data e hora: 09-08-2018 13:41



EXPÓN:

Referente a la instalación de una planta de GNL que es el titular la empresa HAM CRIOGENICA SL (B62776406) situada en el puerto de Vigo Zona de Bouzas de la ciudad de Vigo , con el fin de comunicar a la administración de acuerdo al Reglamento de Gases Combustibles Real Decreto 919/2006, plantas satélite de GNL (Itc-icg-04), se aporta la documentación siguiente: Proyecto técnico, certificado final de obra, Certificado de inspección inicial realizado por la OCA SGS y certificado CE de los equipo de la planta de GNL.

Polo tanto, SOLICITA:

La comunicación a la administración de acuerdo al RD 919/20016, itc icg 04.

DOCUMENTACIÓN QUE SE PRESENTA

PROYECTO PLANTA COMPACTA DE GNL DE 5 M3

CERTIFICADO FINAL DE OBRA DIRECCIÓN TÉCNICA

CERTIFICADO DE INSPECCION INICIAL DE PLANTAS SATELITE DE GAS NATURAL LICUADO

CERTIFICADO CE EQUIPO INSTALADO

COMPROBACIÓN DE DATOS

Os documentos relacionados serán obxecto de consulta ás Administracións públicas. No caso de que as persoas interesadas se opoñan a esta consulta, deberán indicalo no recadro correspondente e achegar unha copia dos documentos.

DNI, NIE ou NIF da persoa solicitante

OPÓÑOME Á CONSULTA

En cumprimento do disposto no artigo 5 da Lei orgánica 15/1999, do 13 de decembro, de protección de datos de carácter persoal, infórmase de que os datos persoais recollidos nesta solicitude se incorporarán a un ficheiro para o seu tratamento, coa finalidade da xestión deste procedemento. Vostede pode exercer os dereitos de acceso, rectificación, cancelación e oposición previstos na lei mediante un escrito dirixido ao centro directivo ao que se dirixe a solicitude.

LEXISLACIÓN APLICABLE

Orde do 4 de maio de 2017, conxunta da Vicepresidencia e Consellería de Presidencia, Administracións Públicas e Xustiza e da Consellería de Facenda, pola que se aproba a posta en funcionamento do servizo para a presentación electrónica de solicitudes, escritos e comunicacións que non contén cun sistema electrónico específico nin cun modelo electrónico normalizado.

SINATURA DA PERSOA SOLICITANTE OU REPRESENTANTE

Lugar e data

vilafranca del penedes 9 de agosto de 2018



DESTINATARIO

CONSELLERÍA DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA

DIRECCIÓN XERAL DE ENERXÍA E MINAS

CÓDIGO SOLICITUDE

00930885

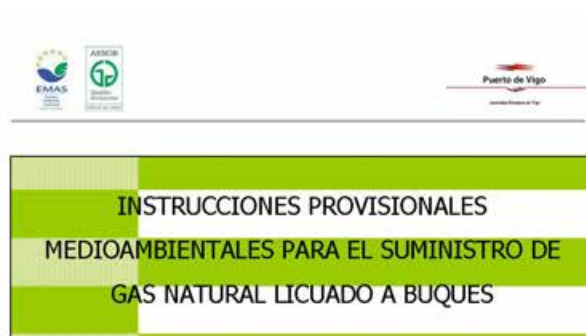
5.9. Filling of LNG tanks

After obtaining the favourable OCA inspection certificate for the gas and the low voltage system, it was possible to fill one of the 5 m³ LNG tanks from a tanker truck.

To carry out the second pilot test, it was necessary to proceed with a new gas filling.

The cost of the gas was assumed by the Port Authority of Vigo and the operation of filling the tanks was carried out by HAM.

We should highlight that the safety premises for the supply of gas to the tanks were met at all times, while following the guidelines set by the port instruction *"IMA-06 Environmental instructions for the supply of liquefied gas"*



1. OBJETO Y ALCANCE
2. RIESGOS
3. REQUISITOS PREVIOS.
4. INSTRUCCIONES OPERATIVAS
5. NORMAS GENERALES
6. ZONAS Y RESTRICCIONES AL SUMINISTRO
7. ANEXOS:
 - ANEXO I: LISTA DE SEGURIDAD DEL BUQUE
 - ANEXO II: SOLICITUD DE SUMINISTRO



Fig.14 LNG supply operations



Fig.15 LNG supply operations

5.10. Motor fine-tuning and carburation

The installation and fine-tuning of the generator motor were carried out by Siemens staff with the collaboration of the Port Authority's conservation staff without any incident being recorded.

6. Pilot

6.1. Results

Two tests were carried out in the pilot from the port of Vigo, on October 17 and November 23. Both tests were performed without setbacks apart from the logical delays in connection during the first day of tests.

Although it was not possible to replicate the same tests as in the port of Barcelona, after a meeting with Suardiaz prior to the tests, where the power supply parameters were solved, the tests were carried out without major drawback, thus being able to supply the power required at that time by the ship (between 270 kW and 300kW, with peaks of 400 kW). At the same time, Siemens indicated that during the test the pressure at the gas train inlet was higher than 1 bar and HAM lowered the pressure to 1 bar, thereby verifying that the motor was working properly at this pressure.

On the other hand, Suardiaz indicated that the ship only used the external generator for the previously agreed electrical needs, keeping the engines off during the tests, and that the number of hours of the pilot test was reduced so that it would not affect the normal performance of the ship operations in the port.

Finally, on November 23, an act of presentation to the media and authorities was held, in parallel to the test, and all the work carried out was made visible.



Fig.16. Test on October 17



Fig.17. Test on October 17



Fig.18. Test on October 17



Fig.19. Test on October 17, inside the ship



Fig.20. Test on October 17, gas tank



Fig.21. Test on November 23



Fig.22. Test on November 23



Fig.23. Test on November 23



Fig.24. Test on November 23



Fig.25. Test on November 23



Fig.26. Test on November 23



Fig.27. Test on November 23

6.2. Detected problems

The only problem detected was that the distance from the ship to the dock was a handicap, since this led to the need for a very long power cable from the generator motor to the ship, with the difficulties of its movement and placement every time the ship arrives at port.

This could be solved by carrying out a permanent installation of the power cable, which does not involve too much difficulty. It is noteworthy that this problem would not occur in other locations of the ferry terminal where the tests were carried out.

Finally, it is clear that for the system to be fully efficient it is necessary to have a regular traffic of ships prepared for this connection to shore, since the storage of gas in the tanks has a certain periodicity.

7. Conclusions

Between October 17 and November 23, 2018, the pilot of the EPT1 subactivity of the Core LNGas hive project was carried out in the port of Vigo, supplying electricity to the Suarvigo ship generated by a gas-powered generator motor located on the dock (Onshore Power Supply, OPS).

During the tests, it was possible to verify the correct operation of the equipment, generating 100% of the motor power and providing 100% of the demand of the ship.

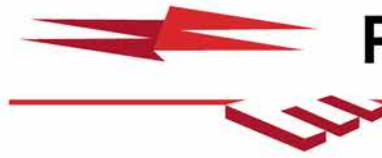
The regasification plant functioned correctly throughout the operation, the gas flow provided was feeding the motor correctly and the LNG refuelling was carried out without any incident.

As it is the second port that carries out the tests, the experience gained in the port of Barcelona facilitated operations and minimized problems, so the tests were performed at all times without major incidents.

During the last day of the pilot, on November 23, a communication event was held with the participation of authorities and a visit was made to the equipment, which had an important impact on the national and local media, both written and digital, as well as on a regional television.



MINISTERIO
DE FOMENTO



Puerto de Vigo

Autoridad Portuaria de Vigo

PRESENTACIÓN PROYECTO CORE LNGAS HIVE

23 DE NOVIEMBRE DE 2018

AGENDA

El próximo día 23 de noviembre, en la terminal de vehículos de Bouzas, tendrá lugar la presentación del proyecto CORE LNGas hive (Suministro de energía eléctrica a un buque Ro Ro, a través de un generador alimentado con gas natural licuado), y que consistirá en unas breves palabras de las autoridades invitadas, así como la presentación insitu de los equipos del proyecto.

11,30-12,00

- .- Apertura del acto por parte del Presidente de la Autoridad Portuaria: Enrique César López Veiga
- .- Intervención del Presidente Grupo Suardiaz: Juan Riva
- .- Intervención del Director General de Enagás Emprende y Coordinador del proyecto CORE LNGas hive: Fernando Impuesto.
- .- Jefe del Departamento de Tecnología de Infraestructuras de Puertos del Estado: José Damián Maldonado
- .- Director del Departamento de Energía y Planificación Energética del Instituto Enerxetico de Galicia (INEGA): Emérito Freire
- .- Cierre del acto por parte de la Conselleira do Mar: Rosa Quintana Carballo.

12,00: Presentación de los socios y visita a los equipos, generador (Siemens), depósito de GNL (HAM) y buque (Suardiaz) y explicación técnica de cada uno de ellos por parte de los socios del proyecto.

12,30: Finalización del acto.

Durante el acto de presentación los equipos se encontrarán funcionando y dando energía eléctrica al buque Bouzas, de la naviera Suardiaz.



Co-financed by the European Union
Connecting Europe Facility



PROYECTO EPT1

Motor generador de gas para proporcionar electricidad a un buque ro-ro

Tanque de gas natural (GNL) y unidad de gasificación



Un contenedor de 40 pies aloja 2 tanques de GNL de 5 m3 de capacidad y una unidad de gasificación.

El GNL se gasifica y mediante una manguera se transporta al motor de gas

GAS

Motor de gas y alternador



Otro contenedor de 40 pies aloja el contenedor de gas con una potencia de 850 kW y un alternador, que genera electricidad trifásica y 400 V.

El motor está adaptado al ámbito marino, ya que cumple todas las condiciones para funcionar a bordo de un barco. Su refrigeración es externa mediante circuito secundario de agua de mar.

ELECTRICIDAD
BAJA TENSIÓN

Estación transformadora de media tensión



ELECTRICIDAD
MEDIA TENSIÓN

Para reducir el diámetro y peso de los cables eléctricos que conectan el barco, la tensión de 400 V de la electricidad generada se pasa a media tensión (15.000 V) mediante una estación transformadora situada junto al motor.

Adecuación del cuadro eléctrico del buque para recibir la energía eléctrica del muelle



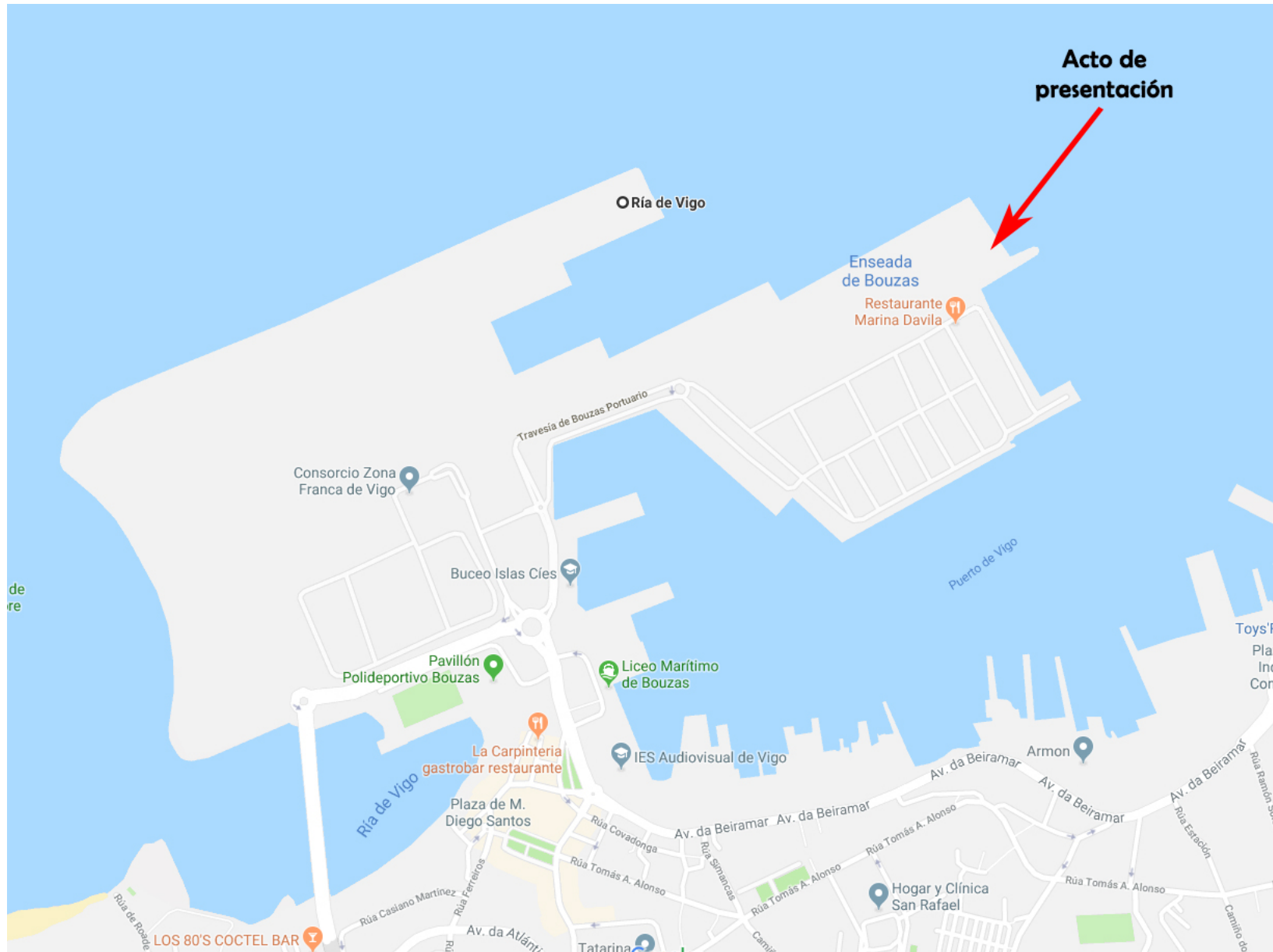
El barco ha incorporado otra estación transformadora a bordo para reducir la tensión de nuevo a 400 V y ha instalado un nuevo cuadro de control para esta conexión eléctrica, que se suma a los cuadros existentes que dan servicio a los motores auxiliares diésel.



La generación eléctrica desde el motor de gas natural supone:

- Reducir cerca del 85% de los niveles de emisión de óxidos de nitrógeno (de 6,65 kg/h a 1,19 kg/h).
- Eliminar por completo las emisiones de partículas en suspensión y los óxidos de azufre

LOCALIZACIÓN





Puerto de Vigo



Autoridad Portuaria de Vigo

El Presidente de la Autoridad Portuaria

Enrique César López Veiga

Se complace en invitarle al acto de presentación del prototipo de suministro de energía eléctrica a buque a través de un generador de gas natural

(Proyecto Core LNGas hive)

Que tendrá lugar el próximo día 23 de noviembre, a las 11,15 horas, en la terminal de vehículos de Bouzas

Se ruega confirmación greenenergyport@apvigo.es

19 de noviembre de 2018



Co-financed by the European Union
Connecting Europe Facility



Annex 7

Report of the pilot test in the Port of Tenerife

Subactivity EPT1

Test in each port.

B. Pilot in the port of
Tenerife

D 8.1

Port authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT)



**Autoridad Portuaria
Santa Cruz de Tenerife**



**CORE LNGas
hive**



CORE LNGas hive

Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas

2014-EU-TM-0732-S

D8.1 Test in each port.

B. Pilot in the port of Santa Cruz de Tenerife

Due date of deliverable: octubre 2018

Actual submission date: agosto 2018

Start of project: 01 January 2014

Duration: 60 Months

Lead Contractor for this deliverable: Port Authority of Santa Cruz de Tenerife

Revision: v0



Co-financed by the European Union

Connecting Europe Facility

Dissemination level

PU	Public	x
CO	Confidential, only for members of the consortium (including the Commission Services)	

Revision History

Deliverable Administration and summary

Project Acronym: CORE LNGas Hive INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196

Document Identifier: 300321_D8_1_Tenerife pilot report_V0

Leading partner: Port Authority of Santa Cruz de Tenerife

Report version: V0

Report preparation date: 30/03/2021

Classification: Technical report

Nature: [nature]

Author(s) and contributors: Olga Carrillo (PASCT), Santiago Yanes (PASCT), Jose Julio Brossa Gutierrez (CMN Ingeniería)

Status	Plan
x	Draft
	Working
	Final
	Submitted
	Approved

The Core LNGas Hive consortium has addressed all comments received, making changes as necessary. Changes to the document are detailed in the change log table below.

Date	Edited by	Status	Changes made
------	-----------	--------	--------------

Copyright

This report is © CORE LNGas Hive Consortium 2015. Its duplication is allowed only in the integral form for personal use or for the purposes of research and education.

Citation

Olga Carrillo (PASCT) and Santiago Yanes (PASCT), D 8.1 – Test in each port.

B. Pilot in the port of Tenerife. CORE LNGas Hive consortium, www.corelngashive.eu

Acknowledgements

The work presented in this document has been conducted in the context of the action INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196 CORE LNGas Hive. CORE LNGas HIVE is a 60 month project started on January 1st, 2014.

The project consortium is composed by: Enagás Transporte, S.A.U. (Enagás), Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidade de Santiago de Compostela (USC), ENTE VASCO DE LA ENERGÍA (EVE), Autoridad Portuaria de Barcelona - Port de Barcelona (APB), Port Authority of Cartagena (PAC), AUTORIDAD PORTUARIA DE FERROL-SAN CIBRAO (APF), Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras (APBA), Port Authority of Huelva (PAH), COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE PETRÓLEOS S.A.U. (CEPSA), Regasificadora del Noroeste, S.A. (RdN), HAM CRIOGENICA, S.L. (HAM), BUREAU VERITAS IBERIA SLU (BVI), GUASCOR POWER SA (GP), IDIADA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY S.A (IAT), FLOTA SUARDIAZ, S.L. (Suardiaz), ITSAS GAS BUNKER SUPPLY SL (ITSAS), COMPAÑIA DE REMOLCADORES IBAIZABAL, S.A. (IBAI), TERMINAL DE CONTENIDORS DE BARCELONA, S.L. (TCB), Terminal Catalunya, S.A. (TC), UTE REMOLCADORES DE BARCELONA-SAR, UNION TEMPORAL DE EMPRESAS, LEY 18/1982 (URB), ASTILLEROS ARMON, S.A. (AA), GAS NATURAL SDG, S.A. (GN), INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA (IEG), Fundación de la Comunidad Valenciana para la Investigación, Promoción y Estudios Comerciales de Valenciaport (Fundación Valenciaport) (FV), Planta de Regasificación de Sagunto, S.A. (PRS), MOLGAS ENERGÍA, SAU (ME), Autoridad Portuaria de Valencia (APV), SEAPLACE SL (Seaplace), BOLUDA CORPORACION MARITIMA S.L. (BCM), Autoridad Portuaria de Bilbao (APBi), RENFE MERANCÍAS S.A. (Renfe), Puertos del Estado (PdE), Dirección General de la Marina Mercante (DGMM), PORT AUTHORITY OF GIJON (PAG), Port Authority of Melilla (PAM), Santander Port Authority (SPA), Port Authority of Tarragona (PAT), Port Authority of Vigo (PAV), Port Authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT) and REN Gasoductos, S.A. (RENG).

More Information

Public CORE LNGas HIVE reports and additional information related with the project execution and results are available through CORE LNGas Hive public website at www.corelngashive.eu

Table of contents

1.	Abstract	11
2.	Introduction	12
3.	Pilot location	13
4.	Emergency plan and Project memory	15
5.	Pilot planning	19
6.	Equipment installation	24
6.1.	<i>Placement</i>	24
6.2.	<i>Shifting of the machines to the dock</i>	25
6.3.	<i>Security fencing and surveillance</i>	27
6.4.	<i>Installing the electrical outlets</i>	30
6.4.1.	Electrical sockets for the motor	30
6.4.2.	Electrical power points for tank containers	38
6.5.	<i>Earthing system installation</i>	39
6.6.	<i>Refrigeration circuit piping installation</i>	40
6.7.	<i>Connection</i>	42
6.7.1.	Connection of the gas pipe from the tank container to the engine	42
6.7.2.	Electrical connection to the ship	43
6.8.	<i>OCA inspection</i>	49
6.9.	<i>Filling the LNG tanks</i>	57
6.10.	<i>Engine carburetion</i>	59
6.10.1.	Opening the packages	59
6.10.2.	Installation of external elements	60
6.10.3.	Phases before the first engine start	62
6.10.4.	Adjusting the carburetion of the engine with a box of resistance	64
7.	Pilot	65
7.1.	<i>Results</i>	65
8.	Conclusions	68
	List of Acronyms and Abbreviations	69

Annex 1: Technical report and project plans

Annex 2: Emergency plan

Annex 3: *Procedimiento de descarga de cisternas de gas natural licuado con bomba criogénica para plantas de gas natural licuado en un isocontenedor.*

Annex 4: *Procedimiento de inertizado mediante nitrógeno de una planta satélite de regasificación unificada en un isocontenedor.*

List of tables

Table 1. Planning of the pilot in the Port of Santa Cruz de Tenerife: dates, activities, person in charge and notes.	20
Table 2. List of materials needed for the pilot.	22

List of figures

Figure 1.	Pilot location. Muelle de Ribera.	13
Figure 2.	Pilot location. Muelle de Ribera. Details of the location of machines, electrical and gas connections, and fencing.	14
Figure 3.	Safety distances according to the UNE 60210-2018 regulation (Satellite plants).	17
Figure 4.	Dangerous areas.	18
Figure 5.	General view. <i>Muelle de Ribera</i>	24
Figure 6.	Engine container placement signage (Siemens).	24
Figure 7.	Tank container placement signage (HAM).	25
Figure 8.	Storage of Siemens engine container, HAM LNG tank container and transformer in <i>Transmediterránea</i> terminal.	26
Figure 9.	Transformer storage, cans, and boxes of materials for installation.	26
Figure 10.	Container motor storage.	27
Figure 11.	Installation of the New Jersey type and Rivisa fence.	28
Figure 12.	Installation of the New Jersey type and Rivisa fence.	28
Figure 13.	Tank container PRL poster.	29
Figure 14.	Poster with the P&ID of the deposit container.	29
Figure 15.	Inputs from the 24v and 400v source in the motor container and 400v outputs to the ship.	30
Figure 16.	Technical characteristics of the PratiKa 81683 connector.	32
Figure 18.	Technical characteristics of the Pratika 82977 connector.	34
Figure 19.	Pratika 82977 connector, to connect the 24 V socket to the motor container.	34
Figure 20.	Loxam Hune rental generator	35
Figure 21.	Diesel generator technical data for the 400 V socket.	35
Figure 22.	24V and 20A power supply, SI TOP 6EP1366-3BA00.	36

Figure 23.	Technical characteristics of the power supply (Input).....	36
Figure 24.	Technical characteristics of the power supply (output).....	37
Figure 25.	Power supply output amperage diagram, reaches 23 A, maintaining voltage (24 V).....	37
Figure 26.	Installation for the 230 V connection for the tank container.....	38
Figure 27.	Installation for the 230 V connection for the tank container. Box.....	39
Figure 28.	Diagram of the 230 V and 24 V connections.....	39
Figure 29.	Gas container grounding. Connection the electrode with the ground system of tank container.....	40
Figure 30.	Installation of the DN100 pipes of the secondary refrigeration circuit.....	41
Figure 31.	Installation of the DN100 pipes of the secondary refrigeration circuit.....	41
Figure 32.	Detail of the particulate filter at the end of the inlet pipe.....	42
Figure 33.	Gas train of the engine container.....	43
Figure 34.	Gas inlet to the gas train of the engine container. Manual shut-off valve and reducer to gas hose.....	43
Figure 35.	Cold ironing diagram.....	44
Figure 36.	Technical characteristics of the transformer.....	44
Figure 37.	<i>Monaguillo</i> technical characteristics.....	45
Figure 38.	Motor voltage output at 400 Vac.....	45
Figure 39.	Superficial channelling with the cable between the motor and the transformer.....	46
Figure 40.	Transformer.....	46
Figure 41.	Transformer. Control panels.....	47
Figure 42.	Transformer. Detail of the three-phase power transformer of the dry type, encapsulated in resin.....	47
Figure 43.	Superficial channelling for the 15 kV cable between the earth transformer and <i>Monaguillo</i>	48

Figure 44.	Connection between <i>Monaguillo</i> and the ship's cable.....	48
Figure 45.	Ship's cable. Connector protection.....	49
Figure 46.	Control signal between the engine container and the ship (through the transformer).....	49
Figure 47.	LNG satellite plant inspection certificate.....	51
Figure 48.	Certificate of Inspection of electrical installations.	53
Figure 49.	Certificate of Inspection of electrical installations.	54
Figure 50.	Installer certificate for the installation of a compact LNG storage and gasification plant	56
Figure 51.	LNG delivery note of November 21, 2017.....	58
Figure 52.	Gas outlet protections and seawater connections.....	59
Figure 53.	Electrical panel room protection	60
Figure 54.	Removal of protection plates for transport. Gas train protection plates.	60
Figure 55.	Installation of the exhaust gas system. The grids are part of the ventilation system of the engine room.	61
Figure 56.	Installing the air intake pipes on the deck.	62
Figure 57.	Sulfuric acid 37% for engine batteries.....	63
Figure 58.	Engine oil can.....	63
Figure 59.	1 m ³ can of coolant.	64
Figure 60.	Pilot of the 11th of November. Set of equipment.	65
Figure 61.	Pilot of the 11th of November. Set of equipment.	66
Figure 62.	Pilot of the 11th of November. Connection of the medium voltage cable to <i>Monaguillo</i>	66
Figure 63.	Pilot of the 11th of November. Connection of the medium voltage cable to <i>Monaguillo</i>	67
Figure 64.	News of the event appeared in the newspaper El Día.....	67

1. Abstract

Between November 5 and November 19, 2019, for 2 weeks, the pilot of the EPT1 subactivity of the Core LNGas hive project was developed, supplying electricity to the **L'Audace ship, generated by a gas generator engine located at the pier (Onshore Power Supply, OPS)**.

During the 2 days of the pilot, it was possible to check the correct operation of the equipment, generating 110% of the engine power (900 kWe) and providing 100% of the power needs demanded by the ship. The communication between the ship's control panel and the engine enabled the onshore generator to function as an auxiliary engine of the ship, always providing the necessary energy and managing to stop the ship's diesel auxiliary engines during the test.

The regasification plant functioned correctly throughout the operation and the LNG refueling was carried out without any incident. The planning of each phase of the installation of the equipment and of the material needs was essential to ensure that the pilots could be developed on the dates set.

During the last day of the pilot, a communication event took place with the participation of authorities and a visit to the installation, which had a high impact on the national and local press, both written and digital.

The partners involved in the subactivity have been: Suardiaz, which has modified the ship L'Audace to be able to receive electricity from the dock; Siemens, which has manufactured the natural gas engine generator; HAM, which has built the LNG tanks and the plant of regasification, and Bureau Veritas, which has certified the engine for its marine use and the changes made in the ship. The Port Authorities of Tenerife, Vigo, and Barcelona, where the pilots were carried out, also participate in the subactivity.

Both the engine generator and the LNG tanks have been installed in 40 feet isocontainers to facilitate their transfer.

This report details all the steps taken to install the equipment in the quay to have a guide, as visual as possible, to help do it in other ports. Given that the pier was in operation, the occupation of space was minimized as much as possible, so as not to hinder the normal activity of the Terminal.

2. Introduction

This report summarizes all the steps followed to execute the pilot in the port of Santa Cruz de Tenerife of the EPT1 sub activity of the Core LNGas hive project. The sub activity consists of supplying electricity to a ro-ro ship during its stopover in the port, through a generator engine powered by liquefied natural gas (LNG from now on).

Participating partners in the sub-activity are:

- Suardiaz, which **has modified the ship L’Audace**
- Siemens, which has manufactured the LNG generator engine.
- Ham, which has built the fuel depots and regasification plant.
- Molgas, which has supplied the LNG by tanker.
- Bureau Veritas, which has certified the engine for marine use.
- Port Authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT), where the pilot test has been carried out.

Both the generator engine and the LNG tanks have been installed in 40-foot ISO containers to facilitate their transportation.

This report details the steps followed to install the equipment on the dock, to have a guide as visual as possible, for its application in other ports. Since the pier was in operation, space occupation was minimized as much as possible, to avoid hindering the normal activity of the Terminal.

The pilot tests in the Port of Santa Cruz de Tenerife were carried out next to the second alignment of *Muelle de Ribera* between November 5, 2019 and November 19, 2019. During the scale of **L’Audace, owned by Suardiaz, the ship has been provided with all the necessary cargo** during the stopovers, even testing the gas plant and the generator engine at full power (808 kWe).

3. Pilot location

The equipments were located at *Muelle de Ribera*, where ro-ro cargo ships usually dock. Specifically, 10 metres from the ro-ro heel, where the **ship's gate is located for loading and unloading ro-ro cargo**.

Muelle de Ribera is placed within the terminal concession of *Trasmediterranea*. The equipments were placed in the public area of the dock within 20 meters from the edge of the log. This area is used as dock roadways for the transit of trucks or trailers to be loaded onto vessels. To reduce interference with terminal operations, a temporary detour of the roadway was made for vehicles and the temporary parking area for platforms, containers, vehicles, and loading/unloading goods next to the roadway was reduced.

Ro-ro ships operate at the *Trasmediterránea* terminal. In the area surrounding the road, there is a parking area for vehicles, platforms and containers, that are loaded or unloaded from the ships. The new cruise terminal of the port of Tenerife is located close to this terminal, about 180 meters away. All of this was considered when locating the pilot and calculating the safety distances from the LNG tanks or making the emergency plan.



Figure 1. Pilot location. Muelle de Ribera.

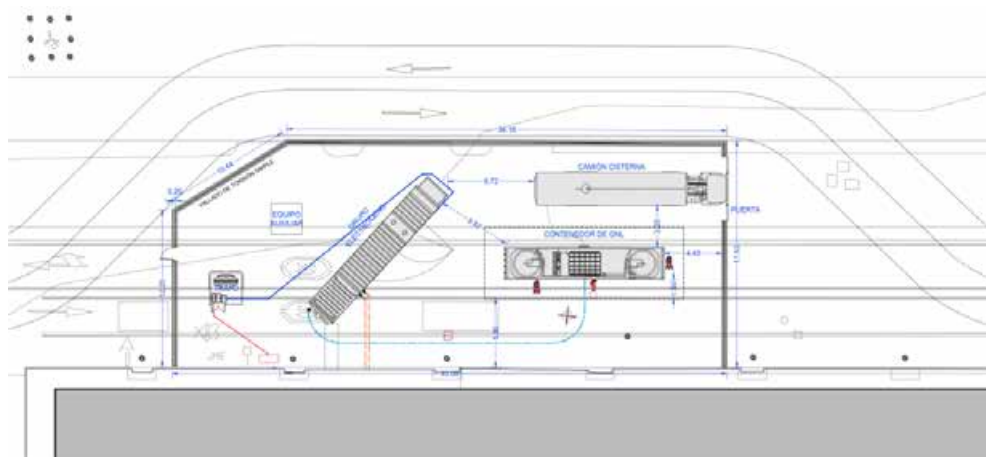


Figure 2. Pilot location. Muelle de Ribera. Details of the location of machines, electrical and gas connections, and fencing.

The Technical Report of the project and the location plans are included in Annex 1, respectively.

The engine generator, the grounding transformer and the materials required for the test were not stored in a different location than the one intended for the test.

4. Emergency plan and Project memory

Considering the amount of gas accumulated, and according to the regulation on serious accidents, there is no need to draw up a self-protection plan. Just to increase the security level, The Port Authority, decided to modify the emergency plan, with a new emergency procedure.

The terminal's emergency plan (attached in Annex 2) is based on a risk analysis of the activity and, in this case, it is completed with an analysis of the specific risks of the pilot test. **This new plan is also incorporated into the emergency plan of Tenerife's Ports.**

In addition, to have an overall view, a technical report of the project was drafted (attached in Annex 1), certified by an industrial engineer, with the purpose of defining that the installation conditions were in line with the applicable technical regulations and to define the minimum requirements to be met by the implementation. The report describes each of the equipment (engine generator, LNG plant and medium voltage transformer), the connections between them (gas, low or medium voltage) and the safety distances, classified areas, and safety measures for the installation on the dock.

Each of the equipment was certified, but it was considered necessary to inspect and certified by an industrial engineer. The limit of the project and certification was set at the point of connection of medium voltage with the ship (called *Monaguillo*, see section 6.7.2 electrical connection to the ship), since the electrical part of the ship was already certified for marine use.

The engine generator was certified by Bureau Veritas for marine use, and HAM's LNG storage tanks and its electricity equipment passed an inspection by an authorized control organism (OCA), before filling the tanks with LNG (the OCA inspection report is attached to the project report).

The project was presented to the *Consejería de Industria del Gobierno de Canarias*, with installation certificates for the facilities.



Consejería de Empleo,
Industria y Comercio
Dirección General de Energía



Certificado de
Instalación

C.I.
B.T.

Nº. de Instalación

66_2019

Nº. de Expediente
(sello Oficial)

BAJA TENSIÓN

TITULAR:

Nombre/razón social: AUTORIDAD PORTUARIA de SANTA CRUZ de TENERIFE D.O.I./C.I.F. Q3867002B

EMPLAZAMIENTO Y DENOMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN:

Dirección: Terminal de cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife Nº: S/N Portal/planta: T.M. Santa Cruz de Tenerife

Isla: TENERIFE Tfno/s C.P.: 38001

Superficie útil: Uso a que se destina: Instalación de BT desde un Grupo para alimentación de un centro de transformación elevador para alimentación de buques

Nº. de plantas:

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

Potencias

P. prevista	820000	W	<input checked="" type="checkbox"/>
P. instalada	820000	W	<input checked="" type="checkbox"/>
P. contratada recomendada		W	<input type="checkbox"/>

Tensión 400/230 V

Protecciones

LG.A.	4x63	Icc(kA)	6
Magnetotérmicos/nº.	4x40/4x32/2x25		6
Subtensiones/categoría			
Diferencial/sensibilidad/ nº.	4x0.300/2-2x0.300/1		199

Control de potencia

L.C.P. M.A.X. L.A.R.

Derivación Individual Cu 4x16 mm²

Acometida

<input type="checkbox"/> Red BT	<input type="checkbox"/> Cu	mm ²
<input type="checkbox"/> C.T. nº.	<input type="checkbox"/> Al	mm ²

Línea General Alimentación

<input type="checkbox"/> Cu	mm ²
<input type="checkbox"/> Al	mm ²

Medida de resistencia de p.a.t. de protección <1 Ω

Medida de resistencia de aislamiento 482 MΩ

Verificaciones realizadas según UNE 20 460-6-61

Empresa comercializadora: LIBRE ELECCIÓN

Empresa distribuidora: UNELCO - ENDESA

Observaciones:
SEGUN PROYECTO VISADO VCC 19-00516 y CFO 2019-00185
"PROYECTO DE BAJA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE"
Instalación de BT desde un Grupo para alimentación de un centro de transformación elevador para alimentación de buques

OBJETIVO DEL CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN

Instalación nueva Modificación o reparación Ampliación Cambio de tensión

Documentos técnicos de la instalación:

Proyecto Memoria Técnica de Diseño Certificado de Dirección de Obra Certificado de D.C.A. Anexo de Información al usuario

El instalador autorizado que suscribe, inscrito en el correspondiente Registro de La Dirección General de Industria y Energía, CERTIFICA haber ejecutado, terminado y verificado satisfactoriamente esta instalación, y que la misma cumple Estrictamente lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por el Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, y demás normas preceptivas concordantes, estando de acuerdo con la Documentación Técnica de Diseño que se adjunta.

INSTALADOR AUTORIZADO: CATEGORÍA: Básica Especialista: E1 E6 E7 E8 E9

Nombre y Apellidos PH: D. Carlos Tabares de Nava Ponte Nº C.C.I. 43.792.817N

Empresa instaladora: COMPAÑIA DE EFICIENCIA Y SERVICIOS INTEGRALES SL nº de carne REI 35/14614

Tfno./s 922 61 46 97 Correo electrónico ctbares@efficoservicios.es

INSTALADOR AUTORIZADO:

42871156F En SC de Tenerife a 14 de noviembre de 2019
ENRIQUE SANCHEZ (R. B35529908) Fdo: Carlos Tabares de Nava Ponte DNI 43.792.817N

TABARES DE NAVA PONTE CARLOS - 43792817N

Firmado digitalmente por TABARES DE NAVA PONTE CARLOS - 43792817N Fecha: 2019.11.14 18:06:31 Z

D.O.I.: Documento Oficial de Identidad
Este Certificado de Instalación se presentará por quintuplicado (5 copias) con la firma original en cada uno de ellos, quedando una copia para la Administración, dos copias para el Instalador Autorizado, una copia para el propietario de la instalación y una copia para la empresa suministradora. Esto será necesario en caso de no utilizar el Sistema de Tramitación Telemática.

ES COPIA AUTÉNTICA DE DOCUMENTO DILIGENCIADO ELECTRÓNICO

Este documento ha sido diligenciado electrónicamente:

Nº de expediente BT201924261 - Fecha de diligenciación: 15/11/2019

En la dirección https://sede.gobcan.es/ceico/verifica_doc puede ser comprobada la autenticidad de esta copia, mediante el número de documento electrónico siguiente: A9E477B9-77EA-478F-8262-B4799C784164

La presente copia ha sido descargada el 15/11/2019 08:35:08

Next, the safety distance plans according to the satellite plant regulations and the plan with the dangerous areas are presented.

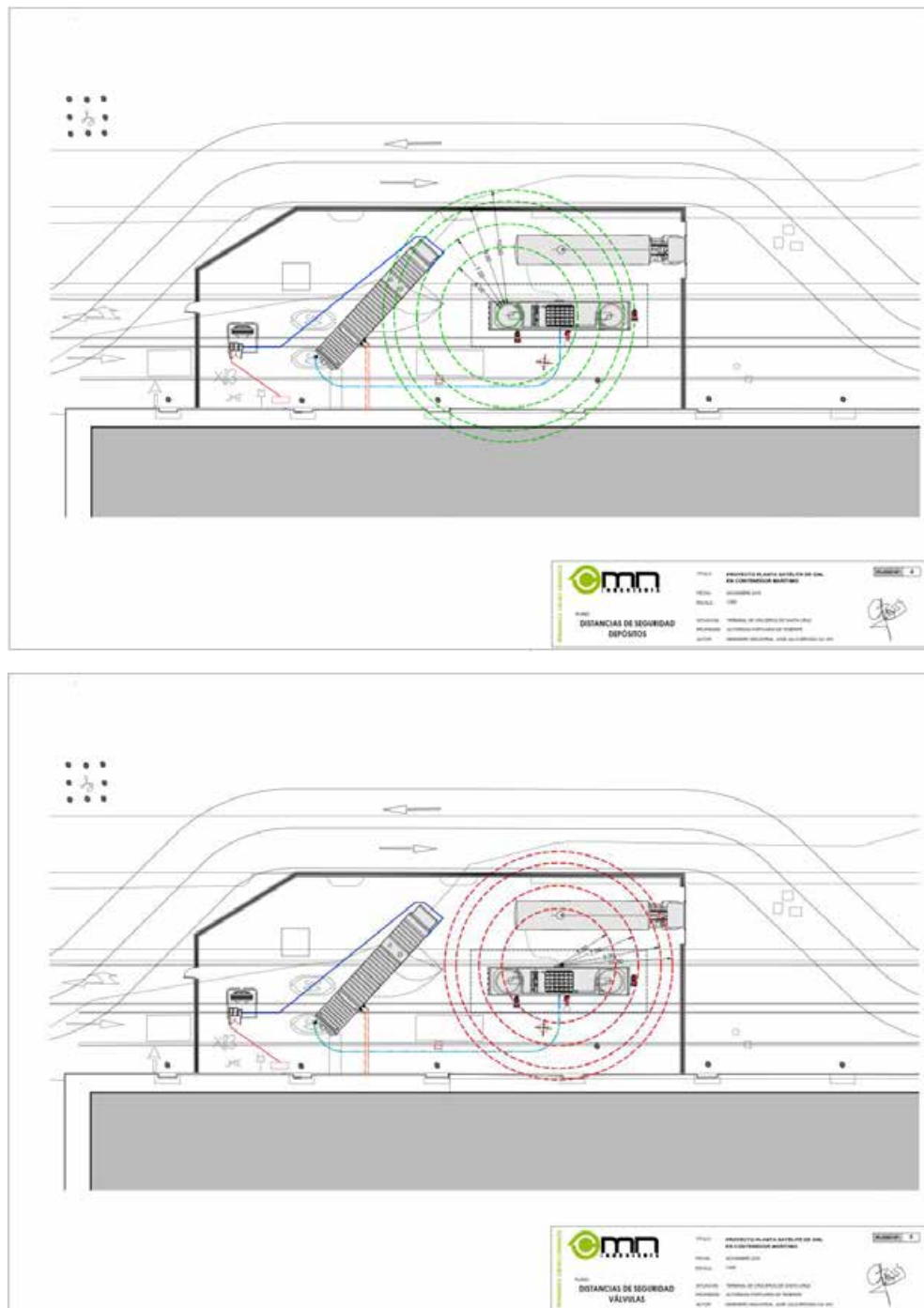


Figure 3. Safety distances according to the UNE 60210-2018 regulation (Satellite plants).

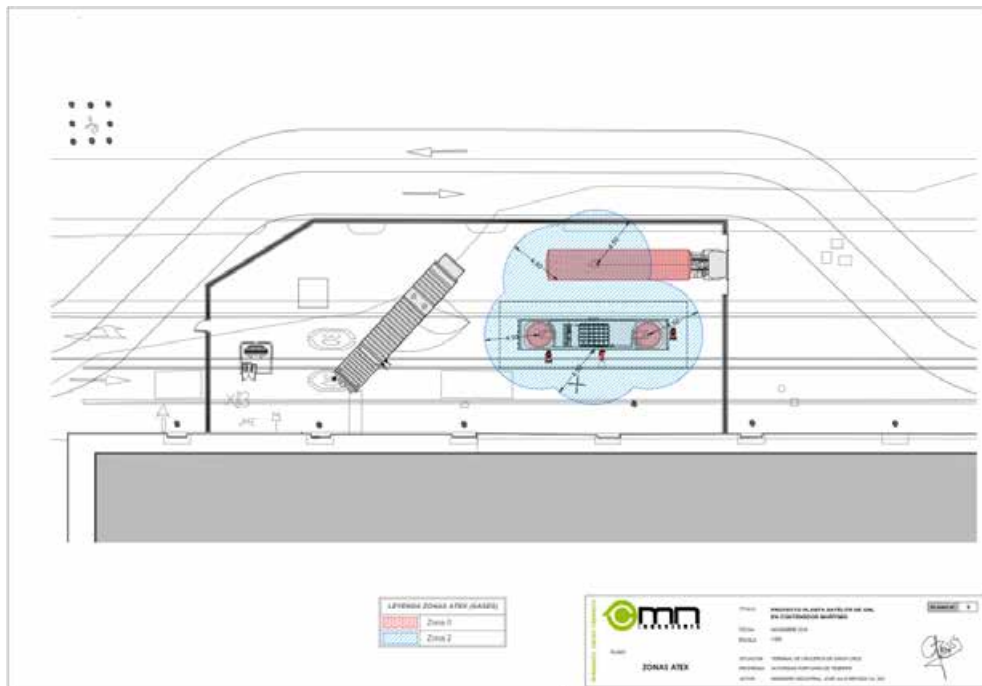


Figure 4. Dangerous areas.

5. Pilot planning

Planning is one of the main phases of the pilot. This minimizes delays or economic losses during the pilot phase. Anticipate potential problems and write each of the steps has allowed each partner to have a clear idea of the work to be carried out and has allowed the coordination of the work.

Another of the main parts was to set the dates of the pilot, in this case for November 11 and 18, 2019. In addition, each date of each activity or work necessary to start the test. This allows the dates to be moved to other dates quickly.

During the tests there is a person in charge of the coordination. This person oversees coordinating between the different partners and the Port Authority or the Terminal, he also receives the materials and machines. In this case, the person in charge belonged to the Port Authority of Santa Cruz de Tenerife and acted as a link between the partners and the different departments of the authority (Environment, Conservation, Land Operations or Industrial Safety Departments) to allow the correct installation of the equipment.

As the location of the pilot test was a public area of the port authority, but within a concession terminal, managed by *Transmediterránea*. The coordinator is responsible for notifying the terminal:

- Access of new staff, vehicles.
- The start and end of the tests.

In order not to interfere with the daily work of the terminal. Being a terminal with high truck traffic, the coordinator was responsible for enabling the safe area specified in the technical reports to carry out the work and report the dangers of the Terminal.

A list of materials necessary for the installation of the equipment and who should provide them was planned. The Port Authority provided ladders, truck cranes, etc., as well as fencing and New Jersey barriers to prevent a direct impact against the equipment location area.

The following is the planning of the Santa Cruz de Tenerife pilot, which includes the date of the activity, description of the activity and the person responsible for executing it. As well as the list of materials mentioned above.

Table 1. Planning of the pilot in the Port of Santa Cruz de Tenerife: dates, activities, person in charge and notes.

	5 November Tuesday Day 1	6 November Wednesday Day 2	7 November Thursday Day 3	8 November Friday Day 4	9 November Saturday Day 5
Port Authority of Santa Cruz de Tenerife	Pilot fencing and electrical installation	----	LNG loading	Test collaboration	Test collaboration
Suardiaz	----	Preparation of electrical installation (cable and transformer to Generator)	Preparation of electrical installation (cable and transformer to Generator)	Preparation of electrical installation (cable and transformer to Generator)	----
Ham	Connect hose between containers, power supply and earth.	OCA Inspections and Liquid Nitrogen Cooling	LNG loading	Monitoring of tank operation during remote testing	Monitoring of tank operation during remote testing
Siemens	----	----	----	----	Engine assembly and preparation
All partners	----	----	----	----	----

	10 November Sunday Day 6	11 November Monday Day 7	17 November Sunday Day 8	18 November Monday Day 9	19 November Tuesday Day 10
Port Authority of Santa Cruz de Tenerife	Test collaboration	Pilot test on ship	Resistance box installation	Pilot test on ship Test excess gas with consumption resistance box	Disassembly
Suardiaz	----	Ship-shore cable connection, pilot test on ship	----	Ship-shore cable connection, pilot test on ship	----
Ham	Monitoring of tank operation during remote testing	Pilot test on ship, tank operation supervision	----	Pilot test on ship, tank operation supervision	Disassembly
Siemens	Assembly, preparation - testing of the no-load motor	Pilot test on ship	----	Pilot test on ship - consumption of tanker gas after event with resistance box.	Disassembly
All partners	----	Pilot test on ship	----	Pilot test on ship / Act of presentation to Authorities and Press	----

Table 2. List of materials needed for the pilot.

Machinery, material, and personnel needs	Activity	Units	Note
Truck crane	Unloading of 3 packages. Generator, tanks and transformer	3 h	Conservation PASCT
Rivisa fence		75 m perimeter approx.	Conservation PASCT
New Jersey	As base Rivisa fencing on the perimeter of the zone established	Dock edge area no. About 33 new jersey of 2 m	Conservation PASCT
Electrical outlet for tanks	Power < 1kw, 220 v, 24 h	Cable from generator	Conservation PASCT
Electric motor socket	400Vac. 14 kW per motor start + connection cable. Plug. While engine is running	Generator 14 KW, 3 weeks	Conservation PASCT
Electric motor socket	24Vdc. 2 poles (Positive, negative). 20 A. + battery charger that works both as a charger and as a power source. While engine is running	3 weeks	Conservation PASCT
Fixing 2 pipes DN 100	Seawater cooling pipes	4 clamps DN100 and drills	Conservation PASCT
Protection of DN100 pipes and cables	Width 2.5 m, quay edge	Can be wooden ramp	Conservation PASCT
Earthing system	Electrode. Drill. Resistance measurement. 20 ohms		Electrode of 4 metre approx. Check resistance

Machinery, material, and personnel needs	Activity	Units	Note
Resistive box	For carburetion adjustment	3 days	Conservation PASCT
Electrician	During assembly / disassembly and pilots		Conservation PASCT can help if needed
Shears	Break seals		Conservation PASCT
Fire extinguishers			HAM installs them
PRL posters	Forbidden to smoke, ATEX, Electrical risk, forbidden to enter, forbidden mobile ... Fire extinguisher, general PRL		HAM installs them
Steel box 70x70x50 cm	Junction box		Conservation PASCT
2 ladders	Generator exhaust assembly	2	Conservation PASCT
Florescent spray	Place		Conservation PASCT
Measuring tape	Place		Conservation PASCT

6. Equipment installation

6.1. Placement

Once the placement of the equipment was defined with the safety distances established by the satellite plant regulations, each one of the machines was spray-marked in the *Muelle de Ribera* area.

Taking the ro-ro spring as a reference and with a tape measure, the positions of the tank container, the motor, the transformer, and the electrical outlets were marked.



Figure 5. General view. *Muelle de Ribera*.



Figure 6. Engine container placement signage (Siemens).



Figure 7. Tank container placement signage (HAM).

6.2. Shifting of the machines to the dock

We coordinated the transfer of all the equipment in one day: the engine generator, the container for the LNG tanks, as well as the smaller equipment (transformer, boxes with parts and materials for engine start-up, oil, and glycol water drums) to reduce costs by moving the tow truck in one day.

On October 29, 2019, the items listed above were received 13 days before the pilot test. As they were moved onto platforms, they were placed in the temporary parking area of the terminal for subsequent unloading at the pilot test site. The engine generator was unloaded first, followed by the tank container.

It is important to unload the larger equipment, the 12.19 m x 2.44 m x 2.59 m containers, with the pilot test area completely clear to allow their correct positioning. Subsequently, the fencing and smaller equipment was placed, all with a boom truck by the port authority.

The logistics for the shipping and unloading of equipment, especially from the partners farthest from the port of Santa Cruz de Tenerife, is one of the critical points for the start-up of the pilot on the established dates. Not planning properly, the materials and tools to be sent, or not coordinating well the shipment and unloading of equipment can delay several days the start-up of the pilot.

The coordinator mentioned in previous sections responsible for receiving, checking that the packaging is in good condition, that the number of packages is correct and that they are stored in a safe and monitored area. The loss of any of the materials sent could mean a long delay in the date of the pilot, in addition to the consequent economic loss.

Below are some images of the equipment storage on *Muelle de Ribera*.



Figure 8. Storage of Siemens engine container, HAM LNG tank container and transformer in *Transmediterránea* terminal.



Figure 9. Transformer storage, cans, and boxes of materials for installation.



Figure 10. Container motor storage.

6.3. Security fencing and surveillance

Based on the safety studies carried out in the technical reports, a safety fence was installed to prevent a direct impact against the tanks and equipment of the facility, as well as to prevent the entry of any person not involved in the pilot test.

As the traffic inside the Transmediterránea terminal, at the Ribera dock, whether trucks, tractor trucks for the movement of containers or cars, is very important, especially when there is a ro-ro vessel in operation, the fencing was done with concrete barriers, of the New Jersey type, around the entire perimeter of the pilot test area, except for the seaside. The fencing was made with concrete barriers, New Jersey type, around the entire perimeter of the pilot test area except for the seaside. A Revisa fence was installed on top of these barriers, leaving an access at one of the corners of the perimeter to allow the tanker truck to pass through to load the LNG in the tanks.

Occupational risk prevention (ORP) posters and the piping and instrumentation diagram (P&ID) were placed on the tank container.

The Control Center of the Port Authority of Santa Cruz de Tenerife was notified during the LNG loading operations with the tanker. The control center activated the Tenerife Firefighters Risk Prevention Group and the Port Police, who escorted the truck and supervised that the LNG loading operations were carried out safely.

During the 24-hour period, the pilot location area was controlled by terminal security personnel who controlled access to the terminal and monitored the presence of outsiders in the pilot installation area.

In addition, during the communication event held on November 18, cones and tape were placed inside the pilot's enclosure to prevent the press, visitors and authorities from entering dangerous areas or touching the equipment.

Here are some images of the installation of the security fence or the surveillance tasks.



Figure 11. Installation of the New Jersey type and Rivisa fence.



Figure 12. Installation of the New Jersey type and Rivisa fence.



Figure 13. Tank container PRL poster.

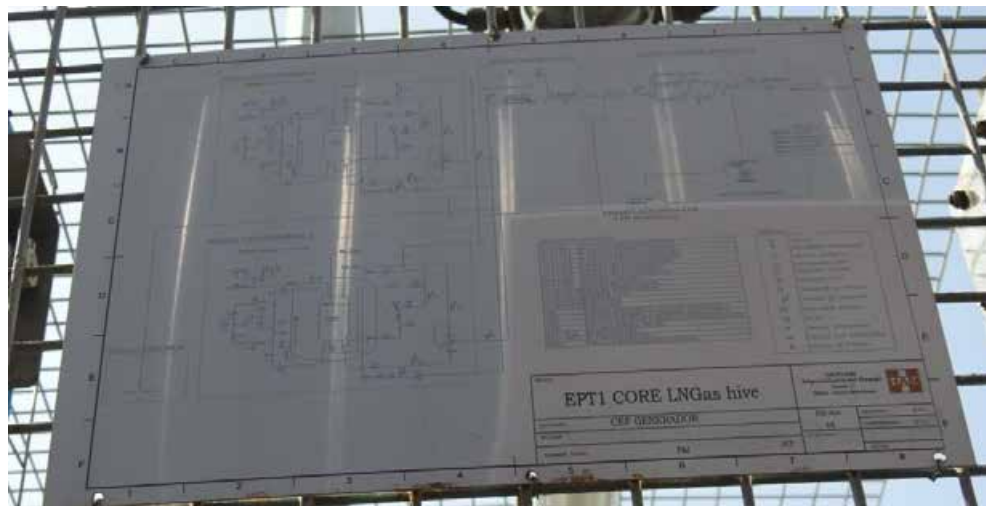


Figure 14. Poster with the P&ID of the deposit container.

6.4. Installing the electrical outlets

6.4.1. Electrical sockets for the motor

For auxiliary engine services, 2 sources of electricity are required:

- 400 Vac with 3 Phases + ground and 14 kW of power. This socket is required while the engine is running. The auxiliary services of the engine are supplied with three-phase current at 400 Vac (pumps, fans, etc.) or two-phase at 230 Vac (fire and gas switchboards, lighting, plugs, air compressor or extractor). These services are powered from the external 400Vac socket.
- 24 Vdc, with 2 poles (positive, negative) and 20 amps. This 24 V source is required 24 hours a day. This source must serve both as a battery charger and power source (0.5 kW), for charging batteries, for the starter motor and for supplying the gas (cut-off solenoid valve and leak detector). It also powers the engine control equipment (for example, detonation detection system, throttle and carburettor valve, ignition control system, or the alarm and probe instrumentation). These systems are powered in parallel by two power sources: the external source and the motor batteries.

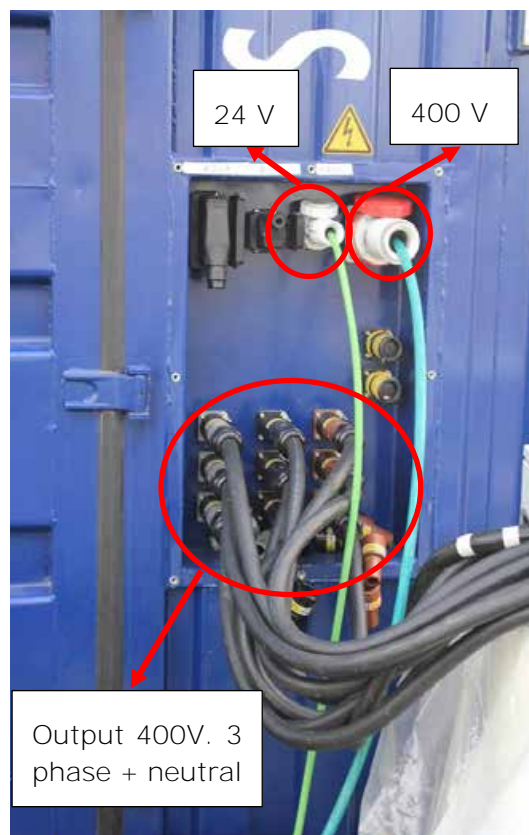


Figure 15. Inputs from the 24v and 400v source in the motor container and 400v outputs to the ship.

The PratiKa 81683 connector for the 400v input (3 pins + neutral + ground) and the PratiKa 82977 connector for the 24V input were installed in the motor container.

Bellow, the technical characteristics of the connectors are incorporated.



Main

Range	PratiKa
Product or component type	Socket
Device short name	PratiKa socket
Plug, socket category	Low voltage
Poles description	3P + N + E
Network type	AC
Outlet standard	Industrial

Complementary

Mounting mode	Panel-mounted
Plug, socket, control station shape	Straight
[In] rated current	63 A
[Ue] rated operational voltage	380...415 V
Network frequency	50/60 Hz
Ground lug clockwise position	6 h
Plug, socket material	Housing: self-extinguishing engineering polymer
Contacts material	Pins: stainless steel Sleeves: nickel plated brass Springs: stainless steel
Connections - terminals	Captive screws, completely loosened
Cable cross section	6...25 mm ²
Net weight	0.52 kg
Base dimension	100 x 107 mm
Height	107 mm
Width	108 mm
Depth	113 mm
Colour	Grey (RAL 7035)

Environment

Standards	EN 60309-1 EN 60309-2
IP degree of protection	IP67 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK08 conforming to EN 62262
Fire resistance	850 °C conforming to IEC 60695-2-11
Relative humidity	50 % at 40 °C 70 % at 30 °C 90 % at 20 °C
Ambient air temperature for operation	35 °C (86400 s)

Figure 16. Technical characteristics of the PratiKa 81683 connector.



Figure 17. Pratika 81683 connector, to connect the 400 V socket to the motor container.



Main

Range	PratiKa
Product or component type	Socket
Device short name	PratiKa socket
Plug, socket category	Extra-low voltage
Poles description	2P
Network type	DC
Outlet standard	Industrial

Complementary

Mounting mode	Panel-mounted
Plug, socket, control station shape	Straight
[In] rated current	32 A
[Ue] rated operational voltage	40...50 V 20...25 V
Secondary keyway clockwise position	10 h
Plug, socket material	Housing: self-extinguishing engineering polymer
Contacts material	Pins: stainless steel Sleeves: nickel plated brass Springs: stainless steel
Connections - terminals	Captive screws, completely loosened
Cable cross section	2.5...6 mm ²
Net weight	0.145 kg
Base dimension	65 x 65 mm
Height	65 mm
Width	65 mm
Depth	66 mm
Colour	Grey (RAL 7035)

Environment

Standards	EN 60309-2 EN 60309-1
IP degree of protection	IP67 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK08 conforming to EN 62262
Fire resistance	850 °C conforming to IEC 60695-2-11
Relative humidity	50 % at 40 °C 70 % at 30 °C 90 % at 20 °C
Ambient air temperature for operation	35 °C (86400 s)

Figure 18. Technical characteristics of the Pratika 82977 connector.



Figure 19. Pratika 82977 connector, to connect the 24 V socket to the motor container.

400 V electrical power point

A 40 kVa diesel generator set was rented, which could provide all the necessary power.

The generator set was rented by the Port Authority's Conservation department between November 5 - 19, 2019. The fuel for the generator was provided by the Conservation department using 25-liter diesel tanks.



Figure 20. Loxam Hune rental generator

	Potencia (KW)	Alto	Largo	Ancho	Peso (Kg)	Insonorizado
Grupo 2,3 kva	2,3	4700	600	310	29	Si
Grupo 4 kva	4,0	560	690	460	96,5	Si
Grupo 7,5 kva	7,5	810	690	520	120	Si
Grupo 15/20 kva	12/16	1070	1600	870	592	No
Grupo 25 kva	20/24	1520	2800	1200	803	No
Grupo 40 kva	32	1500	2250	1050	1.255	No
Grupo 65 kva	48/56	1600	2800	1100	1.540	No
Grupo 100 kva	80	1600	2800	1100	1.700	No
Grupo 140 kva	120	1760	3400	1100	2.400	No
Grupo 200 kva	160	2100	3680	1400	3.300	No
Insonorizados						
Grupo 30 kva	30	2300	3700	1700	2.600	Si
Grupo 45 kva	45	2250	3600	1700	2.600	Si
Grupo 60 kva	60	2000	4000	1750	3.500	Si
Grupo 80 kva	80	2000	4000	1750	3.500	Si
Grupo 125 kva	125	2200	5000	1800	3.500	Si
Grupo 140 kva	140	2500	5200	1800	3.500	Si
Grupo 150 kva	150	2400	5000	1900	3.500	Si
Grupo 200 kva	200	2400	4900	1900	3.500	Si

Figure 21. Diesel generator technical data for the 400 V socket.

24 V electrical outlet

The Port Authority installed the Siemens model SITOP 6EP1366-3BA00 as a 24 V and 20 A power supply.



Figure 22. 24V and 20A power supply, SITOP 6EP1366-3BA00.

Bellow, we incorporate the technical characteristics of both the input and output power supply.

Input	
Input	3-phase AC
Rated voltage value V_{in} rated	400 ... 500 V
Voltage range AC	320 ... 550 V
• Note	Starting from $V_{in} > 340$ V
Wide-range input	Yes
Overvoltage resistance	$2.3 \times V_{in}$ rated, 1.3 ms
Mains buffering	at $V_{in} = 400$ V
Mains buffering at I_{out} rated, min.	6 ms; at $V_{in} = 400$ V
Rated line frequency 1	50 Hz
Rated line frequency 2	60 Hz
Rated line range	47 ... 63 Hz
Input current	
• at rated input voltage 400 V	1.1 A
• at rated input voltage 500 V	0.9 A
Switch-on current limiting (+25 °C), max.	35 A
I^2t , max.	0.7 A ² ·s
Built-in incoming fuse	none

Figure 23. Technical characteristics of the power supply (Input).

Output	
Output	Controlled, isolated DC voltage
Rated voltage Vout DC	24 V
Total tolerance, static ±	3 %
Static mains compensation, approx.	0.1 %
Static load balancing, approx.	0.2 %
Residual ripple peak-peak, max.	100 mV
Spikes peak-peak, max. (bandwidth: 20 MHz)	200 mV
Adjustment range	24 ... 28.8 V
Product function Output voltage adjustable	Yes
Output voltage setting	via potentiometer; max. 480 W
Status display	Green LED for 24 V OK
Signaling	via signaling module (6EP1961-3BA10)
On/off behavior	No overshoot of Vout (soft start)
Startup delay, max.	2.5 s
Voltage increase time of the output voltage maximum	500 ms
Rated current value Iout rated	20 A
Current range	0 ... 20 A
• Note	+60 ... +70 °C: Derating 2%/K
Supplied active power typical	480 W
Short-term overload current	
• at short-circuit during operation typical	60 A
Duration of overloading capability for excess current	
• at short-circuit during operation	25 ms
Constant overload current	
• on short-circuiting during the start-up typical	23 A
Parallel switching for enhanced performance	Yes; switchable characteristic
Numbers of parallel switchable units for enhanced performance	2

Figure 24. Technical characteristics of the power supply (output).

The output amperage on the power supply can be adjusted manually. Knowing the inconveniences suffered in the Barcelona pilot test where it was observed that the 20A amperage was insufficient to charge the batteries, this was adjusted to 21A.

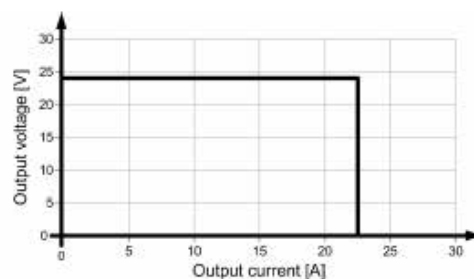


Figure 6-5 6EP1336-3BA00 single operation output characteristic

Figure 25. Power supply output amperage diagram, reaches 23 A, maintaining voltage (24 V).

6.4.2. Electrical power points for tank containers

The gas tank container required a 230V electrical outlet (single phase. F+N+T, protected at source) to power the gas plant control logic system, valves and alarms. Having an environment with mild temperatures, HAM indicated a power of 1 kW since it was not necessary to use the regasification tower heater.

Given this low power required and to simplify the installation, a connection was made from the Diesel group mentioned above with a 4 x 16 mm² section cable with its protections.



Figure 26. Installation for the 230 V connection for the tank container.



Figure 27. Installation for the 230 V connection for the tank container. Box.

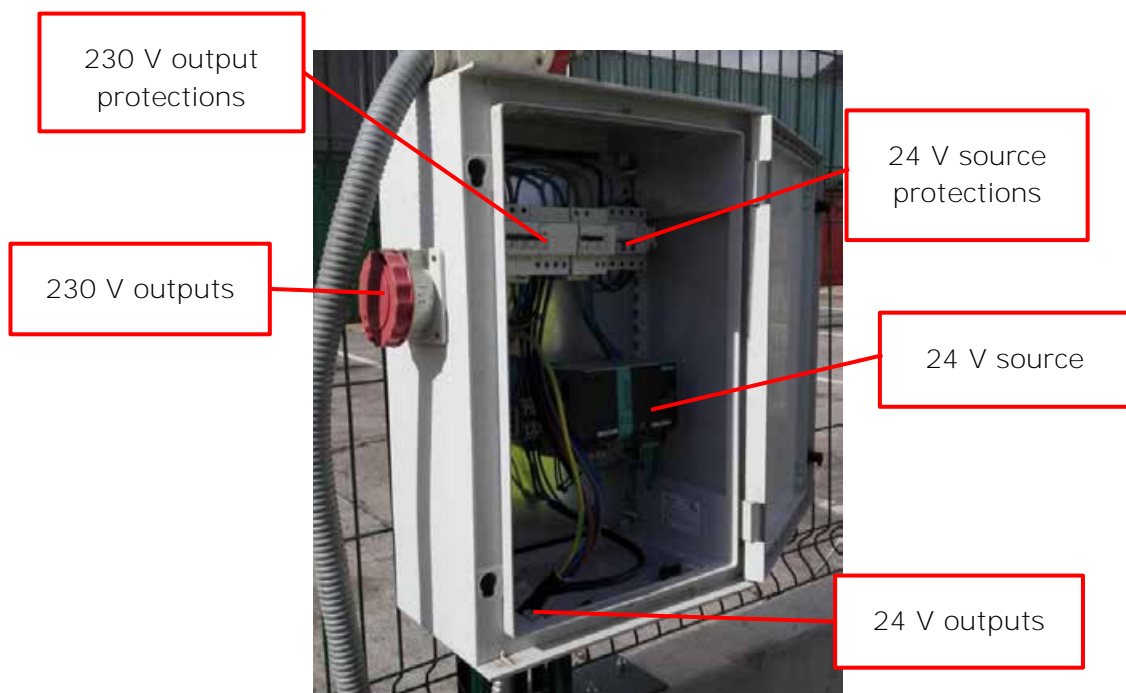


Figure 28. Diagram of the 230 V and 24 V connections.

6.5. Earthing system installation

To ground the electrical installation of the container of the LNG tanks, four-meter-long electrodes were installed on the pier. A large drill was used to break the concrete slab of the pier and the copper electrode was subsequently driven in with a hammer.

The ground electrodes were connected by a rigid bare copper cable with a minimum cross-section of 50 mm². Grounding resistance should be less than 20 Ω.



Figure 29. Gas container grounding. Connection the electrode with the ground system of tank container.

6.6. Refrigeration circuit piping installation

The primary cooling circuit of the engine is cooled by a secondary circuit of salt water through a heat exchanger. For this purpose, 2 flexible hoses of DN 100 diameter are installed, one for the water inlet and the second for the water outlet after heat exchange. The secondary circuit pump is designed to operate with a water column of up to 13 m. This was considered in the design of the secondary circuit pump. This has been considered for the location of the hose, given the high tidal ranges in the Tenerife dock.

The pipes were correctly secured to the dock with rods bent in a U-shape, to prevent whiplash due to water pressure. To protect the pipes and allow people to pass along the edge of the quay, without tripping over the pipes, a protection was installed.

For the secondary cooling system pump to start working, the entire circuit was primed, to extract the air. To do this, a non-return valve is installed at the end of the inlet pipe and a grid to act as a filter and prevent the entry of objects or wildlife into the circuit. This filter was cylindrical in shape to prevent it from clogging easily.

To fill the secondary circuit and facilitate the priming of the pump, a water intake was installed and connected to the potable water pipes of the quay. This speed up the filling process of the cooling circuit.

It was verified that there were no incrustations of marine fauna in the non-return valve or in the secondary circuit due to the transfer of sea water in each of the pilot tests already carried out, which could reduce the flow rate or obstruct the pipes.

The design flow rate of the cooling system is 50 m³/h and the outlet temperature of the water is below 50 °C. There is not expected to be any interference with marine fauna and flora from this hot water supply, as the outlet hose has some movement and allows for rapid dilution within a large body of water.



Figure 30. Installation of the DN100 pipes of the secondary refrigeration circuit.



Figure 31. Installation of the DN100 pipes of the secondary refrigeration circuit.



Figure 32. Detail of the particulate filter at the end of the inlet pipe.

6.7. Connection

6.7.1. Connection of the gas pipe from the tank container to the engine

The gas train of the engine was designed with a gas inlet of diameter DN80. To provide the gas from the tank container to the inlet of the engine gas, a DN65 flexible hose was installed, made up of two sections joined by a watertight flange. To carry out the installation, a reducer was needed in the gas inlet of the engine without causing a reduction in the flow of gas entering the engine.

Unlike the Barcelona pilot, the gas pressure at the engine inlet was 1 bar. The Siemens motor was found to function properly at this pressure.

The gasification capacity of the plant is limited to avoid freezing in the atmospheric exchangers and to make the regasification of LNG impossible. Therefore, the average capacity was 150 Nm³ / h.



Figure 33. Gas train of the engine container.



Figure 34. Gas inlet to the gas train of the engine container. Manual shut-off valve and reducer to gas hose.

6.7.2. Electrical connection to the ship

Next, a diagram of the cold ironing or on-shore Power supply system is presented, for supplying electricity to the ship from the dock.

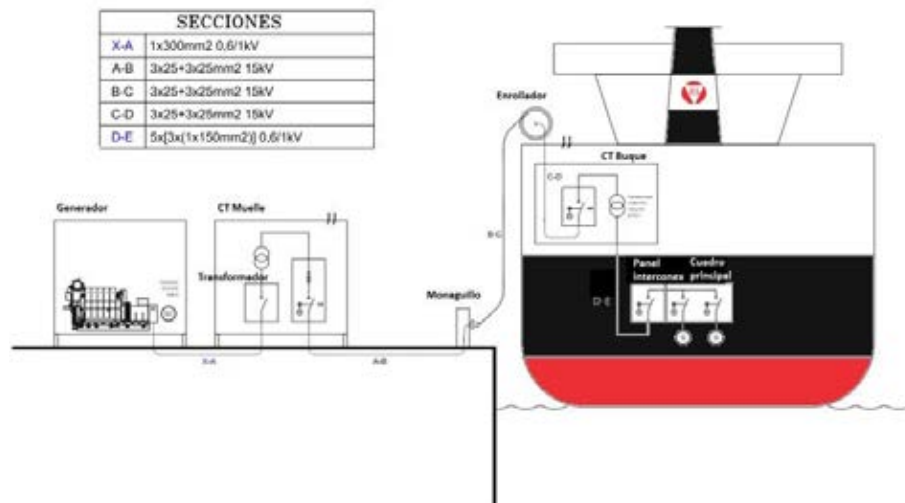


Figure 35. Cold ironing diagram.

The engine generator produces current at 400 Vac and 50 Hz. To reduce the section of the cable that provides electricity to the ship, it was decided to increase the voltage to 15,000 Vac. To do this, a transformer was installed on the pier, to transform the 400 V provided by the motor, to 15 kV. *Monaguillo* or connection point between the 15 kV line from transformer, and the cable coming from the ship, was installed at the dock. A second transformer was installed on the ship, to reduce the voltage again from 15 kV to 400V.

The cable between the engine generator and the transformer, and between the transformer and the *Monaguillo*, were placed in a superficial canalization in a plastic tray.

The transformer has a 1,250 kVA power transformer, to transform from 0.4 kV to 15 kV. The technical characteristics of the transformation centre are presented below.

Potencia nominal	1250 kVA
Tensión Primaria	15 kV
Tensión secundaria	400 V
Regulación	±2,5±5 %
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Refrigeración	AN
Altitud sobre el nivel del mar	1000 m
Tª ambiente min / máx	-25°C / 40°C
Calentamiento devanados A.T. / B.T.	100K / 100K
Clase térmica A.T. / B.T.	F / F (155°C)
Clase Climática	C2
Clase Ambiental	E2
Clase de Comportamiento al Fuego	F1
Grado de protección	IP00
Niveles aislamiento A.T. (Vmax / IR / FI)	17,5 / 95 / 38 kV
Niveles aislamiento B.T. (Vmax / IR / FI)	1,1 / - / 3 kV
Material AT/BT	Al/Al
Normas	(UE) Nº548/2014 / IEC 60076-11

Figure 36. Technical characteristics of the transformer.

Monaguillo allows supplying the power of the generator module / transformer (808 KWe 15 kV) to the ship. The cable from the transformer is connected to the copper bars of the *Monaguillo*. Below are the technical characteristics of *Monaguillo*.

Brand	AUXEMA STEMMANN
Kind	SS-22/EN-500/0-0
Poles	III+T+3 Pilotos
Amperage	500 A
Maximum tension	25 kV
Manufacturing No.	AR-2580/0-9521

Figure 37. *Monaguillo* technical characteristics

All the details of the installation are shown in the technical memory of the assembly that is presented in Annex 1.



Figure 38. Motor voltage output at 400 Vac.

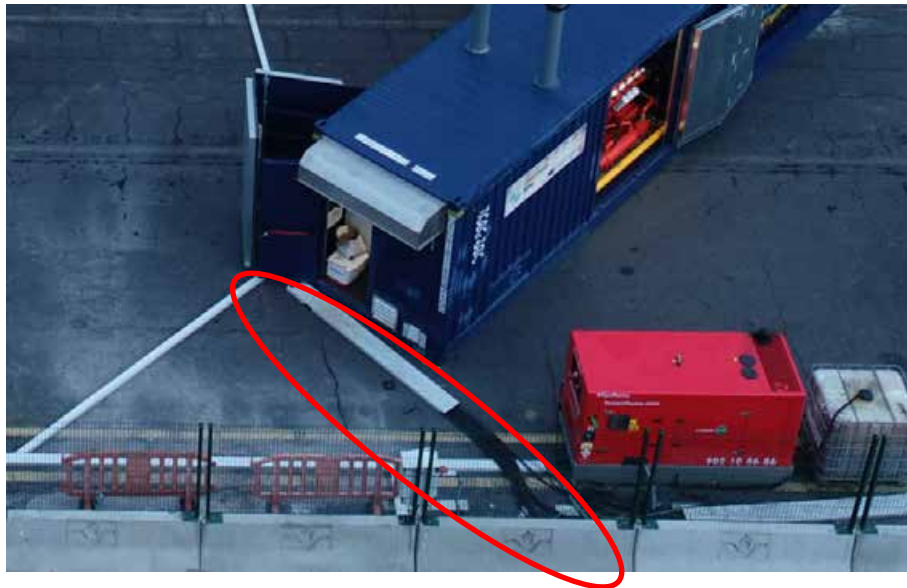


Figure 39. Superficial channelling with the cable between the motor and the transformer.



Figure 40. Transformer.



Figure 41. Transformer. Control panels.

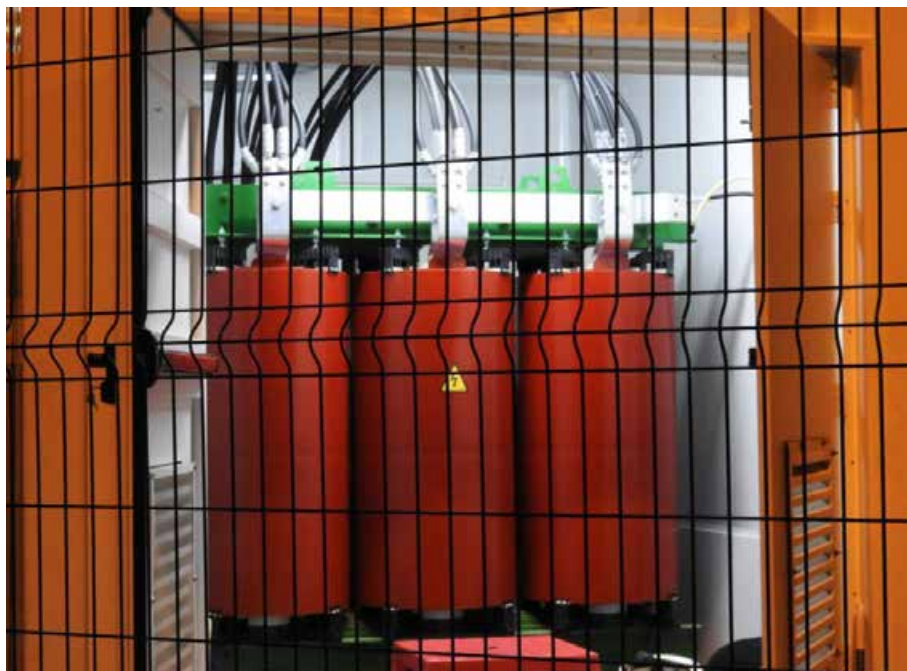


Figure 42. Transformer. Detail of the three-phase power transformer of the dry type, encapsulated in resin.



Figure 43. Superficial channelling for the 15 kV cable between the earth transformer and *Monaguillo*.



Figure 44. Connection between *Monaguillo* and the ship's cable.



Figure 45. Ship's cable. Connector protection.




Figure 46. Control signal between the engine container and the ship (through the transformer).

6.8. OCA inspection

Before the pilot test in Barcelona, an inspection was carried out by an Authorized Control Organism (OCA). They issued a certificate on November 20, 2017. In the port of Santa Cruz de Tenerife, the installation was certified by of the company *HAM Criogénica SL*. They issued a certificate on November 5, 2019. The installation of the compact plant was

installed as described in the technical project and complying with all the technical conditions and corresponding regulatory prescriptions.

Below are the certificates of the OCA of Barcelona and the installer in the port of Tenerife:



Anexo 3 PE.I/RGC-004 Rev. nº 6 Hoja 1 de 2

CERTIFICADO Nº: 08/03/0004/17

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN INICIAL DE PLANTAS SATÉLITE DE GAS NATURAL LICUADO

SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A. como ORGANISMO DE CONTROL, para la aplicación de la Reglamentación sobre Gases Combustibles según acreditación de ENAC nº OC-I/058

CERTIFICA: Que en cumplimiento del RD 919/2006, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y su ITC ICG 04, se ha procedido a realizar la inspección inicial de la PLANTA SATÉLITE DE GAS NATURAL LICUADO de las siguientes características:

1.- IDENTIFICACIÓN:


TITULAR: HAM CRIOGENICA, S.L.
 USUARIO: HAM CRIOGENICA, S.L.
 EMPLAZAMIENTO: PORT DE BARCELONA- MOLL PONENT 08039 BARCELONA
 CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (m³): 4,8 m3, clasificada según la norma UNE 60210:2015 como:
 A: >2 a 5m³ B: >5 a 10m³ C: >10 a 20m³ D: >20 a 40m³ E: >40 a 80m³ F: >80 a 160m³
 G: >160 a 400m³ H: >400 a 1500m³

2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS:

MARCA/ MODELO	FABRICANTE	Nº FABRICACIÓN	Vol (m³)	PS/Pdiseño (bar)
ZHANG JIAGANG	ZHANG JIAGANG	16005084050	4,8	8
ZHANG JIAGANG	ZHANG JIAGANG *se usa como recogida de venteos	16005084051	4,8	8

3.- EQUIPOS A PRESIÓN EN LA INSTALACIÓN (excepto depósitos)

DENOMINACIÓN	MARCA/ MODELO	FABRICANTE	Nº FABRICACIÓN	VOL (m3)	PS/Pdiseño (bar)
VAPORIZADOR	LOAR	LOAR	LOAR-B1462/11	0,16876	15
FULMON	SMA	SMA	2996 0716345	0,04	12
RECALENTADOR	TRAMEGA	TRAMEGA	17097	0,0057	13
ALMACEN THT	AMTROL ALFA	AMTROL ALFA	011G061	61	42



SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A. delegación de Sant Joan Despi (c/ las planas 1 nave B Sant Joan Despi BARCELONA)



Anexo 3 PE IR/GC-004 Rev. nº 6 Hoja 2 de 2

 CERTIFICADO Nº: 08/03/0004/17

4.- CONTROLES Y PRUEBAS:

Se hace constar:

Que se ha efectuado la prueba de estanqueidad mediante medida del vacío de la intercámara dando como resultado 0,06 mbar/ prueba de presión neumática a ____ bar, correspondiente a las pruebas previas a la puesta en servicio, sin que se apreciaran fugas.

Que la inspección ha sido realizada en el lugar de emplazamiento en fecha 17/11/2017


Que se ha procedido en la instalación indicada, al tarado de las siguientes válvulas de seguridad:

SITUACIÓN	MARCA	MODELO	Nº SERIE	PRES. APERTURA
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500838	8 bar
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500842	8 bar
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500839	8 bar
DEPOSITO 1	HEROSE	-	02500843	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481585	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481587	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481586	8 bar
DEPOSITO 2	HEROSE	-	02481584	8 bar


Esta instalación deberá someterse a prueba periódica antes de 5 años, así como cuando sea cambiado de emplazamiento o sometido a reparación importante.

En vista del resultado FAVORABLE de los controles y pruebas, se extiende el presente CERTIFICADO, en Barcelona, a 20 de noviembre de 2017.

EL INSPECTOR



Fdo: Lorena Atienza Conejo



SGS Inspecciones Reglamentarias, S.A. delegación de Sant Joan Despi (c/ las planas 1 nave B Sant Joan Despi BARCELONA)

Figure 47. LNG satellite plant inspection certificate

Next, we present the favourable Certificate of Inspection of electrical installations:

PÁGINA 1 DE 2

N° expte. Administración:

N° expte. OCA: **LHI-RE-062/19**

Consejería E. L. y C.

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN POR ORGANISMO DE CONTROL AUTORIZADO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (MODELO BT 01)

<input checked="" type="checkbox"/> Inspección inicial <input type="checkbox"/> Inspección periódica <input type="checkbox"/> Inspección extraordinaria	N° inspección: <input type="text" value="1"/>	Fecha inspección: <input type="text" value="07/11/2019"/>	
		Fecha puesta en marcha: <input type="text" value="07/11/2019"/>	
		Fecha última inspección: <input type="text" value="07/11/2019"/>	
		Fecha tope próxima inspección: <input type="text" value="07/11/2024"/>	

Denominación OCA: ABC INSPECCIÓN, S.L.	N° Acord. ENAC: 362/E1838
Fecha autorización en CAC: 23/11/2018	N° expediente CAC: <input type="text"/>
Inspector: D. LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ TORRES	DOI: 31.824.656-G
Título facultativo: INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	

CERTIFICA

Que la instalación eléctrica especificada ha sido inspeccionada, en el lugar y fecha indicadas, siguiendo el protocolo 01/1977 01/2002 y como resultado de ella, se ha comprobado que la misma se ajusta sustancialmente al proyecto aportado y cumple estrictamente el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, sus Instrucciones Técnicas Complementarias y demás normas de obligado cumplimiento que le afectan, así como las Normas Particulares de la empresa suministradora UNELCO, debidamente aprobadas que le fuesen de aplicación. En el momento de la inspección no presenta defectos clasificados como graves o muy graves, por lo que se califica con dictamen de **FAVORABLE**, a los efectos de la establecida en el R.D. 842/2002 de 2 de Agosto y demás normas de aplicación.

Se adjunta listado de defectos leves detectados que deben ser corregidos cuanto antes y previo a su puesta en servicio o próxima revisión, según el caso.

En Santa Cruz de Tenerife, a 8 de Noviembre de 2019

El Inspector: D Luis Miguel Hernández Torres.	(Sello de la OCA)	El Supervisor D/Dña. <input type="text"/>
Fdo.:		Fdo.: (OPCIONAL)

El presente certificado tiene una vigencia de cinco años. Ahora bien, si después de realizada la inspección, la instalación eléctrica sufre alguna modificación sustancial de sus características, este certificado perderá su validez.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN			
Tipo Instalación	Proyecto de Baja Tensión para Planta Satélite GNL Puerto DE Santa Cruz de Tenerife.		
Ubicación	Terminal de Carga Rodado (TCR) EN Muelle de Ribera.	N° s/n	CP:
Localidad	Santa Cruz de Tenerife.	Municipio	Santa Cruz de Tenerife. Isla Tenerife.
Uso a que se destina	Planta Satélite de GNL.		
Titular Instalación	Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, SA.		
NIF/CIF	Q-3867002-B.	e-mail	
Domicilio		N°: 49	Portal/planta: CP: 38.001
Localidad	Santa Cruz de Tenerife.	Municipio	Santa Cruz de Tenerife.
PROFESIONALES VINCULADOS		DOCUMENTACIÓN APORTADA	
Proyectista	Jose Julio Brossa Gutiérrez, COITP n° 203.	<input checked="" type="checkbox"/> Proyecto	<input type="checkbox"/> Ultimo certificado OCA
Dtor. Técnico Obra	Jose Julio Brossa Gutiérrez.	<input type="checkbox"/> Reformado	<input type="checkbox"/> Certificado Instalación
E. Instaladora	Compañía de Eficiencia y Servicios Integrales, SL (Efficco)	<input checked="" type="checkbox"/> Otro (ver: CRO)	Validez: TP 20197300 (18-03-2019). Act: 19-08516 (12-06-2019).
Resp. Mantenimiento			<input type="checkbox"/> CRO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN			
<input type="checkbox"/> Vivienda	<input checked="" type="checkbox"/> LPC	<input type="checkbox"/> Alambrado Exterior	<input type="checkbox"/> ATEX
<input checked="" type="checkbox"/> Comercial	<input type="checkbox"/> DND	<input type="checkbox"/> Int. doméstica	<input type="checkbox"/> Local Mojado
<input type="checkbox"/> Piscina	<input type="checkbox"/> Otros	<input type="checkbox"/> Energías Renovables	<input checked="" type="checkbox"/> Otros: Grupo electrogénico.
Potencia instalada(kW)	823,00 S/ Prov.	N° contadores	D.L. recorridor: <input type="checkbox"/> Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical
N° cuadros mando y protección	1	N° niveles	N° D.L. <input type="checkbox"/> Tipo canalización: <input type="checkbox"/> Banda.
Protección sobretensión	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No		
Protección sobretensiones en todos los cuadros y salidas	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No		
Protección diferencial en todos los cuadros	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No		
Existe suministro de seguridad:	Tipo: <input type="text"/> Conn. Autom. <input type="checkbox"/>		
Existe alambrado de emergencia:	<input type="checkbox"/> Alambrado evacuación. <input type="checkbox"/> Alambrado ambiental. <input type="checkbox"/> Alambrado recemplazamiento.		
Existen zonas ATEX:	Clase I: Zona 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Clase II: Zona 20 <input type="checkbox"/> 21 <input type="checkbox"/> 22 <input type="checkbox"/>		
Existe instalación drástica:	Tecnología/Protocolo: <input type="text"/> N° puntos control: <input type="text"/>		
Existe grupo contra incendios:	<input type="checkbox"/> Protección Sobretensiones I.A.(A) <input type="checkbox"/> Protección entechos indirectos		
Medidas			
<input checked="" type="checkbox"/> Resistencia de la puesta a tierra de los electrodos	Valor(Ω): <input type="text" value="= 1"/>		
<input checked="" type="checkbox"/> Resistencia de la puesta a tierra de protección en el punto más alejado	Valor(Ω): <input type="text" value="Rbucle=1"/>		
<input type="checkbox"/> Separación de las instalaciones de tierras de AT/BT	Valor mínimo(M Ω): <input type="text" value="852"/>		
<input checked="" type="checkbox"/> Aislamiento	Tramo medido: <input type="text" value="Desde C. servicio auxiliar"/>		
<input type="checkbox"/> Alambrado:	Iluminancia alum. evacuación(lux): <input type="text"/>		
	Iluminancia alum. ambiente(lux): <input type="text"/>		
	Iluminancia alum. zonas A.B.(lux): <input type="text"/>		
	Iluminancia alum. recemplazamiento (lux): <input type="text"/>		
ASISTENTES A LA INSPECCIÓN			
<input type="checkbox"/> Propiedad	Dir. Técnico Obra: <input type="text"/>		
<input checked="" type="checkbox"/> Instalador	Compañía de Eficiencia y Servicios Integrales, SL (Efficco)	Resp. Mantenimiento:	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Otro	Nota: Se adjunta el listado de mediciones, verificaciones y ensayos.		



Gobierno de Canarias
CONSEJERÍA DE EMPLEO,
INDUSTRIA Y COMERCIO
DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA



ABC INSPECCIÓN
ORGANISMO DE CONTROL AUTORIZADO
Avenida Rafael Cabrera, 8. Local A-3. Oficina 1
C.P. 35002. Las Palmas de G.C.
Tel.: 928.93.99.39 Fax.: 928.99.66.81



ENAC INSPECCIÓN
N° 3 9 2 / E 1 6 3 9

FÁGINA 2 DE 2

N° expte. Administración	
N° expte. OCA	LHT-RE-062/19
	Consejería E., L y C.

**ANEXO INFORMACION COMPLEMENTARIA
VERIFICACIONES Y ENSAYOS, MEDICIONES, RELACION DE DEFECTOS Y OBSERVACIONES**

1.- VERIFICACIONES Y ENSAYOS

- Línea General de alimentación a cuadro contadores (sección y características).
- Línea de alimentación al cuadro de servicios auxiliares (sección y características).
- Línea acometida a Cuadros secundarios de BT (sección y características).
- Interruptor de control de potencia ICP antes del cuadro general (intensidad y capacidad de corte).
- Interruptor general automático de corte omnipolar (intensidad y capacidad de corte).
- Estado general del Cuadro General de BT y de sus componentes. (Cuadro General de Mando y Protección).
- Estado general de los Cuadros Secundarios y de sus componentes.
- Características de la envolvente del cuadro, sistema de cierre y accesibilidad.
- Identificación de características y señalización de componentes.
- Características de los cables: clasificación frente al fuego, y/o resistente a hidrocarburos, aislamiento, secciones y conexionado.
- Identificación de conductores de fase, neutro y tierra, y de la borna de tierra en el cuadro.
- Protección contra contactos directos.
- Protección contra contactos indirectos.
- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Coordinación entre intensidades interruptores diferenciales, PIA's y secciones de conductores.
- Intensidad nominal del ID \geq a intensidad nominal del IG. ITC-BT-025(2.1).
- Canalizaciones (tubos, bandejas, canales, cajas de conexiones).
- Puestas a tierra de la instalación (secciones, identificación y conexiones).
- Instalaciones receptoras (mobiliario, y equipos).
- Alumbrado normal (luminarias, cajas de mecanismos).
- Alumbrado de emergencia (seguridad y reemplazamiento) autónomo.
- Alumbrado de emergencia (seguridad y reemplazamiento) alimentado por fuente central.
- Suministro complementario o de seguridad (socorro, reserva o duplicado). En locales de reunión o trabajo con ocupación >300 personas.
- Pruebas funcionales de componentes (interruptores, contactores, diferenciales).
- Pruebas funcionales de alumbrado normal y de emergencia.
- Medidas de aislamiento entre conductores y entre conductores y tierra.
- Prueba de actuación de diferenciales con disparo manual y con la intensidad de defecto.
- Medición de las intensidades, tiempos de disparo, resistencia de bucle de tierra y tensión de contacto.
- Medición del bucle de fase, fase neutro y de tierra. Presunta Icc.
- Medición de la resistencia de tierra de la instalación.

2.- MEDICIONES

CUADROS ELECTRICOS	Vu (V)	LÍNEA mm ²	IGA (A)	Rbucle ohm	Re ohm	Ut (v)	Ra Mohm
Cuadro General de Servicios Auxiliares	400/230	4G16 RZ1 + 1x16 RZ1	4x63	1	<1	0,1	482

3.- RELACION DE DEFECTOS:

No se detectaron anomalías relevantes.

4.- OBSERVACIONES:

El cuadro de servicios auxiliares se alimenta del grupo electrógeno auxiliar de la marca Himoinsa, modelo HRFW-60 con una potencia de 48 Kw. El valor de la resistencia de la puesta a tierra del neutro del grupo electrógeno es de 0,3 ohmios y la resistencia de tierra del chasis del grupo electrógeno es de 1 ohmio. La resistencia de aislamiento de la línea que une al grupo con el cuadro de servicios auxiliares es >99 Megaohmios. Dicha línea tiene una sección de 4G16 RZ1.

El grupo electrógeno principal alimenta a un Centro de transformación

En Santa Cruz de Tenerife, a 8 de Noviembre de 2019

Fdu. Luis Miguel Hernández Torres.
Inspector Técnico
ABC Inspección, SL

Figure 48. Certificate of Inspection of electrical installations.

Página 1 de 1

N° expte. Administración:

N° expte. E.I.:

Consejería E. I. y C.:

Gobierno de Canarias
CONSEJERÍA DE EMPLEO, INDUSTRIA Y COMERCIO
DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA

ABC INSPECCIÓN
Avenida Rafael Cabrera, 3. Local A-3. Oficina 1
C.P. 35002. Las Palmas de G.C.
Tel.: 928.93.95.39 Fax: 928.56.88.81

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN POR ENTIDAD DE INSPECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN (MODELO AT 01)

<input checked="" type="checkbox"/> Inspección inicial	N° Inspección: <input type="text" value="1"/>	Fecha inspección: <input type="text" value="11 / NOVIEMBRE / 2019"/>	
<input type="checkbox"/> Inspección periódica		Fecha puesta en marcha: <input type="text" value=""/>	
<input type="checkbox"/> Inspección extraordinaria		Fecha última inspección: <input type="text" value="11 / NOVIEMBRE / 2019"/>	
		Fecha tope próxima inspección: <input type="text" value="11 / NOVIEMBRE / 2022"/>	

Denominación E.I.: <input type="text" value="ABC INSPECCIÓN, S.L."/>	N° Acredit. ENAC: <input type="text" value=""/>
Fecha Autorización en CAC: <input type="text" value=""/>	N° expediente CAC: <input type="text" value=""/>
Inspector: <input type="text" value="JOSE MARIA BARRIOS PADILLA"/>	DOI: <input type="text" value="78.709.113-P"/>
Título facultativo: <input type="text" value="INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL"/>	

CERTIFICA

Que la instalación eléctrica especificada ha sido inspeccionada, en el lugar y fecha indicadas, siguiendo el protocolo AT-1 y como resultado de ello, se ha comprobado que la misma se ajusta sustancialmente al proyecto aportado y cumple estrictamente la reglamentación específica de aplicación, R.D. 3275/1982 R.D. 337/2016, y demás normas de obligado cumplimiento que le afectan, así como las Normas Particulares de la empresa suministradora UNELCO, debidamente aprobadas.

En el momento de la Inspección no presenta defectos clasificados como graves o muy graves, por lo que se califica con dictamen de FAVORABLE, a los efectos de dar cumplimiento de lo establecido en la citada normativa.

Se adjunta listado de defectos leves detectados que deben ser corregidos cuanto antes y previo a su puesta en servicio o próxima revisión, según el caso.

En Santa Cruz de Tenerife a 12 de Noviembre de 2019

El Inspector: José María Barrios Padilla <input type="text" value="BARRIOS PADILLA JOSE MARIA - 78709113P"/>	Firmado digitalmente por BARRIOS PADILLA JOSE MARIA - 78709113P de la EI) Fecha: 2019.11.12 11:26:47 Z
El Supervisor: <input type="text" value="DIDRA (OPCIONALES) Pda:"/>	

El presente certificado tiene una vigencia de tres años. Ahora bien, si después de realizada la inspección, la instalación eléctrica sufre alguna modificación sustancial de sus características, este certificado perderá su validez.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Tipo Instalación:

Ubicación:

Localidad: Municipio: Isla:

Uso a que se destina:

Fecha autorización:

Titular Instalación:

NIF/CIF: e-mail:

Domicilio:

Localidad: Municipio:

Nº: Portal/planta: CP:

PROFESIONALES VINCULADOS

Proyectista:

Dtor. Técnico Obra:

E. Instaladora:

Resp. Mantenimiento:

DOCUMENTACIÓN APORTADA

Proyecto: Último certificado OCA

Reformado: Certificado Instalación

Otro:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN:

Tensión (kV):

Linia: Simple Duplex

Origen: Final: La línea no es objeto de inspección

Centro de transformación: Centro de transformación Centro de entrega, medida y maniobra

N° tramos: Potencia tramos (kVA): Potencia total(kVA):

N° celdas: Configuración: Tipo celdas:

Protección: Sobrecorrientes: Parálisis Interruptor Automático Reajutable

Entradas B.T.: N° Entrada: Protección: Pasible: Interruptor Automático:

Medidas y verificaciones realizadas:

	TR 1	II	III	...	N
Resistencia de P.A.T. del neutro	1,04 Ω				
Resistencia de P.A.T. de líneas	4,99 Ω				
Resistencia de P.A.T. de referencia					
Tensión de paso máxima(V)	0,15				0,17

Funcionamiento correcto de los dispositivos de apertura/cierre y encerramiento de las celdas. Otras:

Separación de instalaciones de tierra de AT/BT

ASISTENTES A LA INSPECCIÓN:

Propiedad:

Instalador:


Dtor. Técnico Obra:

Resp. Mantenimiento:

Otro:

Figure 49. Certificate of Inspection of electrical installations.

Next, we present the Installer Certificate of Installation of a compact LNG storage and gasification plant:

	Polígono Industrial Sant Ermengol, parcela 11 08520 Abrera (Barcelona) Tel: 93 770 47 60 Fax: 93 770 34 41 hive@ham.es
CERTIFICADO INSTALADOR INSTALACIÓN DE UNA PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN DE GNL	
LA EMPRESA HAM CRIOGÉNICA, S.L. INSCRITA EN EL REGISTRO INDUSTRIAL (RASIC) CON Núm. 080175346 COMO INSTALADOR DE GASES COMBUSTIBLES CATEGORIA A EN EL DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA, COMERÇ I TURISME DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA EN SU DELEGACIÓN DE BARCELONA.	
CERTIFICA:	
- Que se ha realizado la instalación descrita en el proyecto técnico de una "PLANTA COMPACTA DE 5m3 ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN DE GNL EN UN CONTENEDOR MARITIMO DE 40 pulgadas".	
- Que el titular de la instalación es la Sociedad Mercantil HAM CRIOGENICA,SL con domicilio social en Polígono Industrial Sant Ermengol, C/Progrés nº1 , parcela 11 de Abrera(CP 08630) Barcelona con C.I.F. B25526732 representada por Sr. Antonio Murugo Pérez en calidad de representante legal D.N.I. 35.006.985-L.	
- Que la planta se encuentra situada en MUELLE DE RIBERA DARSENA DE ANAGA en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife.	
- Que dicha instalación se adapta al citado proyecto, cumple las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias correspondientes.	
- Que al tratarse de un equipo compacto, se han realizado las siguientes pruebas en nuestro taller: <ul style="list-style-type: none"> o Prueba hidráulica equivalente con Nitrógeno a 22 bar durante 1 hora. o Prueba de estanquidad a 22 bar durante 1 hora. o Prueba funcionamiento general sistemas de carga, repostaje y cuadro de maniobras. 	
Los componentes que dispone la unidad móvil de repostaje son:	
- DEPÓSITO CRIOGÉNICO GNL: 5 M3	
Fabricante:	FURUISE EUROPE COMPANY, SL
Denominación:	CDL-4.56/0.8 Cryogenic liquid tank
Número de identificación:	1600508Y050
Año de fabricación:	2016
Presión máxima de servicio	8 bar
Presión de prueba:	13,5 bar
Fecha de prueba:	19/05/2016
Volumen:	4.800 lts
Temperatura	-196 ºC / +50º C
Modulo	G
Fluido contenido:	LNG
- EVAPORADOR AMBIENTAL GNL / AIRE 11	
Fabricante	LOAR GASIFICACION, SL
Modelo	LOAR-B1462
Marcado CE	CE0053
Unidades	1
Nº Fabricación	11
Volumen:	168,76 lts
Categoría	IV
Presión Máxima Admisible	15 bar
Presión de prueba	16,5 bar
Fluido contenido	GNL/1
Fluido de prueba	Nitrógeno seco
Temperatura	-196 ºC / +50º C
HAM CRIOGÉNICA, S.L.	Pol. Industrial Sant Ermengol, Parcela 11, 08630 ABRERA (Barcelona)



	Criogénica	11-05-2017	Polígono Industrial Sant Ermengol, parcela 11 08630 Abrera (Barcelona) Tel: 93 770 47 80 Fax: 93 770 38 41 ham@ham.es
- EVAPORADOR AMBIENTAL PPR DEPÓSITO - 11			
Fabricante	LOAR GASIFICACION, SL		
Modelo	LOAR-D411		
Marcado CE	CE0053		
Unidades	1		
Nº Fabricación	11		
Volumen:	7,67 lts		
Categoría	IV		
Presión Máxima Admisible	15 bar		
Presión de prueba	16,5 bar		
Fluido contenido	GNL/1		
Fluido de prueba	Nitrógeno seco		
Temperatura	-196 ºC / +50º C		
Fecha de prueba	11-05-2017		
- DEPÓSITO DE THT			
Fabricante:	AMTROL-ALFA METALOMECÁNICA,SA		
Modelo:	011G061		
Unidades:	1		
Presión máxima admisible:	42 bar		
Volumen:	61 lts		
<p>Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en Santa Cruz de Tenerife a 05/11/2019.</p> <p style="text-align: right;">Prudenci Bautista Martinez Ham Criogénica S.L.</p> 			
HAM CRIOGÉNICA, S.L.		Pol. Industrial Sant Ermengol, Parcela 11. 08630 ABRERA (Barcelona)	

Figure 50. Installer certificate for the installation of a compact LNG storage and gasification plant

6.9. Filling the LNG tanks

Once obtained the inspection certificates from the electrical part, and the container of the LNG tanks, the 5 m³ tank could be filled.

In Annex 3, “*Memoria de los métodos y sistemas utilizados para llevar a cabo el servicio de avituallamiento de GNL desde camión cisterna a buques en el puerto de Santa Cruz de Tenerife y plan de autoprotección asociado*” is detailed the procedure of filling the GNL tanks from a truck.

The tanks arrived at *Muelle de Ribera* inerted with nitrogen and cold, from the HAM plant in Abrera. Annex 4, *Procedimiento de inertizado mediante nitrógeno de una planta satélite de regasificación unificada en un isocontenedor*, describes the procedure of inerted GNL tanks.

At all times, the driver and the responsible technician had a portable explosimeter to always guarantee the absence of gas in the area. If gas is detected, the discharge will be stopped immediately.

Since there is no supply of Natural Gas in the Canary Islands, but are made LNG supplies from ship to ship, Molgas company has been authorized for filling tanks. To do this, a tanker truck was transported from the peninsula to start a pilot test.

There was coordination with the terminal in the day and time of filling the tanks, to avoid, as far as possible, any interference with the activity of the terminal.

Also, as an additional security measure, the Port Police were activated during the LNG unloading. It also helped the Port Police to form and familiarize themselves with the operations with this new fuel.

The LNG tanker entered backwards into the enclosure fenced, by the enabled passage, and was placed parallel to the tank container, with the cabin facing outward, for better evacuation in case of emergency. Subsequently, the driver connected the earth clamp (first with the circuit open, in position 0, when connecting to the tank and then closed, in position T, only when the clamp was well connected to the tank) and connected the hose of LNG to the discharge point, to start filling.

The driver decides whether the tank is filled by the top fill valve, or the lower, depending on the pressure of the tank:

- If the upper part is used, the gas in the upper part is cooled and reliquid, reducing the pressure. What may be of interest if the pressure is high.
- If the pressure is low (< 3 bar) it is filled by the lower, to maintain the pressure in the tank.

Discharge will never exceed 95% tank fill. Once the discharge is completed, the remaining LNG in the hoses will gasify and enter the tank, through the non-return valve in it. Before disconnecting the hose, the junction between the existing valve in the plant hose and the outlet valve of the tank must be depressurized and subsequently disconnect the earthing clamp (opening the electrical circuit by setting the switch to 0).

When the hose is disconnected, it was checked with the explosimeter that there is not gas in the atmosphere. The cistern then left the enclosure, and the fence was closed.

When the hose is disconnected, the explosimeter will check that there is no gas in the atmosphere. The cistern left the enclosure, and the fence was closed.

An LNG load was made on November 4, 2019, with a load of 970 kg. Next, the LNG delivery note is presented where information on the LNG loader in the plant, the recipient, quality (higher calorific value PCS, lower calorific value PCI, specific weight, density), net weight of the discharge in kg, carrier, and tank truck details.

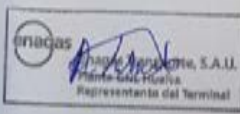
enagas ENAGAS		ALBARAN DE ENTREGA DE GNL	
		Nº Albarán : 3165753	
		Fecha : 04/11/2019	
		Nº Pedido : 03000968	
Cargador			
Nombre : ENAGAS TRANSPORTE, S.A.U.		N.I.F. : A85484334	
Dirección : POL. IND. NUEVO PUERTO S/N			
21810 PALOS DE LA FRONTERA (HUELVA)			
Nº	Destinatario	Dirección	Cantidad
Expedidor		Dirección	
1	MOLGAS ENERGIA SAU BIMBO N.I.F. : A81466625	C/ CACTUS, 1-3	18.430 kg
	MOLGAS ENERGIA S.A.U. N.I.F. : A81466625	39519 AGUMES (LAS PALMAS) AVDA. CASTILLA 2 EDIFICIO FRANCIA PTA 2 ESC 2 Nº	
2	HAM CRIOGENICA SL PUERTO TENERIFE N.I.F. : B62776406	28830 SAN FERNANDO DE HENARES (MADRID) TERMINAL DE CARGA RODADA PUERTO TENERIFE MUELLE DE T	970 kg
	MOLGAS ENERGIA S.A.U. N.I.F. : A81466625	38400 SANTA CRUZ DE TENERIFE AVDA. CASTILLA 2 EDIFICIO FRANCIA PTA 2 ESC 2 Nº	
3	N.I.F. :	28830 SAN FERNANDO DE HENARES (MADRID)	kg
	N.I.F. :		
Producto		Calidad	
Denominación	: GAS NATURAL LICUADO	P. C. S.	: 15,294 kWh/kg
Nº de Transporte	: 3165753	P. C. S.	: 11,797 kWh/Nm³
Matrícula Tractor	: 3317KCM	P. C. I.	: 10,630 kWh/Nm³
Matrícula Cisterna	: R3165BDB	Peso Especifico	: 0,7714 kg/Nm³
Transportista	: MOLGAS ENERGIA S.A.U.	Densidad GNL	: 442,7400 kg/m³
NIF Transportista	: A81466625		
Hora de salida de Factoría	: 14:50	Plazo de validez	: 240 horas
Peso del conjunto de transporte cargado		:	39.800 kg
Tara tractor y cisterna		:	20.013 kg
Peso del Gas a transportar		:	19.787 kg
Peso del conjunto de transporte descargado		:	20.400 kg
Peso del Gas entregado		:	19.400 kg
Por delegación del Expedidor actuando en su condición de Cargador		Destinatario	
Firma y sello		Firma y sello	
			

Figure 51. LNG delivery note of November 21, 2017.

6.10. Engine carburetion

6.10.1. Opening the packages

The motor container was transported to Tenerife with some transport protections that were removed by Siemens field technicians. The galvanized steel sheet covering the exhaust gas outlet, the panel room ventilation cover, the engine room ventilation cover, the electrical connection cover, and the gas inlet cover was removed. The plywood covers that protected the gas train, the covers that closed the seawater connections of the cooling circuit, the covers for the intake air or the vent cover of the gas train were also removed.

To this, the Port Authority provided 2 ladders, to access the highest points, and remove the screws from the plates.



Figure 52. Gas outlet protections and seawater connections.



Figure 53. Electrical panel room protection



Figure 54. Removal of protection plates for transport. Gas train protection plates.

6.10.2. Installation of external elements

To complete the installation of the generator set, a series of parts must be assembled. They were sent to Tenerife in the boxes, next to the containers, and the transformer. As these elements exceed the standard dimensions of the 40-foot container, they were removed for transport.

Among the elements that must be installed are:

- Exhaust gas system.
- Intake ducts on the deck.
- Ventilation air inlet module that is installed on the door of the container's panel room.
- Assembling the gas train vent chimney.
- Secondary seawater circuit must also be installed.

For its installation, ladders were used and for the heaviest and most voluminous pieces with the truck crane.



Figure 55. Installation of the exhaust gas system. The grids are part of the ventilation system of the engine room.



Figure 56. Installing the air intake pipes on the deck.

6.10.3. Phases before the first engine start

Before starting the engine, the following items were checked and replaced:

- The engine batteries. Review and fill with 37-38% sulfuric acid / electrolyte and charge it with the external 24V power supply. It should be take care when handling the acid.
- OIL 3040 for the internal circuit. An electric pump and hose were used. Sepiolite or cloths were available for cleaning any type of spillage.
- Primary cooling circuit. Check and fill with coolant (glycol). An electric pump and a hose were used, as for the oil, materials were available to clean up any spillage.

The 200-litre drum of oil, the 1 m3 drum of glycol, and sulfuric acid, has been sent together with the containers, transformer, and boxes of elements of the installation.



Figure 57. Sulfuric acid 37% for engine batteries.



Figure 58. Engine oil can



Figure 59. 1 m³ can of coolant.

6.10.4. Adjusting the carburetion of the engine with a box of resistance

Before starting the pilot test, the engine carburetion must be adjusted with a 1,000-kW resistive box. Different engine parameters must be adjusted, mainly the ignition advance and the air / fuel ratio, to obtain the maximum thermal performance with the minimum emissions. In this way the level of NO_x and CO defined in the exhaust gases is obtained.

Abnormal exhaust emission values can mean different problems, such as:

- Ignition problems, it is due to a high level of oxygen, and is generally associated with high levels of THC (Total Hydrocarbon).
- Power rating is not achieved but emission levels indicate a rich mixture, due to saturated air filters or throttle problems.
- Power rating is not achieved, and emission levels indicate a lean mixture, due to a decarburized engine or problems with the fuel circuit.

Between 9 November and 11 November, the assembly and preparation of the container, and the test execution engine load, was performed. After the pilot tests carried out, the engine was connected to the resistive box to consume the excess gas, loaded at no more than 700 kWe.

7. Pilot

7.1. Results

Two pilot tests were carried out in the port of Tenerife, on November 11 and 18, 2019. The main objective of the pilot, as in the port of Barcelona, was to check the correct operation of the equipment and its ability to supply the 100% of the ship's demand, without the need to keep the auxiliary engines operating. In addition, the emissions of the LNG engine were measured, comparing it with the auxiliary Diesel engines.

On November 9 and 10 and the morning of November 11, 2019, the engine container was assembled and prepared, as well as the execution of the engine idling tests.

The first pilot test on November 11, the generator engine was connected to the ship with the ship's Diesel auxiliaries in operation, which causes the distributing of the load (238 kWe each), until the LNG group generated all the ship's cargo available.

The approximate loads assumed by the LNG group are reflected below. The first phase was 273 kWe. Subsequently, it reached 470 kWe and was maintained with a variable load (390 kWe-470 kWe), for the normal cold demand values of the ship. In a second phase, the bow thruster was driven until reaching a stable load between 550-580 kWe, and finally, a peak load of 700 kWe was applied.

In the second test on November 18, during the connection of the generator to the ship, the emission measurement was carried out by Suardiaz.

During this last day of the pilot, the communication event was held that had an important impact on the local press. Representatives of the port of Tenerife, representatives of Enagás, representatives of Suardiaz, Siemens and HAM participated in this event. The news of the pilot project appeared in written media or on state and local websites (*El Día* and *Diario de avisos*) and specialized media (*Canary ports*).



Figure 60. Pilot of the 11th of November. Set of equipment.



Figure 61. Pilot of the 11th of November. Set of equipment.



Figure 62. Pilot of the 11th of November. Connection of the medium voltage cable to *Monaguillo*.



Figure 63. Pilot of the 11th of November. Connection of the medium voltage cable to *Monaguillo*.



Paradisiaca del puerto de Santa Cruz de Tenerife, 11. 014

Primera prueba para suministrar energía con gas natural licuado

●●● Esta operativa, que es pionera en el Archipiélago y que está incluida en el proyecto Core LNGas Hive, tendrá lugar el lunes 18 de noviembre y se realizará en un buque de la compañía Suardiaz.

El Día, SIC de Tenerife

El puerto de Santa Cruz de Tenerife prepara en estos días la que será la primera prueba piloto de Canarias para suministro de energía eléctrica a buque desde un motor alimentado por gas natural licuado.

Dicha iniciativa se enmarca en las actuaciones visculadas al proyecto Core LNGas Hive seleccionado por la Comisión Europea con el objetivo de desarrollar una cadena logística integrada, segura

y eficiente para el suministro de GNL como combustible en el sector transporte, especialmente marítimo.

El citado piloto tendrá lugar el lunes 18 de noviembre y será un buque de Suardiaz, socio del proyecto, el que reciba el citado suministro. Dicha actuación ya ha sido implementada en los puertos de Barcelona y Vigo, y en esta ocasión estará precedida por la jornada "El GNL como combustible de futuro para el transporte marítimo"

promovida por la Autoridad Portuaria tinerfeña e integrada por diferentes conferencias técnicas impartidas por especialistas en la materia.

Y es que intervendrán en la misma, que se celebrará el viernes 15 de noviembre en la Facultad de Náutica de la Universidad de La Laguna (ULL), representantes de algunos de los principales agentes del sector y socios del proyecto como Enagás, Siemens, Gepsa Gas y Suardiaz.

Entre las materias a tratar se encuentra desde una detallada explicación del motor que se utilizará en la prueba piloto, hasta las modificaciones que han realizado al buque para admitir suministro de electricidad, proceso denominado cold ironing que la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife ha desarrollado con liderazgo entre los puertos nacionales.

Core LNGas Hive es una iniciativa cofinanciada por la Comisión

Europea a través del mecanismo Coconnect Europa, liderada por Puertos del Estado y coordinada por Enagás. Cuenta con 42 socios en España y Portugal de los que ocho son instituciones públicas, trece autoridades portuarias y el resto socios industriales como navieras, operadores de GNL, y proveedores de diferentes servicios dentro de la cadena logística. Cuenta con un presupuesto de 33,3 millones de euros, de los que 24,5 millones corresponden a financiación europea.

Entre la normativa que justifica el proyecto se encuentra la Directiva 2014/94 UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre relativa a la implantación de una infraestructura que establece la obligación de prestación de suministro de LNG en todos los puertos de la Red Trans europea de Transportes en el año 2020.

Pioneros

El puerto de Tenerife es pionero en el suministro de Gas Natural Licuado a cruceros al convertirse, el pasado mes de diciembre de 2018, en la primera instalación de Europa en su categoría en suministrar dicho combustible a un crucero, el *AidaNova*, inicialmente propulsado a gas. La nave regresará al puerto tinerfeño esta temporada 2019-2020.

El GNL es uno de los combustibles más respetuosos con el medio ambiente, ya que genera alrededor de un 30% menos de emisiones de CO₂ que el petróleo y sus derivados. Además, contribuye a la reducción de las emisiones de óxidos de azufre (SOx), partículas (PM) y óxidos de nitrógeno (NOx), lo que permitirá cumplir con la normativa medioambiental, al mejorar la calidad del aire en los entornos portuarios.

Figure 64. News of the event appeared in the newspaper El Día.

8. Conclusions

Between November 5 and 19, 2019, for 2 weeks, the pilot of the EPT1 subactivity of the **Core LNGas hive project, was developed, to supply electricity to the L'Audace vessel** generated by an LNG engine at the dock.

During the 2 days of the pilot, it was possible to provide 100% of the power needs demanded by the ship. The connection between the ship's control panel and the generator made it function as an auxiliary engine during its stopover. Both the LNG filling and the regasification plant functioned correctly without any incident.

A good engine performance was achieved with a gas pressure of 1 bar. The planning of each phase of the installation of the equipment, and the material needs, was essential to ensure that the pilots could be develop on the set dates.

During the last day of the pilot, a communication event was held with the participation of authorities and a visit from the partners, which had a high impact on the national and local press, both written and digital, as well as on local television.

List of Acronyms and Abbreviations

- PASCT: Port Authority of Santa Cruz de Tenerife.
- Cold Ironing: Technique to provide electrical power to docked ships, in this case synonymous with OPS.
- CO: Carbon monoxide
- CO₂: Carbon dioxide
- DN: Nominal diameter, the outside diameter of a pipe. In this case, 80 mm and 63 mm.
- LNG: liquified natural gas
- NO_x: nitrogen oxides
- OPS: Onshore power Supply. Supply of electricity to the ship from the dock during its calls.
- OCA: Authorized control body. Certifying company that inspects the equipment to verify that it complies with the applicable regulations.
- PLC: programmable logic panel. Equipment control panel.
- Reefer: Refrigerated container with temperature control that has a cooling motor. It has a high electrical consumption when it is connected to the electrical system of the ship.
- THC: Total hydrocarbon
- THT: Tetrahydrothiophene.
- Trafo: abbreviation for transformer.

Annex 1

Project technical report

- Proyecto de Baja Tensión para Planta Satélite GNL puerto de Santa Cruz de Tenerife
- Proyecto de Media Tensión para Planta Satélite GNL puerto de Santa Cruz de Tenerife
- Proyecto Planta Satélite GNL en contenedor marítimo



**Autoridad Portuaria
Santa Cruz de Tenerife**



**CORE LNGas
hive**



PROYECTO DE BAJA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

REDACCIÓN DEL PROYECTO:

Jose Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial col. 203

PETICIONARIO:

Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA:

Puerto de Santa Cruz de Tenerife junto a
la Terminal de Carga Rodada (TCR) en
el Muelle de la Ribera.
Tenerife, Canarias, España

FECHA:

Marzo 2019





Memoria Descriptiva



ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES	5
2.- OBJETO DE PROYECTO	5
3.- PROMOTOR, PETICIONARIO Y/O TITULAR DE LA INSTALACION	7
4.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	7
5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN QUE SE PROYECTA	8
6.- PROGRAMA DE NECESIDADES Y SOLUCIÓN ADOPTADA	9
6.1.- PROGRAMA DE NECESIDADES	9
6.2.- PREVISIÓN DE CARGAS	10
6.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA	10
7.- REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN	10
8.- SUMINISTRO DE ENERGÍA	11
9.- CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO GENERADOR PRINCIPAL GNL	11
9.1.- INTERCONEXIONADO ELECTRICO DEL GRUPO ELETROGÉNO GNL	21
11.1.1 PROGRAMA DE NECESIDADES. GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR	21
11.1.2 PREVISIÓN DE CARGAS	21
11.1.3 SOLUCIÓN ADOPTADA	22
11.1.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR	22
11.1.5 LINEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR (LIG)	23
9.2.- LOCAL DE LA UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN	26
10.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	27
11.- OTRAS INSTALACIONES VINCULADAS	27
12.- INFLUENCIAS EXTERNAS	27
13.- ACOMETIDA	28
14.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)	28
15.- INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)	28
16.- LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)	28
17.- EQUIPOS DE MEDIDA (EM)	28
18.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)	28
19.- LINEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR (LIG)	28
20.- DISPOSITIVO DE CONTROL DE POTENCIA	32

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 3 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



21.- DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN (CUADROS)

_____ 32

22.- INSTALACIÓN INTERIOR _____ 32

23.- INSTALACIONES DE USO COMÚN _____ 32

24.- INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA _____ 32

25.- INSTALACIONES EN ZONAS ATEX _____ 32

26.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS HÚMEDOS Y/O MOJADOS _____ 32

27.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE CORROSIÓN _____ 34

28.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN _____ 34

29.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS TEMPERATURA ELEVADA O MUY BAJA 34

30.- INSTALACIONES EN PISCINAS Y FUENTES _____ 34

31.- INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR _____ 34

32.- INSTALACIONES DE MÁQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE _____ 34

33.- INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA _____ 34

34.- INSTALACIONES GENERADORAS DE BT _____ 35

35.- APARATOS DE CALDEO _____ 35

36.- CABLES Y FOLIOS RADIANTES _____ 35

37.- AIRE ACONDICIONADO _____ 35

38.- AGUA CALIENTE SANITARIA _____ 35

39.- CLIMATIZACIÓN _____ 35

40.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MUEBLES _____ 35

41.- INSTALACIÓN DE BAÑERAS DE HIDROMASAJE, CABINAS DE DUCHA Y APARATOS ANALÓGOS _____ 35

42.- SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN _____ 36

43.- PUESTA A TIERRA _____ 36

43.1.- PUESTA A TIERRA DEL GRUPO ELECTRÓGENO _____ 36

43.4.- PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS _____ 37

43.5.- PUESTA A TIERRA DE NEUTRO DE CADA GENERADOR _____ 38

43.6.- CONDICIONES DE PUESTA A TIERRA EN OBRA _____ 38

44.- SISTEMA DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO _____ 38

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Bag. 4 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Descriptiva

45.- EQUIPOS DE CORRECCIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	38
46.- SUMINISTRO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	39
47.- RUIDO	39
47.1.- CARACTERÍSTICAS SONORAS DE LOS GRUPOS	39
47.2.- NIVEL DE RUIDO PERMITIDO.	40
48.- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	41
48.1.- CONTENIDO BÁSICO DE LA LEY 31/1995 DE 8 DE NOVIEMBRE (OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN)	41
48.2.- REAL DECRETO 1627/1997 DE 24 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE ESTABLECEN DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN	42
Seguridad e Higiene en el Trabajo. Señalización de los centros de trabajo (R.D. 485/1997)	42
Anexo I: Disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el lugar de trabajo	43
Anexo II: Colores de Seguridad	44
Anexo III: Señales en forma de panel	45
49.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	47
50.- PLIEGOS DE CONDICIONES	47
51.- ASPECTOS AMBIENTALES	47
52.- PLANOS	47
53.- PLAZO DE PUESTA EN MARCHA	48
54.- PRESUPUESTO	48

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 5 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

1.- ANTECEDENTES

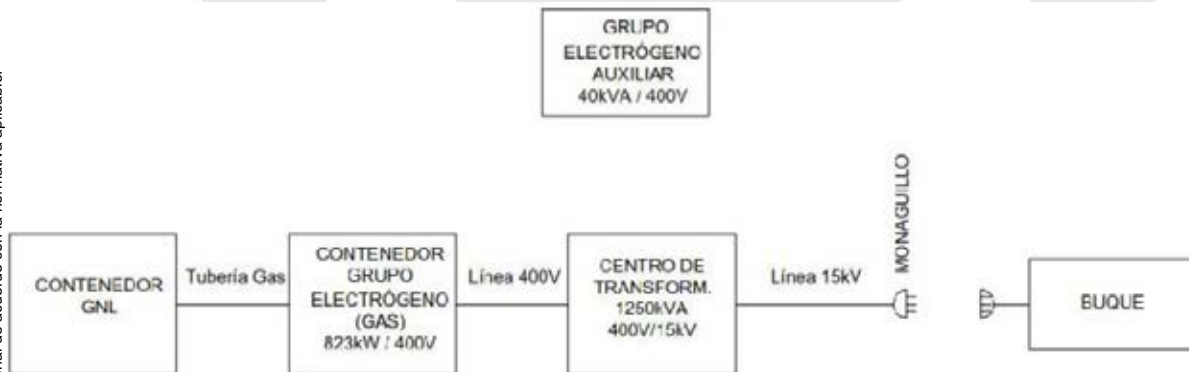
La Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife desea definir los requerimientos mínimos que debe de cumplir la implantación de los diferentes equipos que componen una Unidad Móvil de Generación de energía eléctrica con alimentación por GNL para el suministro eléctrico desde tierra a buques.

Esta planta será una planta piloto, dentro del proyecto Core LNGas hive, dentro del programa de reducción de combustibles contaminantes y su sustitución por combustibles más limpios, como el GN; de esta forma se reduce la dependencia del petróleo y de las emisiones al medio ambiente.

El sistema de generación eléctrica a gas natural proporcionará la energía eléctrica necesaria para mantener funcionando variedad de equipos a bordo del buque mientras este está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de sus generadores diésel.

La instalación se compondrá de los siguientes equipos y componentes principales:

- Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL.
- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural (Grupo
- Electrógeno principal).
- Grupo electrógeno auxiliar para alimentar sistemas auxiliares.
- Instalaciones de interconexión auxiliares: mangueras de GN y GNL, depósito gasoil para el grupo electrógeno auxiliar, etc.
- Línea de interconexión BT (400V)
- Centro de Transformación Elevador (400V/15kV)
- Línea de interconexión MT (15kV)
- Toma de corriente tipo "Monaguillo" (15kV) para conexión del buque.

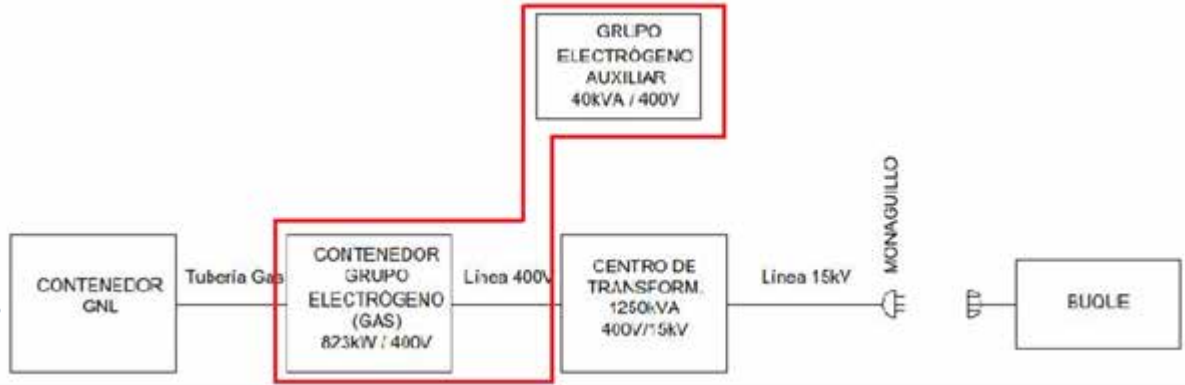


2.- OBJETO DE PROYECTO

En el apartado anterior se muestra la totalidad del sistema móvil, pero es necesario indicar que en este documento se describirá la instalación del:

- **Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural. (Grupo generador de 823 kW)**
- **Grupo electrógeno de alimentación auxiliar.**
- **Instalación eléctrica de Baja Tensión**

No siendo objeto del mismo, el sistema de GNL, el centro de transformación, ni la instalación de MT, es decir, el objeto de este proyecto será:



NOTA: La obra se realizará en una sola fase, aunque su redacción se ha recogido en 3 proyectos diferentes:

- Proyecto Planta Satélite De GNL en Contenedor Marítimo
- Proyecto de Baja Tensión para satélite GNL Puerto de Santa Cruz de Tenerife
- Proyecto de Media Tensión para Planta Satélite GNL Puerto De Santa Cruz De Tenerife

Esto se ha realizado de esta manera dada la diferencia de contenidos de cada uno de ellos y para facilitar la legalización de cada parte. Como se ha indicado en este proyecto se reflejará sólo la parte de Baja Tensión.

Sabiendo esto, en este documento no se pretende definir las características técnicas de cada uno de los elementos del sistema, ya que, esta será aportada por sus respectivos fabricantes, e incluida en este documento.

El objeto de este escrito es documentar el cumplimiento de las condiciones técnicas necesarias para la instalación, implantación e interconexión para realizar y usar la instalación en condiciones de seguridad y la justificación del cumplimiento de la normativa vigente.

En este caso, queda fuera del alcance de presente proyecto la implantación de la unidad en otra ubicación o la implantación de otros equipos o instalaciones que no estén descritos en presente proyecto y/o que no sirvan para el funcionamiento propio de la unidad.

Quedan igualmente excluidas de la presente descripción y certificación las instalaciones eléctricas de alimentación al buque situadas a continuación del elemento denominado "monaguillo", que es el último elemento que se ubica en tierra, ya que a partir de este punto serán de aplicación de reglamentación para equipos de uso navío

Por este motivo, se encarga al Técnico que suscribe, la redacción del presente proyecto, en el que se exponen los datos de la obra a realizar, describiéndola, definiendo los cálculos necesarios y demás características técnicas para la ejecución de la misma.

Descriptiva

Además, con la presentación de este proyecto y demás documentación necesaria se pretende obtener los oportunos permisos técnicos y administrativos de las entidades y organismos oficiales para la legalización de dicha instalación.

3.- PROMOTOR, PETICIONARIO Y/O TITULAR DE LA INSTALACION

Se estudia y se redacta este anteproyecto a petición de:

Razón Social:	Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, S.A.
CIF:	Q3867002B
Dirección:	Av. Francisco La Roche, 49, 38801, Santa Cruz de Tenerife
Contacto:	922 60 54 87

4.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La instalación estará situada en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife junto a la Terminal de Carga Rodada (TCR) en el Muelle de la Ribera cuya dirección es **Av. Francisco La Roche, 49, 38801, Santa Cruz de Tenerife**

En la siguiente imagen se muestra concretamente la situación de la obra. Para mayor detalle, ver los planos.



Coordenadas UTM:
 - 28R
 - 378170.12 m E

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 8 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



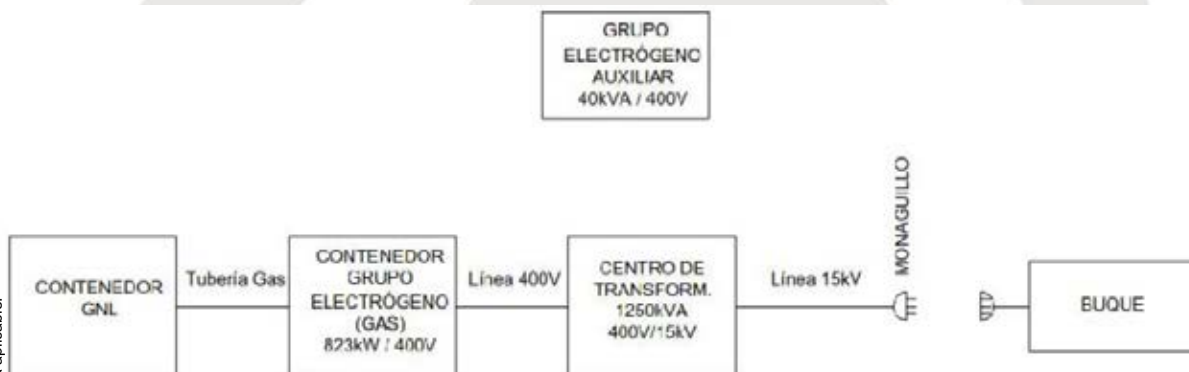
- 3150441.78 m N

5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN QUE SE PROYECTA

Como sea indicado, la unidad móvil de generación de energía eléctrica con alimentación de GNL para suministro de energía a buque desde tierra se compondrá de los siguientes equipos y componentes principales:

- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural. (Grupo electrógeno principal)
- Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL.
- Centro de Transformación Elevador (400V / 15kV).
- Grupo electrógeno auxiliar para alimentar sistemas auxiliares.
- Instalaciones de interconexión auxiliares: mangueras de GN y GNL, depósito gasoil para el grupo electrógeno auxiliar, etc.
- Línea de interconexión BT (400V)
- Instalaciones de interconexión MT (15 kV)
- Toma de corriente tipo “Monaguillo” (15 kV) para conexión del buque.

De manera esquemática:



El sistema estará formado por 4 estructuras principales:

- Contenedor de GNL (contenedor de 40 pies)
- Contenedor de Grupo Electrónico principal (contenedor de 40 pies)
- Grupo electrógeno auxiliar
- Centro de transformación

El GNL se trasegará mediante un equipo dotado de bomba criogénica y a través de una manguera de líquido entre la cisterna y el depósito (no habrá conexión de la fase gas entre la cisterna y el depósito).

El motor y los dos depósitos de GNL se colocarán en 2 contenedores de 40 pies cada uno, que estarán sobre muelle. En uno de los contenedores se ubicará el sistema del motor de GN, y en el otro contenedor se ubicarán los dos depósitos de 5 m³ cada uno.

En el contenedor de GNL se ubicarán dos depósitos de 5m³ cada uno. Uno se llenará de GNL y segundo se usará como reservorio de presión (GN), el cual servirá de respaldo y para equiparar las

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 9 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Descriptiva

presiones en ambos depósitos. Además, dentro del mismo contenedor existe un sistema de vaporización.

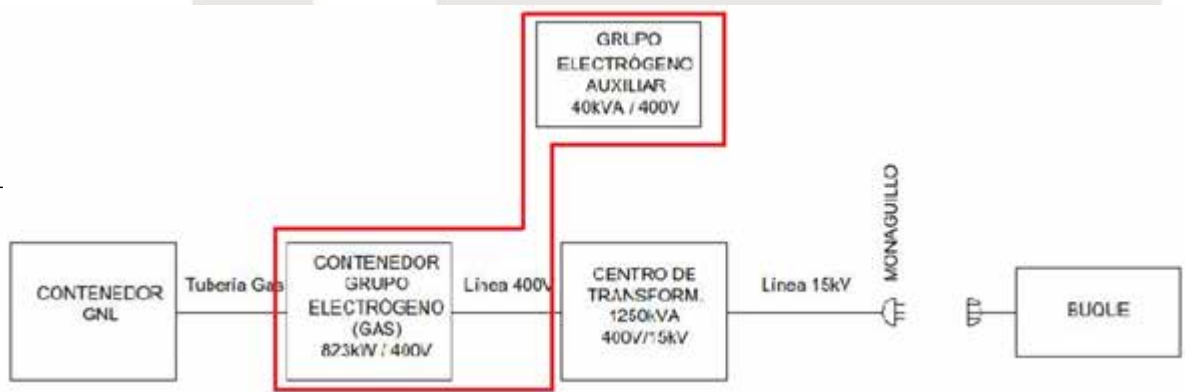
La Unidad Motor-Alternador estará ubicada en su propio contenedor. Este contenedor se alimentará de gas natural procedente del contenedor vecino de GNL y enviará la energía generada a 400V al Centro de Transformación a través de cable tipo XZ1-K (cable especial para servicios móviles de BT), el cual elevará la tensión a 15kV y conectará con el monaguillo mediante cable con aislamiento con goma 3GI3 y cubierta de PVC (cable especial para servicios móviles de MT).

Además de la unidad motor-alternador principal, existirá un grupo electrógeno auxiliar para proporcionar electricidad al generador principal y sistemas de control de los depósitos.

Además de la unidad motor-alternador principal, existirá un grupo electrógeno auxiliar para proporcionar electricidad al generador principal y sistemas de control de los depósitos.

Retomando lo indicado en el objeto del proyecto, en este proyecto se definirá la instalación de BT, es decir:

- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural. (Grupo generador de 823 kW)
- Grupo electrógeno de alimentación auxiliar.
- Instalación eléctrica de Baja Tensión



6.- PROGRAMA DE NECESIDADES Y SOLUCIÓN ADOPTADA

6.1.- PROGRAMA DE NECESIDADES

Como se ha indicado anteriormente, se necesita un sistema que proporcione la energía eléctrica necesaria para mantener funcionando variedad de equipos a bordo de un buque mientras este está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de sus generadores diésel.

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 10 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado es la conformidad y acreditación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



6.2.- PREVISIÓN DE CARGAS

En este caso no se realizará una previsión de carga ya que la instalación no se encuentra recogida en ninguna de las categorías indicadas en la ITC-BT-10, sino que se calculará la instalación para la máxima capacidad del grupo generador GNL disponible, es decir, **823kW**, puesto que el alternador del grupo es el alternador LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6, que proporciona una potencia eléctrica máxima de 823kWe a $\cos\phi=1$ generando dicha potencia a una tensión de 400Vca y a 50Hz de frecuencia.

6.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA

De acuerdo a la demanda necesaria para alimentar eléctricamente a la variedad de equipos del buque mientras esté atracado, se opta por instalar un **Grupo Motogenerador**, formado por un **motor SIEMENS modelo SGE-56SL**, alimentado a Gas Natural y alternador **LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6** unidos en una bancada metálica, diseñados para proporcionar una potencia eléctrica máxima de **823 kWe a $\cos\phi=1$** generando dicha potencia a una tensión de 400Vca y a 50Hz de frecuencia.

El grupo electrógeno enviará la energía generada a 400 V al Centro de transformación elegido de 1250kVA (1000kW) por lo que permitirá la transformación de 823kW con holgura y cubriendo la demanda de energía eléctrica necesaria para mantener funcionando variedad de equipos a bordo del buque.

7.- REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN

Esta instalación se ha proyectado de acuerdo con la reglamentación siguiente:

- **Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto**, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (en adelante REBT'02) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC).
- **Guía Técnica de aplicación** al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- **Decreto 141/2009, de 10 de noviembre**, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- **Orden de 13 de julio de 2007**, por la que se modifica el anexo IX "Guía de contenidos mínimos en los proyectos de instalaciones receptoras de BT", del Decreto 161/2006, de 8 de noviembre, que regula la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- **Norma Europea UNE 12464.1** sobre iluminación para Interiores
- **RoHS Directiva 2002/95CE**: Restricciones de la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- **Norma UNE-EN 60617**: Símbolos gráficos para esquemas.
- **Norma UNE 21144-3-2**: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
- **Ordenanza Municipal de Protección del Medio Ambiente frente a Ruidos y Vibraciones** del Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife

- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre**, de prevención de riesgos laborales; modificaciones por Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- **Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre**, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.
- **Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos** relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma UNE 12464.
- **Normas UNE** declaradas de obligado cumplimiento.
 - UNE 60210 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)
 - UNE 60670 Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bares
 - UNE 60079 Atmósferas explosivas
 - UNE 60228 Conductores de cables aislados
 - UNE 60332 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
 - UNE 60332 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
 - UNE 60364 Instalaciones eléctricas de baja tensión
 - UNE 60529 Grados de protección proporcionados por las envolventes
 - UNE 62305 Protección contra el rayo

8.- SUMINISTRO DE ENERGÍA

La energía eléctrica en baja tensión será suministrada por el grupo generador, cuyas características de suministro son:

Tensión nominal: 230V / 400V
Frecuencia nominal: 50 Hz
Servicio: Instalación aislada
Tipo de régimen de neutro: TT

9.- CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO GENERADOR PRINCIPAL GNL

El grupo generador no tendrá conexión con la Red de Distribución Pública, por lo que según la ITC-BT-40 del REBT, la instalación de dicho grupo está clasificada como "Instalación aislada".

El grupo estará dispuesto en una zona de acceso restringida con protección mediante vallado, permitiendo el paso solo al personal cualificado. Se ubicará en el interior de un contenedor y formado por los siguientes componentes principales:

1.1.1.- Grupo Motogenerador

Formado por motor Siemens modelo SGE-56SL alimentado a Gas Natural y alternador Leroy Somer modelo LSAM50.2 M6 unidos en una bancada metálica, diseñados para proporcionar una potencia eléctrica máxima de 823 kWe a $\cos\phi$ 1 generando dicha potencia a una tensión de 400 V.c.a. y a 50hz de frecuencia.

1.1.2.- Cuadro de Control y Potencia

Para control, maniobra y seguridad de todos los componentes del suministro mediante un automatismo dedicado, interruptor de protección del generador. Está formado por 1 módulo con un interruptor de potencia y de 2 cuadros más pequeños para el control del motor y de los servicios auxiliares propios del contenedor comunicados entre sí e instalados en un recinto específicamente preparado para este fin. El módulo de potencia está destinado a albergar principalmente el interruptor de potencia del grupo y está destinado para realizar protección eléctrica del grupo, mientras que uno de los cuadros alberga el control de los servicios auxiliares y el otro incluye un controlador dedicado para el control propio del grupo.

En el panel frontal del módulo de control se encuentra la pantalla táctil de interface del usuario con la máquina. Y a través de ella se accede a la visualización y control de los parámetros de la instalación.

1.1.3.- Rampa de gas

El combustible llegará al sistema de alimentación del motor a través de un conjunto de elementos de acondicionamiento y seguridad para gas. A la rampa se le deberá aportar combustible en las condiciones adecuadas.

Los principales componentes son:

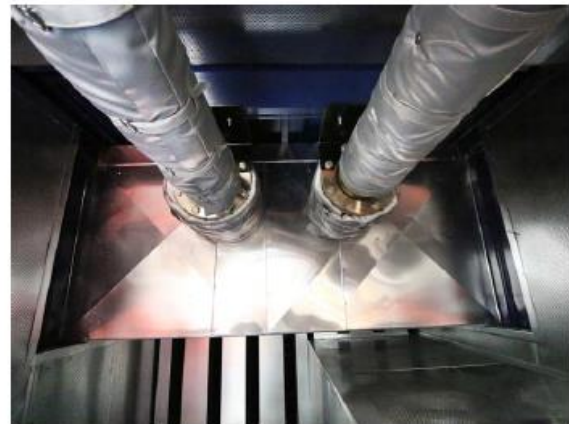
- Válvula manual de corte de combustible, a instalar fuera del contenedor
- Filtro de partículas
- Regulador
- Válvulas solenoides
- Control de fugas y control de estanqueidad
- Manómetros, termómetros, válvulas de pulsador, etc...

Esta rampa de gas está situada en un hueco/armario específico para ella, adecuadamente ventilado, ubicado en un lateral del contenedor, como se muestra a continuación.



1.1.4.- Circuito de los Gases de escape

En él se instala un silencioso, que atenuará el nivel acústico producido por los gases de escape a su salida del motor. Este silencioso está ubicado en el interior del propio contenedor.



1.1.5.- Contenedor

El contenedor, que está insonorizado, alberga todos los componentes anteriormente descritos, y según el alcance más completo que se verá posteriormente.

Está dividido en 3 zonas en función de los equipos / funciones a desarrollar.

- La sala de cuadros de control, servicios auxiliares y protección, principalmente destinada a ubicar los cuadros mencionados, y que se encuentra en un extremo del contenedor, y al que se accede para maniobras desde el exterior a través de una puerta de 2,10m de altura libre.

El de los cuadros está dotado de ventilación inducida. El armario de la rampa dispone de ventilación natural. Dispone de alumbrado normal y de emergencia.



- La sala del grupo generador; es el volumen del contenedor, considerado como tal. En ella se ubica el grupo motor-alternador, el depósito de aceite y otros accesorios; tales como sistema de refrigeración. Dispone de 2 zonas de acceso a la sala motor, con diferentes puertas dobles de 2,5 de altura aproximadamente, que permite acceso para mantenimiento, reparación o sustitución de cualquier componente de los equipos integrados. El recinto del grupo está dotado de una ventilación forzada. Tal y como se ha comentado anteriormente, en el techo del interior de la sala del grupo de generación, se instalará el silencioso de gases de escape. Todo el conjunto de elementos esta calorifugado, para evitar riesgos de quemaduras a los operarios que deban acceder a la zona. La instalación se deberá terminar con un conducto de escape (pico de pato), colocado en el lateral exterior de salida de los gases de escape. Igualmente se evitarán las aristas metálicas vivas que pueden producir cortes y heridas al personal



- Armario lateral, abierto solamente al exterior con puerta de rejilla, en cuyo interior se coloca la rampa de gas.

La cubierta del contenedor en ningún caso se trata de una cubierta transitable ni para montaje del equipamiento ni para operaciones de mantenimiento que pueda estar programado. Cuando sea preciso acceder a la cubierta, deberá hacerse mediante medios de elevación mecánicos auxiliares.

1.1.6.- Sistema de refrigeración

Formado por intercambiadores de placas, uno para Alta temperatura y otro para Baja temperatura, que con la ayuda de las bombas conseguirán la refrigeración del motor gracias al agua marina que circulará por el circuito secundario de dichos intercambiadores.



VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 16 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Estos equipos, así como el resto de elementos necesarios para la correcta circulación y calidad del agua, tal y como se ha mencionado en el punto anterior, van integrados en el contenedor y conectados hidráulica y eléctricamente (aquellos que así lo precisen para su funcionamiento), a las tuberías de refrigeración y al cuadro de control y potencia.

1.1.7.- Sistemas de seguridad

El contenedor está dotado de un sistema de seguridad que contempla tanto la detección de incendio, como de detección de gas.

1.2. DESCRIPCIÓN MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL GRUPO CONTENERIZADO

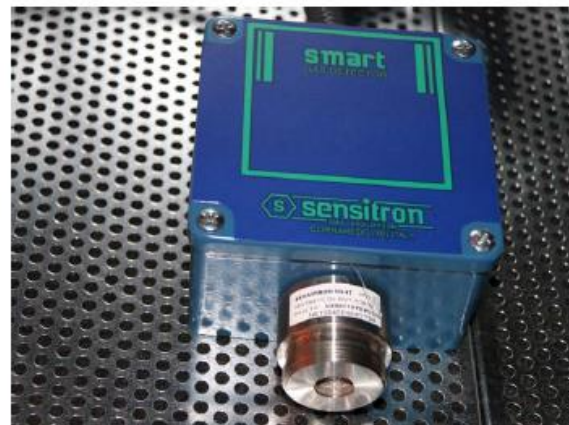
1.2.1.- Sistema de detección de gas

El grupo contenerizado utiliza Gas Natural como combustible. En un funcionamiento normal el gas estará confinado dentro de las tuberías y equipos diseñados para tal fin, pero cabe la posibilidad de que en situaciones anómalas de funcionamiento se produzcan fugas de gas. Previendo dicha eventualidad el contenedor se ha diseñado de tal forma que no se puedan formar atmósferas explosivas con peligro de deflagración en su interior. Se han incluido los siguientes elementos de diseño persiguiendo este objetivo:

- La rampa de gas se ha ubicado en la zona exterior del contenedor, de tal forma que eventuales fugas en este equipo sean venteadas a la atmósfera. No obstante, este recinto dispone de un detector de gas para evitar que se formen atmósferas explosivas.
- En otras zonas del contenedor no es posible el diseño abierto a atmósfera, se forma, por tanto, un volumen cerrado del contenedor con posible presencia de gas en caso de fuga; éste se identifica como la sala del motor, y cuenta con equipo de ventilación capaz de renovar el aire evitando la formación de concentraciones de gas. Además, la sala del motor está dotada con un sistema de detección de gas, compuesta por 1 sensor capaz de detectar varios niveles de concentración de gas, siempre por debajo del LEL (límite inferior de explosividad). Esto permitirá la detección de fugas antes de que se alcancen concentraciones peligrosas de gas y que se lleven a cabo acciones correctoras.
- La sala de cuadros no tiene peligro de presencia de gas, pues no está en contacto directo con el gas, no obstante, dispone igualmente de un detector de gas, por seguridad.
- Las maniobras de seguridad están diseñadas de tal forma que en caso de detección de presencia de gas en el ambiente se llevarán a cabo una serie de acciones automáticas destinadas a impedir la formación de atmósferas explosivas (ventilación, corte del gas), así como de prevenir una eventual explosión.

El sistema de detección está formado por los siguientes elementos:

- Detector de fugas de gas en la sala del motor generador:



Descriptiva

- Detector de fugas de gas en la sala de control:



- Detector de fugas de gas en el armario de la rampa de gas:



En caso de detectarse el nivel de alarma, aunque todavía estemos lejos del nivel considerado susceptible de generar una atmósfera explosiva consideramos que la fuga de gas es suficientemente peligrosa, por lo que se produce una parada inmediata del grupo moto-generator y todos sus periféricos.



Centralita de gas

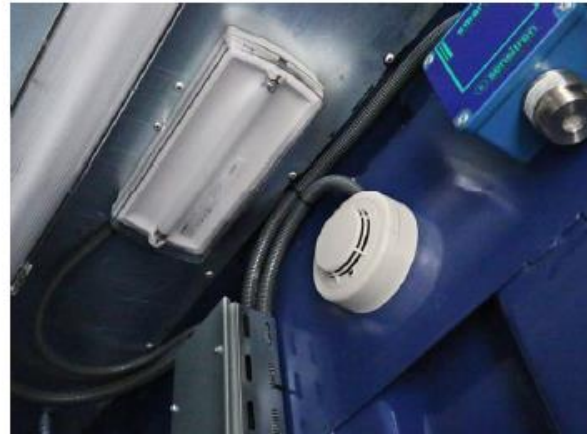
VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 18 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

- Detector de humos en la sala del motor generador:



- Detector de humos en la sala de control:



- Detector de humos en el armario de la rampa de gas:



VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 19 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

1.2.3.- Paradas de emergencia

Existen dos setas de emergencia dentro del contenedor, junto al cuadro de control y en la caja AC.GS.G60 sobre motor, ambas accesibles; la primera al entrar en la sala de control y la segunda al abrir las puertas del lateral izquierdo a la sala de acceso al motor.

La activación de las setas de emergencia está diseñada para detener, en una situación de emergencia, el equipo principal del grupo contenerizado; el grupo moto-generador.



1.2.4 Acceso al contenedor

La entrada al contenedor es únicamente para personal autorizado.

La entrada principal del contenedor se encuentra en el lateral que limita la sala de control. Desde ahí se accede a la sala de gestión y gobierno del equipo, que es el espacio habilitado para la operación del grupo cuando esté en funcionamiento. Deberá estar siempre cerrada con objeto de permitir el correcto funcionamiento de los medios de seguridad.

La **sala del motor** no es un espacio acondicionado para la estancia y el trabajo continuo de los operarios. Para el acceso a ella se han diseñado dos portones laterales a cada lado del contenedor.

En situaciones que requieran una presencia del operario dentro de dicha sala, como operaciones de mantenimiento, es necesario por razones de seguridad y de ergonomía **que se abran los portones laterales** y se sujeten con los enganches de seguridad. Este requerimiento debe respetarse especialmente en caso de trabajos prolongados y a realizar en la parte más alejada del acceso principal.

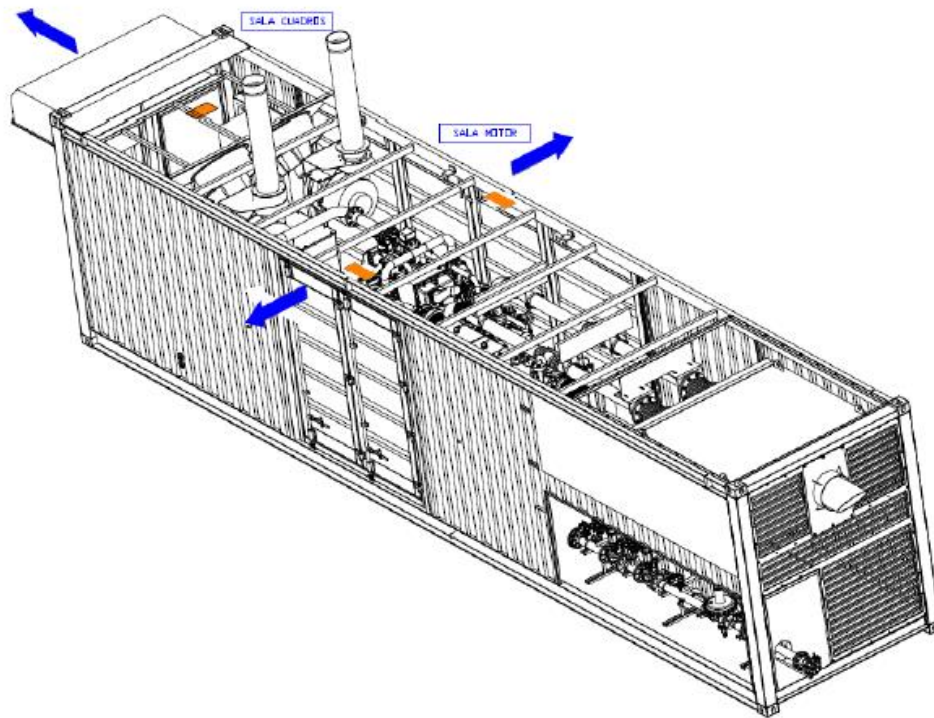


VISADO TF29197/00
 FECHA 18-03-2019
 Pag. 20 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Descriptiva

Para cuando se deba proceder al mantenimiento, a continuación se indican las luminarias de emergencia existentes y las salidas del contenedor.



Rutas de evacuación e iluminación de emergencia

1.3 Ventilación

- Sala motor

La entrada de aire se hace de manera forzada mediante la utilización dos ventiladores, colocados en la sala motor junto a la sala de control.



La salida se realiza por sobrepresión por el frente opuesto a la entrada.

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 21 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

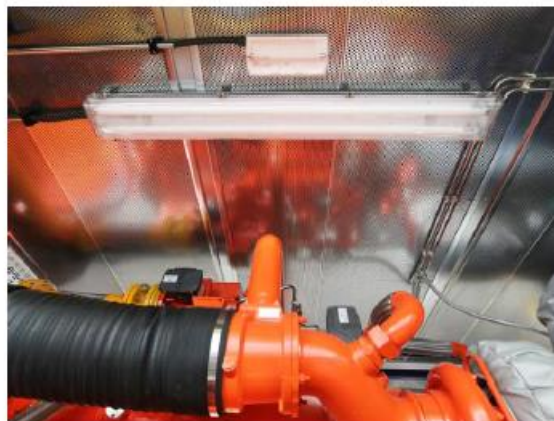
- Sala de cuadros

La entrada de aire se hace de manera forzada mediante la utilización dos ventiladores, colocados en la sala motor junto a la sala de control.



1.4 Iluminación de la máquina

El interior del contenedor está dotado de iluminación, tanto alumbrado como emergencia.



9.1.-INTERCONEXIONADO ELECTRICO DEL GRUPO ELETROGÉNO GNL

11.1.1 PROGRAMA DE NECESIDADES. GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR

Para que el grupo generador GNL pueda arrancar y operar de forma continua y segura durante su operación, los equipos eléctricos del contenedor se alimentarán a través de la siguiente fuente de alimentación:

Alimentación a 400Vac desde un GRUPO ELECTRÓGENO AUXILIAR. Para abastecer eléctricamente a los servicios auxiliares del grupo generador interiores del contenedor (bombas, ventiladores, centralita de incendio, gas, iluminación, extractor) será necesario la alimentación a través de un grupo electrógeno auxiliar, cuyas especificaciones se mostrarán a continuación.

11.1.2 PREVISIÓN DE CARGAS

En base a la información facilitada por el cliente receptor del presente proyecto, los servicios auxiliares necesarios (bombas, ventiladores, centralita de incendio, gas, iluminación, extractor) para el funcionamiento propio del grupo generador de combustible Gas Natural, demandarán un consumo simultáneo de **14 kW** en baja tensión.

No obstante, en este caso no se realizará una previsión de carga ya que la instalación no se encuentra recogida en ninguna de las categorías indicadas en la **ITC-BT-10**, por lo que se utilizará para la justificación de la instalación entre el grupo electrógeno auxiliar y el grupo generador de GNL la máxima potencia que puede proporcionar el grupo electrógeno auxiliar de **32 kW**.

11.1.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la alimentación eléctrica de este consumo, se procederá a instalar un grupo electrógeno auxiliar que generará la energía eléctrica en baja tensión y así cubrir la demanda de los 14 kW de servicios auxiliares de los equipos eléctricos interiores del contenedor.

Dicho grupo electrógeno seleccionado es de gasoil de capota insonorizado, marca **EUROPA/ QAS 40 ST3** de las siguientes características principales:

- Potencia máxima prevista 32 kW
- Factor transitorio de arranque 1,25
- Factor de potencia (cosφ) 0,80
- Factor de pérdida por encapsulado 1,20
- Potencia del generador 40 kVA
- Marca/modelo GRUPOS ELECTROGENO EUROPA/ QAS 40 ST3

11.1.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR

DATOS TÉCNICOS		QAS 14	QAS 20	QAS 30	QAS 40	QAS 60
Datos eléctricos						
Frecuencia nominal (1)	Hz	50 60	50 60	50 60	50	50 60
Tensión nominal (2)	V	400 480	400 480	400 480	400	400 480
Potencia continua (PRP)	kVA / kW	13,6 / 11 16 / 13	20 / 16 24,3 / 19,5	30 / 24 36 / 29	40 / 32	60 / 48 67 / 54
Potencia en stand-by nominal (ESP)	kVA / kW	15 / 12 17,6 / 14,3	22 / 18 27 / 21,5	33 / 26 40 / 32	44 / 35	66 / 53 74 / 59
Factor de potencia cos φ		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Intensidad nominal (PRP)	A	19,6 19,3	29 30	43,3 43,6	57,8	86,8 81,2
Capacidad de carga en un solo paso (G2) conforme a ISO-8528/5	%	100	100	100	77	85 95
Consumo de combustible						
Capacidad del depósito de combustible (estándar/ depósito de combustible de gran autonomía)	l	115	115	92 / 282	92 / 282	149 / 298
Consumo al 100% de carga PRP	l/h	3,5 4,3	4,9 5,3	7 8	9,5	14 17
Autonomía de combustible a plena carga (estándar/ depósito de combustible de gran autonomía)	h	33 26,7	23,5 21,5	13,2 / 37 11,5 / 32,2	9,7 / 27	10 / 20 7,5 / 16,5

VISADO TF29197/00
 FECHA 18-03-2019
 Pag. 23 de 194
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Motor								
Modelo (UE Stage 3A / UE Stage 2 (3))		KUBOTA D1703M	KUBOTA V2403M-BG	KUBOTA V3300DI	KUBOTA V3800DI	PERKINS 1104D-44TG3 1104D-44TG2	PERKINS 1104D-E44TAG1	PERKINS 1104D-E44TAG2
Velocidad	r.p.m.	1500 1800	1500 1800	1500 1800	1500	1500 1800	1500 1800	1500 1800
Potencia para uso continuo (con ventilador)	kW _m	12,8 15,1	18,8 22,1	27 30,7	38	56,3 60	71,2 82	88,6 100
Aspiración		Aspiración natural	Aspiración natural	Aspiración natural	Turbocargador	Turbocargador con intercooler	Turbocargador con intercooler	Turbocargador con intercooler
Control de velocidad		Electrónico	Electrónico	Electrónico	Electrónico	Mecánico/ electrónico	Electrónico	Electrónico
Número de cilindros		3	4	4	4	4	4	4
Refrigerante		Parcool	Parcool	Parcool	Parcool	Parcool	Parcool	Parcool
Volumen inscrito	l	1,7	2,4	3,3	3,8	4,4	4,4	4,4

Alternador								
Modelo		LEROY SOMER LSA 40 S3	LEROY SOMER LSA 40 M5	LEROY SOMER LSA 42,3 VS3	LEROY SOMER LSA 42,3 S5	LEROY SOMER LSA 42,3 L9	LEROY SOMER LSA 44,3 S3	LEROY SOMER LSA 44,3 S5
Potencia de salida nominal (ESP 27 °C)	kVA	16,5 20	22 27	35 42,4	45	66 79,5	88 105	110 131
Grado de protección / clase de aislamiento		IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H	IP 23 / H

Nivel sonoro								
Nivel de sonoro (LwA)	dB(A)	86 90	88 92	91 93	91	89 93	91 95	91 95
Potencia acústica (LpA) a 7 m.	dB(A)	58 62	60 64	63 65	63	61 65	63 67	63 67

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 24 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

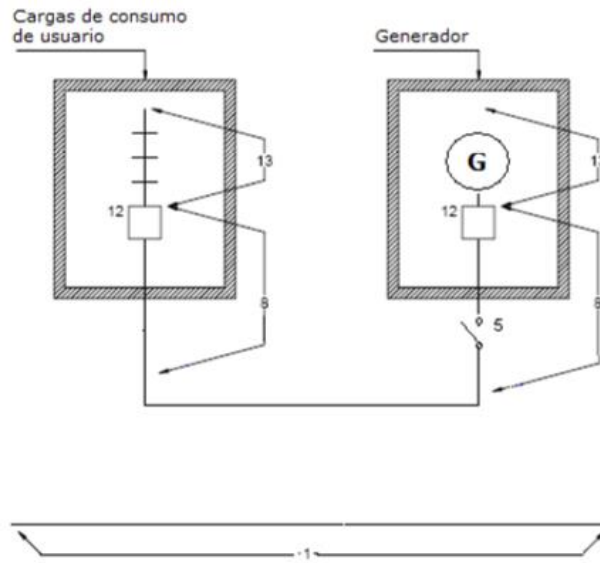
DIMENSIONES Y PESO

Dimensiones y peso		QAS 14	QAS 20	QAS 30	QAS 40	QAS 60	QAS 80	QAS 100
Dimensiones: (largo x ancho x alto)	mm	1780 x 870 x 1200		2100 x 950 x 1200		2260 x 1050 x 1430	2850 x 1100 x 1620	
Dimensiones: con depósito de combustible opcional de gran autonomía	mm	*		2100 x 950 x 1500		2260 x 1050 x 1570	2850 x 1100 x 1740	
Peso: seco/húmedo	Kg	651 / 750	696 / 795	917 / 996	962 / 1041	1305 / 1433	1767 / 1982	1777 / 1992
Peso: con depósito de combustible opcional de gran autonomía	Kg	*	*	998 / 1241	1043 / 1286	1368 / 1624	1847 / 2356	1857 / 2366

El grupo electrógeno auxiliar será de alquiler y se situará a la intemperie próximo al grupo generador de GNL y fuera del área de riesgo de incendio y explosión, tal y como se observa en los planos.

11.1.5 LINEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR (LIG)

Según la ITC-REBT-40, el esquema que seguirá este tipo de instalaciones será el siguiente:



Esquema 1

Leyenda para instalaciones receptoras

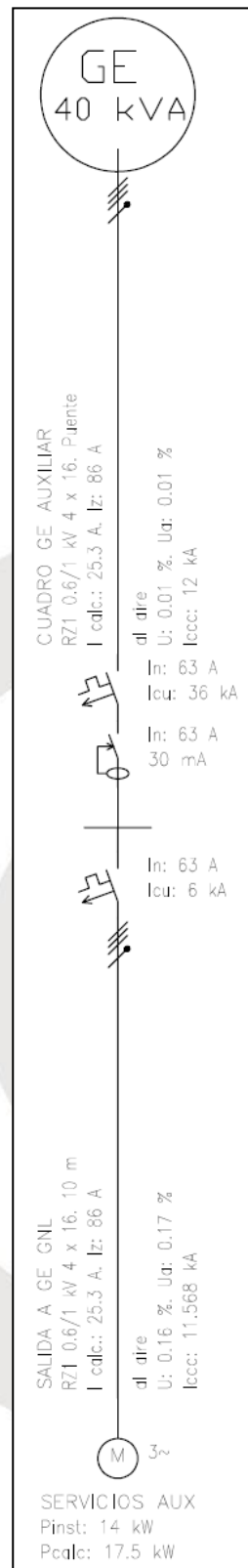
- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja general de protección (CGP)
- 4 Línea general de alimentación (LGA)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Derivación individual (DI)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).
- 13 Instalación interior
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)

Leyenda para instalaciones generadoras

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja General de Protección (CGP)
- 4 Línea General de conexión (LGC)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Línea Individual del generador (LIG)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)
- 13 Equipo generador-inversor (GEN)
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)
- 15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
- 16 Tramo de la conexión privada (TCP)

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 25 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

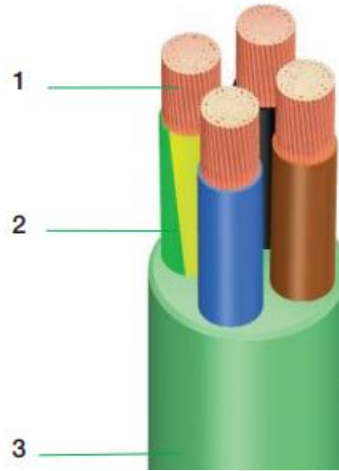


Las protecciones en el grupo serán las siguientes:

A la salida del grupo se dispondrá de un interruptor magnetotérmico tetrapolar de curva C de 63 amperios y mediante una toma CETAC de 63A y a través del cable a emplear del tipo RZ1-K (AS) de tensión asignada 0,6/1kV, con conductor de cobre flexible clase 5, indicado para derivaciones individuales, aislamiento polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 y cubierta poliolefina termoplástica (1)

CONSTRUCCIÓN:

- 1.- **CONDUCTOR:**
Cobre flexible clase 5 para instalación fija (-K).
- 2.- **AISLAMIENTO:**
Polietileno reticulado (R).
- 3.- **CUBIERTA:**
Polioléfina termoplástica ignífuga, libre de halógenos (Z1).



La LIG es de cable **RZ1-K (AS) 0.6/1 kV 4x16 mm²**, siendo idónea para dicha instalación, puesto que alimentará eléctricamente a los sistemas auxiliares del grupo generador de combustible de Gas Natural y estará totalmente protegida. Las conexiones a los equipos disponen de prensaestopas adecuados para ambientes exteriores. La línea se instalará en superficie, bajo **bandeja lisa UNEX 60x100 con tapa superficiales**, dado el tipo de cable que se instalará (especial para instalaciones móviles e intemperie).

De acuerdo con lo dispuesto en el ap 5.2 de la ITC BT 33 “Con el fin de evitar el deterioro de los cables, éstos no deben estar tendidos en pasos para peatones o vehículos. Si tal tendido es necesario, debe disponerse protección especial contra los daños mecánicos y contra contactos con elementos de construcción”.

En este caso, los cables no estarán tendido en el paso de peatones o vehículos, por lo que la protección especial no es exigible

9.2.-LOCAL DE LA UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN

Locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico son aquellos que se destinan a la explotación de instalaciones eléctricas y, en general, solo tienen acceso a las mismas personas cualificadas para ello. Se considerarán como locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico: los laboratorios de ensayos, las salas de mando y distribución instaladas en locales independientes de las salas de máquinas de centrales, centros de transformación, etc.

En este caso, aunque la instalación se encuentre a la intemperie, se haya en un emplazamiento en zona vallada que solo permitirá el paso al personal cualificado. Así como el centro de transformación se encontrará en su correspondiente envolvente, lo demás se ubicará en contenedores cerrados.

Por tanto, se considera que, en estos locales o emplazamiento, se cumplirán las siguientes condiciones:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.
- El acceso a estos locales deberá tener al menos una altura libre de 2 metros y una anchura mínima de 0,7 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.
- Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de

Descriptiva

1,10 metros. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre equipos eléctricos instalados enfrente unos de otros, será como mínimo de 1,30 metros.

– El pasillo de servicio tendrá una altura de 1,90 metros, como mínimo. Si existen en su parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 metros.

– Solo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.

– Los locales que tengan personal de servicio permanente, estarán dotados de un alumbrado de seguridad.

– Los locales que estén bajo rasante deberán disponer de un sumidero.

– Los conductos de salida de los gases de combustión serán de material incombustible y evacuarán directamente al exterior o a través de un sistema de aprovechamiento energético.

– Los locales donde estén instalados los motores térmicos, cualquiera que sea su potencia, deberán estar suficientemente ventilados, es decir, que asegure que no se producen acumulaciones de sustancias tóxicas en el ambiente ni se generan atmósferas potencialmente explosivas

La instalación cumple con lo exigido.

10.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

No es objeto de este proyecto.

No obstante, se menciona que para la distribución de la energía eléctrica generada por la Unidad motoralternador de GNL hasta el buque, se requiere la instalación de un Centro de Transformación Muelle para que la tensión de distribución sea de 15kV.

Para ello, se ha redactado el “**PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**” por el Ingeniero José Julio Brossa Gutiérrez en el cual se describe la instalación de un centro de transformación prefabricado y móvil de 1250kVA (1000kW) permitiendo la transformación de los 823kW generados con holgura.

1.- OTRAS INSTALACIONES VINCULADAS

No se observa en esta instalación.

2.- INFLUENCIAS EXTERNAS

La instalación estará expuesta a diferentes ambientes que harán que en la instalación se consideren las siguientes zonas especiales:

- Zonas mojadas: Dado que la instalación discurrirá a la intemperie en el muelle portuario, cerca del mar, su instalación se considerará similar al de las instalaciones situadas en este tipo de locales.
- Zonas con riesgos de corrosión: Puesto que la instalación estará conectada a la instalación de almacenamiento de GNL, compuesto por dos depósitos criogénicos
- Zonas a afectos de un servicio eléctrico: Puesto que la planta de la unidad móvil de generación eléctrica está formada por:
 - Centro de transformación
 - Grupo generador de GNL ubicado en contenedor

- Grupo electrógeno auxiliar

13.- ACOMETIDA

No es objeto de este proyecto.

14.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)

Por tratarse de una instalación aislada por un generador eléctrico, **no** existe la línea general de alimentación (LGA).

15.- INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)

Su instalación no es preceptiva.

16.- LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

Por tratarse de una instalación aislada por un generador eléctrico, **no** existe la línea general de alimentación (LGA).

17.- EQUIPOS DE MEDIDA (EM)

Por tratarse de una instalación aislada por un generador eléctrico, **no** existe equipo de medida.

18.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)

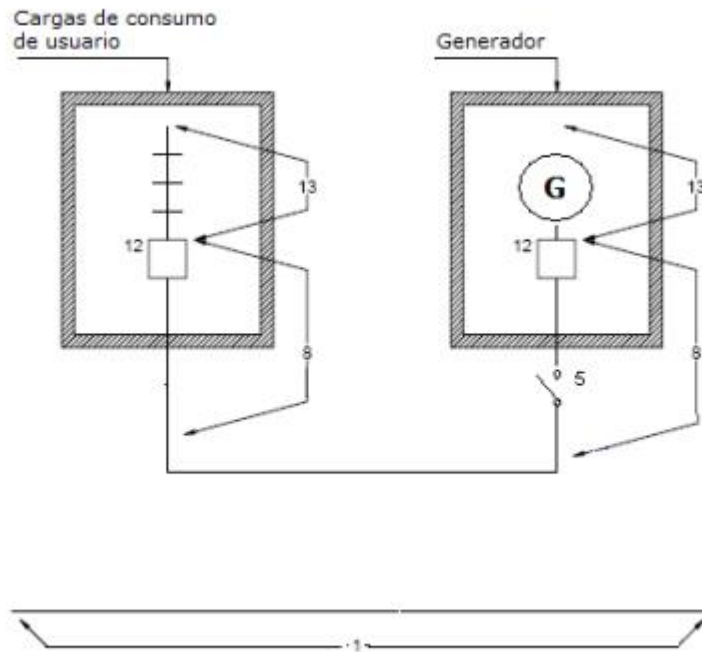
Por tratarse de una instalación aislada por un generador eléctrico, **no** existe derivación individual.

19.- LINEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR (LIG)

Según la ITC-REBT-40, el esquema que seguirá este tipo de instalaciones será el siguiente:

VISADO TF29197/00
FECHA: 18-03-2019
Pag. 29 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Esquema 1

Levenda para instalaciones receptoras

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja general de protección (CGP)
- 4 Línea general de alimentación (LGA)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Derivación individual (DI)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).
- 13 Instalación interior
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)

Levenda para instalaciones generadoras

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja General de Protección (CGP)
- 4 Línea General de conexión (LGC)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Línea Individual del generador (LIG)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)
- 13 Equipo generador-inversor (GEN)
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)
- 15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
- 16 Tramo de la conexión privada (TCP)

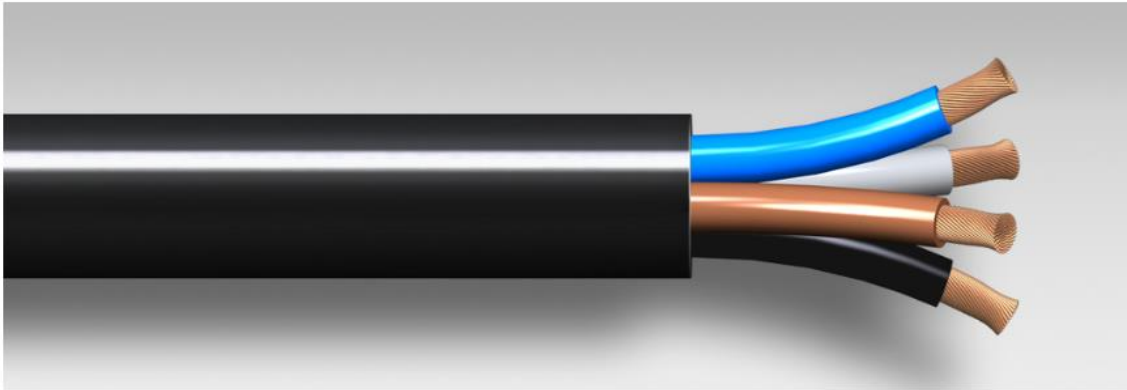
La LIG es del tipo de cable **XZ1-K (AS)** de tensión asignada 0,6/1kV, con conductor cuerda de cobre pulido flexible de clase 5, indicado para para servicios móviles de BT e instalaciones fijas en buques y unidades offshore, con aislamiento HF XLPE-90°C y cubierta compuesto libre de halógenos HF1.

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 30 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Cable Cerviflam Marine XZ1-K (AS) 0,6/1kV



Cable flexible de alimentación y control para instalaciones fijas en buques y unidades offshore

Características técnicas

1. Tensión de servicio

600/1000V

2. Radio curvatura Min.

Diámetro exterior hasta 25mm: 4xD
Diámetro exterior > 25mm: 6xD

3. Tª de servicio (conductor)

Servicio: -40°C +90°C
Durante instalación: -15°C
Cortocircuito: 250°C (5s Max.)

Construcción

1. Conductor

Cuerda de cobre pulido flexible.
Clase V S/UNE-EN 60228

2. Aislamiento

HF XLPE-90°C (IEC 60092-351)
Identificación: Ver tabla adjunta

3. Formación

Conductores aislados cableados conjuntamente en coronas concéntricas

4. Cubierta exterior

Compuesto libre de halógenos SHF1 (IEC 60092-359)
Color: Negro

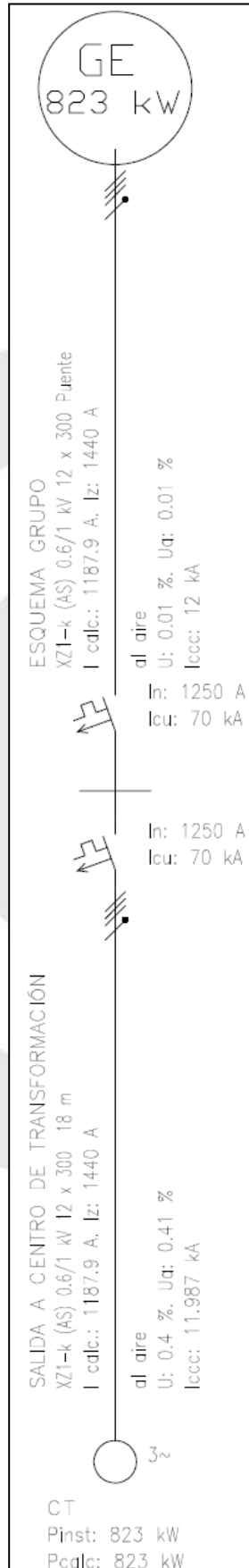
Como se puede ver en la memoria de cálculo, la LIG corresponde a las designación **XZ1-K (AS) 0,6/1 kV** en conductores de cobre **3x4x(1x300 mm2)** con aislamiento de polietileno reticulado cable siendo idónea para dicha instalación, ya que permite alimentar los elementos indicados y estará totalmente protegida.

La LIG se instalará en superficie, bajo **bandeja lisa UNEX 100x500 en UB23X** dado el tipo de cable que se instalará (especial para instalaciones móviles e intemperie).

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 31 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

En este caso, se puede visualizar las protecciones correspondientes al grupo en el siguiente esquema unifilar:



VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 32 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

20.- DISPOSITIVO DE CONTROL DE POTENCIA

Por tratarse de una instalación aislada por un generador eléctrico, **no** existe dispositivo de control de potencia.

21.- DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN (CUADROS)

No es objeto de este proyecto.

22.- INSTALACIÓN INTERIOR

No es objeto de este proyecto.

23.- INSTALACIONES DE USO COMÚN

No se observa este tipo de uso en la instalación.

24.- INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA

Este apartado no es de aplicación, ya que no existen locales o zonas de pública concurrencia en la instalación.

25.- INSTALACIONES EN ZONAS ATEX

Tal y como se visualiza en los planos **no** afectan las zonas ATEX a la instalación.

26.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS HÚMEDOS Y/O MOJADOS

Según la ITC-BT-30, se considerarán emplazamientos mojados los lavaderos públicos, las fábricas de apresto, tintorerías, etc., así como las instalaciones a la intemperie. Por lo tanto, la instalación se considerará emplazamiento mojado.

Emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes están o pueden estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos periodos.

En estos emplazamientos se cumplirá lo siguiente:

26.1.-Canalizaciones

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

No es aplicable, ya que en este caso no existen canalizaciones como tal. Por tratarse de instalación en intemperie se utiliza cable XZ1-K que es totalmente apto para la instalación al aire.

26.2.-Conductores

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750V y discurrirán por:

- En interior de tubos empotrados según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-21.
- En interior de tubos en superficie según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 4.

Si los cables son aislados con cubierta:

- En el interior de canales aislantes instaladas en superficie, debiendo hacer las conexiones, empalmes y derivaciones en el interior de cajas.

26.3.- Aparatación

Se instalarán los aparatos de mando y protección y tomas de corriente fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, como es el caso, los citados aparatos serán, del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

La instalación cumple con lo exigido.

26.4.-Dispositivos de protección

De acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-22, se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

La instalación cumple con lo exigido.

26.5.-Luminarias

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4. No serán de clase 0.

Se observa que las luminarias indicadas para la instalación cumplen dicha condición, ya que su grado de protección es:

Pacific: IP66



26.6.-Aparatos móviles o portátiles

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS según la Instrucción ITC-BT-36.

27.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE CORROSIÓN

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión son aquellos en los que existan gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.

Se considerarán como locales con riesgo de corrosión: las fábricas de productos químicos, depósitos de éstos, etc.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados (véase apartado anterior), debiendo protegerse, además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

La instalación cumple con lo exigido.

28.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN

No se observa este tipo de emplazamientos en la instalación

29.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS TEMPERATURA ELEVADA O MUY BAJA

No se observa este tipo de emplazamientos en la instalación

30.- INSTALACIONES EN PISCINAS Y FUENTES

No existen piscinas ni fuentes en la instalación.

31.- INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

No se observan en la instalación

32.- INSTALACIONES DE MÁQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE

No se observan en la instalación

33.- INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

No se observan en la instalación

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Página 35 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La idoneidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

34.- INSTALACIONES GENERADORAS DE BT

Como ya se indicó, esta instalación generadora se considera una instalación aislada.

La conexión a los receptores, en las instalaciones donde no pueda darse la posibilidad del acoplamiento con la Red de Distribución Pública o con otro generador, precisará la instalación de un dispositivo que permita conectar y desconectar la carga en los circuitos de salida del generador.

Cuando existan más de un generador y su conexión exija la sincronización, se deberá disponer de un equipo manual o automático para realizar dicha operación. En este caso se dispone del armario de conmutación para los grupos Caterpillar que dispone de conmutación manual.

Los generadores portátiles deberán incorporar las protecciones generales contra sobretensiones y contactos directos e indirectos necesarios para la instalación que alimenten.

La instalación cumple con lo exigido

35.- APARATOS DE CALDEO

No existen aparatos de caldeo en la instalación.

36.- CABLES Y FOLIOS RADIANTES

No existen cables y/o folios radiantes en la instalación.

37.- AIRE ACONDICIONADO

No existe sistema de aire acondicionado en la instalación.

38.- AGUA CALIENTE SANITARIA

No existe en la instalación.

39.- CLIMATIZACIÓN

No existe sistema de climatización en la instalación.

40.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MUEBLES

No existen muebles con instalación eléctrica en la instalación.

41.- INSTALACIÓN DE BAÑERAS DE HIDROMASAJE, CABINAS DE DUCHA Y APARATOS ANÁLOGOS

No existe ninguno de estos elementos en la instalación.

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 36 de 184

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identificación y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

42.- SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

La instalación no dispondrá de sistema de automatización.

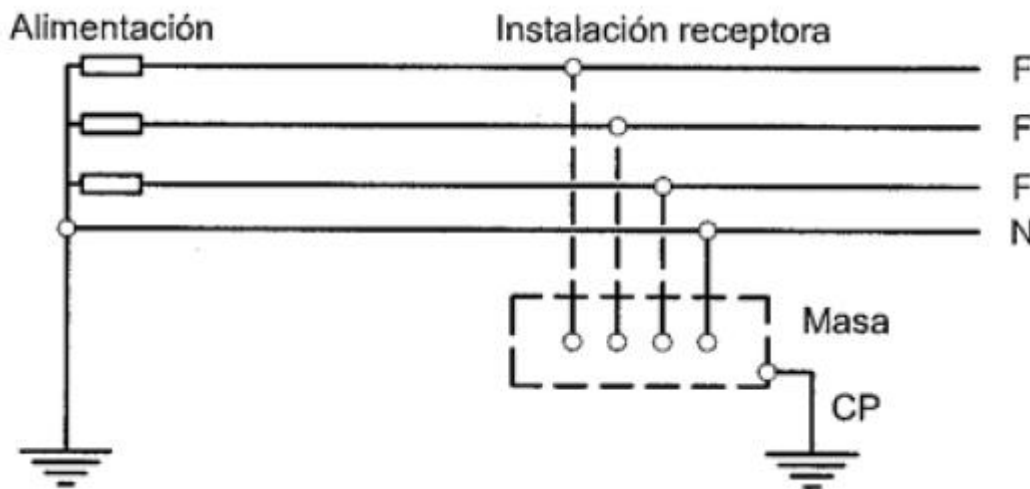
43.- PUESTA A TIERRA

Las centrales de instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra que, en todo momento, aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Los sistemas de puesta a tierra de las centrales de instalaciones generadoras deberán tener las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a esta.

Deberá realizarse puesta a tierra del neutro del generador y de las masas de la instalación conforme a uno de los tres posibles esquemas de distribución en función de la puesta a tierra del neutro y de las masas recogidos en la ITCBT 08, es decir, TN, TT o IT.

En este caso se realizará un sistema de distribución de neutro tipo TT, es decir, con el neutro del generador y las masas puestas a tierra en sistemas independientes.



En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación.

43.1.-Puesta a tierra del grupo electrógeno

Todo generador necesita dos puestas a tierra:

- Una que proteja a las personas que manipulen dicho generador (puesta a tierra de herrajes)
- Una que establezca la producción de energía (puesta a tierra de neutro)

43.2.-Puesta a tierra de herrajes

La puesta a tierra de protección del grupo estará formada por un conductor aislado de cobre de 35mm² que unirá todas las partes metálicas del mismo que no tienen que estar en tensión al electrodo de puesta a tierra. Normalmente los grupos tienen un punto con el símbolo de tierra, en el que se tiene que realizar esta conexión, ya que todas las partes conductoras a proteger están conectadas a este borne.



A este conductor de cada grupo se unirá una pica de cobre de 2m de longitud, que se hincará en buena tierra a una profundidad mínima de 0,8m.

43.3.-Puesta a tierra de neutro

El generador se conectará de forma que, cuando este deba usarse proporcionará un sistema de neutro TT.

Para ello, se conectará directamente el neutro del generador a un electrodo de puesta a tierra. En este caso, dada la experiencia con el electrodo de BT, se conectará el neutro del generador a un electrodo formado por tres picas de cobre alineadas de cobre mediante cable de cobre aislado de 35mm².

Su conexión se realizará de manera firme y segura, utilizando los medios físicos adecuados. Su resistencia a tierra se mantendrá en un valor inferior a **14Ω**.

43.4.-Puesta a tierra de las masas

Todas las masas deberán estar eléctricamente unidas entre sí y al sistema de puesta a tierra de las masas por medio de un conductor de sección apropiada, que podrá ser desnudo o con aislamiento amarillo-verde.

Sistema de protección

La protección con este sistema consiste en el corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 y las características de los dispositivos de protección.

La protección por intensidad de defecto está basada en que, el interruptor diferencial, desconecta un circuito defectuoso cuando una derivación de intensidad a tierra, sobrepasa el valor de la intensidad diferencial del aparato.

Los conductores de protección tendrán una sección de acuerdo con el apartado 2.3 de la ITC-BT-19, es decir:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
S < 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

(*) Con un mínimo de:
 2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica
 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica

La instalación cumple con lo exigido

43.5.-PUESTA A TIERRA DE NEUTRO DE CADA GENERADOR

El generador se conectará de forma que, cuando este deba usarse proporcionara un sistema de neutro TT, como en el caso de alimentación desde la red.

Para la estabilidad del sistema se pondrá el neutro de cada generador a tierra, mediante cable aislado de cobre de 35mm² unido a una pica de cobre de 4m de longitud.

Su conexión se realizará de manera firme y segura, utilizando los medios físicos adecuados.

Su resistencia a tierra se mantendrá en un valor inferior a **14Ω**.

43.6.-CONDICIONES DE PUESTA A TIERRA EN OBRA

A pesar de lo mostrado en los cálculos, será necesario realizar medida de la puesta a tierra in situ, una vez instalada, comprobando que esta cumple con la resistencia indicada. En caso de que esto no fuese así, será necesario corregir la misma a través de métodos reconocidos; mejora del terreno con preparados indicados para ello, puesta de más picas en paralela con la primera.

44.- SISTEMA DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO

Según lo calculado en la memoria de cálculo, NO es necesaria la instalación de un sistema de protección frente al rayo.

45.- EQUIPOS DE CORRECCIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

En este caso no existe un consumo importante de energía reactiva, por lo que no se prevé su instalación.

VISADO TF29197/00
 FECHA 18-03-2019
 Pag. 39 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



46.- SUMINISTRO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

La instalación no dispone de suministro de energía fotovoltaica ni se prevee su instalación.

47.- RUIDO

47.1.-Características sonoras de los grupos

El grupo electrógeno tendrá un sistema de insonorización formado por una envolvente metálica, propia de cada modelo.

Dicha envolvente está fabricada en chapa de acero de adecuado espesor, debidamente tratada para permitir su perfecto acabado. Interiormente va recubierta de un material fonoabsorbente ignífugo clasificado como material M-0.

En las zonas de entrada y salida de aire, va provista de las correspondientes conducciones, diseñadas al objeto de conducir el aire sin que se produzcan las reverberaciones lógicas en una conducción de aire forzada.

La envolvente posee puertas perfectamente insonorizadas recubiertas por fibra de carácter ignífugo. Las cerraduras de las puertas van provistas de llave que garantizan la no-operatividad de personas ajenas, incluso en la parte de control del grupo

El escape del motor va silenciado mediante un silencioso de alto poder atenuante que garantiza la adecuada reducción del nivel de emisión sonoro.

Las características con respecto a los niveles de ruido del grupo electrógeno que se utilizará, serian la versión insonora, donde indican lo siguiente:

- Kit de extracción de aceite del cárter
- Versatilidad para el montaje de chasis de gran capacidad con depósito metálico
- Chasis Acero
- Amortiguadores antivibratorios
- Tanque de combustible integrado en el chasis
- Aforador de nivel de combustible
- Pulsador parada de emergencia
- Carrocería fabricada con chapa de alta calidad
- Alta resistencia mecánica
- Bajo nivel de emisiones sonoras
- Total acceso a mantenimientos (agua, aceite y filtros sin desmontar capot)
- Gancho de izado reforzado para elevación con grúa
- Chasis estanco (hace función de doble pared retención líquidos)
- Tapón drenaje depósito
- Tapón drenaje chasis
- Chasis predispuesto para instalación de kit móvil
- Silencioso residencial de acero de -35db(A)

47.2.-Nivel de ruido permitido.

Según la ordenanza municipal de Santa Cruz de Tenerife sobre Protección del Medio Ambiente contra Ruidos y Vibraciones, los niveles máximos de emisión de ruido, de una industria, será según el artículo 10 de la ordenanza, en exterior no se podrá superar los siguientes niveles de ruido.

Actividad	Transmisión máx. (día) (8-22h)	Transmisión máx. (noche) (22-8h)
Industria	70db	55db

El horario establecido para este montaje, así como para su posterior funcionamiento, es de las 8 de la mañana a las 6 de la tarde y al estar en un puerto donde no existe otro tipo de actividad, está más que justificado las pocas molestias que va a originar esta instalación.

Es importante destacar que el grupo electrógeno está por debajo de los niveles permitidos según la ordenanza, ya que, generan un ruido de 55db(A), aunque posee carcasa insonora que atenúan el ruido 15db(A).

Por lo tanto, la instalación de los mismos cumple con la normativa y las ordenanzas municipales.

En relación a las máquinas, aparatos o manipulaciones generadores de ruidos de nivel superior a 70 dBA, que pudieran instalarse o realizarse en edificios industriales, se situarán en locales aislados de los restantes lugares de permanencia de personal, de forma que en ellos no se sobrepase el límite de 70 dBA. Los operarios encargados del manejo de tales elementos serán provistos de medios de protección personal que garanticen su seguridad.

Los titulares de las actividades estarán obligados a tomar las medidas de insonorización necesarias para evitar que el nivel de "ruido de fondo" existente en ellos perturbe el adecuado desarrollo de las mismas y ocasione molestias a los asistentes.

El nivel de ruido de fondo no podrá sobrepasar los 55 db., estando obligado el personal de la instalación a llevar cascos insonorizados o elementos similares.

Para corregir la transmisión de ruidos y vibraciones a estructura deberán tenerse en cuenta las siguientes reglas:

Todo elemento con órganos móviles se mantendrá en perfecto estado de conservación, principalmente en lo que se refiere a su equilibrio dinámico y estático, así como la suavidad de marcha de sus cojinetes o caminos de rodadura.

No se permite el anclaje directo de maquinaria y de los soportes de la misma o cualquier órgano móvil en las paredes medianeras, techos o forjados de separación entre locales de cualquier clase.

El anclaje de toda máquina, u órgano móvil en suelos o estructuras no medianeras ni directamente conectadas con los elementos constructivos de la edificación se dispondrá en todo caso interponiendo dispositivos antivibratorios adecuados.

Las máquinas de arranque violento, las que trabajen por golpes o choques bruscos y las dotadas de órganos con movimiento alternativo, deberán estar ancladas en bancadas independientes sobre el

VISADO TF29197/00
 FECHA 18-03-2019
 Pag. 41 de 184

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Descriptiva

suelo firme y aislado de la estructura de la edificación y del suelo del local por intermedio de materiales absorbentes de la vibración.

Todas las máquinas se situarán de forma que sus partes más salientes al final de la carrera de desplazamiento queden a una distancia mínima de 0,70 metros de los muros perimetrales y forjados, debiendo elevarse a un metro esta distancia cuando se trate de elementos medianeros.

48.- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**48.1.-Contenido básico de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre (Objeto y Ámbito de aplicación)****Artículo 1: Normativa sobre prevención de riesgos laborales**

La normativa sobre prevención de riesgos laborales está constituida por la presente Ley, sus disposiciones de desarrollo o complementarias y cuantas otras normas, legales o convencionales, contengan prescripciones relativas a la adopción de medidas preventivas en el ámbito laboral o susceptibles de producirlas en dicho ámbito.

Artículo 2: Objeto y carácter de la norma

La presente Ley tiene por objeto promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.

A tales efectos, esta Ley establece los principios generales relativos a la prevención de los riesgos profesionales para la protección de la seguridad y de la salud, la eliminación o disminución de los riesgos derivados del trabajo, la información, la consulta, la participación equilibrada y la formación de los trabajadores en materia preventiva, en los términos señalados en la presente disposición. Para el cumplimiento de dichos fines, la presente Ley regula las actuaciones a desarrollar por las Administraciones públicas, así como por los empresarios, los trabajadores y sus respectivas organizaciones representativas.

Las disposiciones de carácter laboral contenidas en esta Ley y en sus normas reglamentarias tendrán en todo caso el carácter de Derecho necesario mínimo indisponible, pudiendo ser mejoradas y desarrolladas en los convenios colectivos.

Artículo 3: Ámbito de aplicación

Esta Ley y sus normas de desarrollo serán de aplicación tanto en el ámbito de las relaciones laborales reguladas en el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, como en el de las relaciones de carácter administrativo o estatutario del personal civil al servicio de las Administraciones públicas, con las peculiaridades que, en este caso, se contemplan en la presente Ley o en sus normas de desarrollo. Ello sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones específicas que se establecen para fabricantes, importadores y suministradores, y de los derechos y obligaciones que puedan derivarse para los trabajadores autónomos. Igualmente serán aplicables a las sociedades cooperativas, constituidas de acuerdo con la legislación que les sea de aplicación, en las que existan socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal, con las particularidades derivadas de su normativa específica.

Cuando en la presente Ley se haga referencia a trabajadores y empresarios, se entenderán también comprendidos en estos términos, respectivamente, de una parte, el personal civil con relación de carácter administrativo o estatutario y la Administración pública para la que presta

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag 42 de 104COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesionalizado con la normativa aplicable.

servicios, en los términos expresados en la disposición adicional tercera de esta Ley, y de otra, los socios de las cooperativas a que se refiere el párrafo anterior y las sociedades cooperativas para las que prestan sus servicios.

48.2.-Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción

Seguridad e Higiene en el Trabajo. Señalización de los centros de trabajo (R.D. 485/1997)

A continuación procedemos a reflejar los contenidos de la ley de Seguridad e Higiene en el trabajo que son de obligado cumplimiento por parte del empresario propietario de la obra.

Artículo 1. Objeto

El presente Real Decreto establece las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Las disposiciones de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se aplicarán plenamente al conjunto del ámbito contemplado en el apartado anterior.

Artículo 2. Definiciones

A efectos de este Real Decreto se entenderá por:

- a) Señalización de seguridad y salud en el trabajo: una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.
- b) Señal de prohibición: una señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- c) Señal de advertencia: una señal que advierte de un riesgo o peligro.
- d) Señal de obligación: una señal que obliga a un comportamiento determinado.
- e) Señal de salvamento o de socorro: una señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.
- f) Señal indicativa: una señal que proporciona otras informaciones distintas de las previstas en las letras b) a e).
- g) Señal en forma de panel: una señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.
- h) Señal adicional: una señal utilizada junto a otra señal de las contempladas en la letra g) y que facilita informaciones complementarias.
- i) Color de seguridad: un color al que se atribuye una significación determinada en relación con la seguridad y salud en el trabajo.
- j) Símbolo o pictograma: una imagen que describe una situación u obliga a un comportamiento determinado, utilizada sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.
- k) Señal luminosa: una señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa.
- l) Señal acústica: una señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.
- m) Comunicación verbal: un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética.
- n) Señal gestual: un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.

Artículo 3. Obligación general del empresario

Siempre que resulte necesario teniendo en cuenta los criterios del artículo siguiente, el empresario deberá adoptar las medidas precisas para que en los lugares de trabajo exista una señalización de seguridad y salud que cumpla lo establecido en los Anexos I a VII del presente Real Decreto.

Artículo 4. Criterios para el empleo de la señalización

1. Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:
 - a). Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
 - b). Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
 - c). Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
 - d). Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.
2. La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Anexo I: Disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el lugar de trabajo

1. La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:
 - a). las características de la señal,
 - b). los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse,
 - c). la extensión de la zona a cubrir,
 - d). el número de trabajadores afectados.

En cualquier caso, la señalización de los riesgos, elementos o circunstancias indicadas en el Anexo VII se realizará según lo dispuesto en dicho Anexo.

2. La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión. La señalización de seguridad y salud en el trabajo no deberá utilizarse para transmitir informaciones o mensajes distintos o adicionales a los que constituyen su objetivo propio. Cuando los trabajadores a los que se dirige la señalización tengan la capacidad o la facultad visual o auditiva limitadas, incluidos los casos en que ello sea debido al uso de equipos de protección individual, deberán tomarse las medidas suplementarias o de sustitución necesarias.
3. La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.
4. Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro.

Anexo II: Colores de Seguridad

1. Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. En el siguiente cuadro se muestran los colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso:

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
Amarillo, o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

Cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último, se utilizará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

Cuando la señalización de un elemento se realice mediante un color de seguridad, las dimensiones de la superficie coloreada deberán guardar proporción con las del elemento y permitir su fácil identificación.

Anexo III: Señales en forma de panel

1. Características intrínsecas

La forma y colores de estas señales se definen en el apartado 3 de este Anexo, en función del tipo de señal de que se trate.

1. Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.
2. Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales.
3. Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Requisitos de utilización:

1. Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.
2. El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.
3. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.
4. Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

3. Tipos de señales

1. Señales de advertencia: Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros.



Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

2. Señales de prohibición: Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 46 de 94

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal)



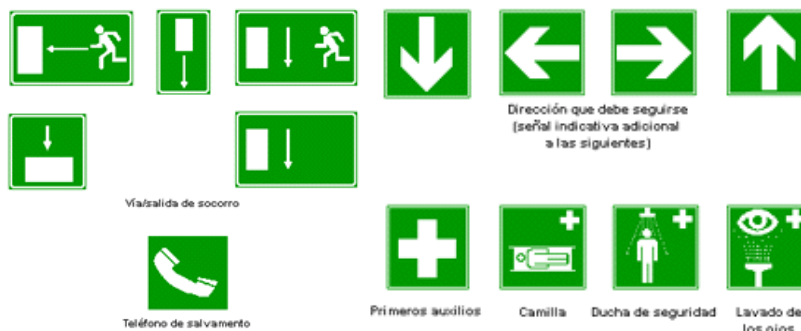
3. Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



4. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios: Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



5. Señales de salvamento o socorro: Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal)



VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 47 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

49.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Para justificar la elaboración de un Estudio Básico o Completo de Seguridad y Salud es necesario acudir al Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Este RD establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que **se den alguno de los supuestos siguientes:**

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450759,08 €.

No se cumple.

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

No se cumple ya que aunque la duración fuese mayor a 30 días laborables no es estima que sea necesario el empleo de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

No se cumple ya que existen 2 trabajadores, trabajando 16 días, obteniendo así un volumen de mano de obra de 32 días.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

No se cumple.

Por lo tanto, en el documento correspondiente de este proyecto, se realizará un Estudio **Básico** de Seguridad y Salud que se muestra en el documento adjunto a esta memoria.

50.- PLIEGOS DE CONDICIONES

Ver el documento correspondiente adjunto a esta memoria.

51.- ASPECTOS AMBIENTALES

Ver el documento correspondiente adjunto a esta memoria.

52.- PLANOS

A esta memoria se adjuntan los siguientes planos:

1. Situación
2. Distribución
3. Líneas
4. Zonas Atex
5. Esquema unifilar
6. Seguridad y Salud 1
7. Seguridad y Salud 2

53.- PLAZO DE PUESTA EN MARCHA

La ejecución de esta instalación se prevé en Septiembre de 2019.

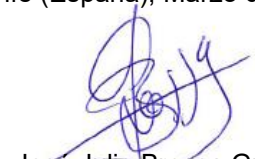
Se prevé que su ejecución se termine en una semana y las pruebas (de funcionamiento, OCAs..) correspondientes se realicen entre la semana de ejecución y la siguiente. La presentación de la documentación pertinente en la Consejería de Industria para su completa legalización, se pretende realizar en la tercera semana.

La puesta en marcha oficialmente se producirá en cuanto la Consejería de Industria de el consentimiento definitivo

54.- PRESUPUESTO

El presupuesto asciende a un total de **CUARENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS DE EURO (48.853,63 euros)** y su plazo de ejecución es de 20 días.

Santa Cruz de Tenerife (España), Marzo de 2019



José Julio Brossa Gutierrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Plazo 49 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Memoria Justificativa



ÍNDICE

1.- POTENCIA PREVISTA EN LA INSTALACIÓN	4
1.1.- POTENCIA CORRESPONDIENTE A VIVIENDAS Y AL EDIFICIO QUE LAS CONTIENE	4
1.2.- POTENCIA CORRESPONDIENTE A GARAJES	4
1.3.- POTENCIA CORRESPONDIENTE A LOCALES COMERCIALES	4
1.4.- POTENCIA CORRESPONDIENTE A OFICINAS	4
1.5.- POTENCIA CORRESPONDIENTE A INDUSTRIAS	4
1.6.- POTENCIA CORRESPONDIENTE A ALMACENES	4
1.7.- POTENCIA PREVISTA EN EL ESTABLECIMIENTO	4
2.- POTENCIA INSTALADA EN LA INSTALACIÓN	4
3.- POTENCIA GENERADA EN LA INSTALACIÓN	5
4.- POTENCIA PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN	5
5.- CRITERIOS PARA EL CÁLCULO Y ELECCIÓN DE CONDUCTORES, SUS PROTECCIONES Y CANALIZACIONES	5
5.1.- CRITERIOS DE CÁLCULO Y ELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES	5
5.1.1.- Intensidad que circula por un conductor e intensidad admisible del mismo	6
5.1.2.- Caída de tensión en un conductor	7
5.1.3.- Intensidad de cortocircuito en un conductor	8
5.2.- CRITERIOS DE CÁLCULO Y ELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES	9
5.2.1.- Protecciones ante sobrecarga	9
5.2.2.- Protecciones ante cortocircuito	9
5.3.- CRITERIOS DE CÁLCULO Y ELECCIÓN DE LAS CANALIZACIONES	11
6.- ACOMETIDA	12
7.- ELECCIÓN DE LA CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)	12
8.- INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)	12
9.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)	12
10.- UBICACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA (EM)	12
11.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)	13
12.- LINEA INDIVIDUAL DEL GRUPO GENERADOR GNL (LIG)	13
13.- LINEA INDIVIDUAL DEL GRUPO ELECTRÓGENO AUXILIAR (LIG)	14
14.- INSTALACIÓN INTERIOR	16
15.- SUMINISTROS COMUNES	16
16.- SUMINISTROS DE SEGURIDAD O COMPLEMENTARIOS	16

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 51 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



17.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS FRENTE AL FUEGO	___16
18.- INSTALACIÓN EN ZONAS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN (ATEX)	___16
19.- PUESTA A TIERRA DE LOS GRUPOS GENERADORES	_____16
19.1.- PUESTA A TIERRA DEL GRUPO ELECTRÓGENO	_____17
19.2.- PUESTA A TIERRA DE HERRAJES	_____17
19.3.- PUESTA A TIERRA DE NEUTRO	_____18
19.5.- INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS.	_____20
19.5.1.- Separación de la tierra de los neutros de baja tensión	_____20
19.5.2.- Separación entre la puesta a tierra general y la del neutro de BT	_____20
19.6.- DISTANCIA ENTRE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DE BT Y OTRAS PUESTAS A TIERRA AJENAS A LA INSTALACIÓN	_____21
20.- RESUMEN PUESTA A TIERRA	_____21
21.- SISTEMA DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO	_____21
22.- CÁLCULOS LUMÍNICOS	_____23
22.1.- ALUMBRADO INTERIOR	_____23
22.2.- ALUMBRADO EXTERIOR	_____23

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 52 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

1.- POTENCIA PREVISTA EN LA INSTALACIÓN

1.1.-Potencia correspondiente a viviendas y al edificio que las contiene

En esta instalación no se contemplan viviendas.

1.2.-Potencia correspondiente a garajes

En esta instalación no se contemplan garajes.

1.3.-Potencia correspondiente a locales comerciales

En esta instalación no se contemplan locales comerciales.

1.4.-Potencia correspondiente a oficinas

En esta instalación no se contemplan oficinas.

1.5.-Potencia correspondiente a industrias

En esta instalación no se contemplan usos industriales.

1.6.-Potencia correspondiente a almacenes

En esta instalación no se contemplan almacenes.

1.7.-Potencia prevista en el establecimiento

No hay una definición concreta de la potencia prevista para este tipo de instalación, por lo que se tomará como potencia de cálculo la potencia máxima que proporciona el grupo generador.

2.- POTENCIA INSTALADA EN LA INSTALACIÓN

En este caso, la instalación no se encuentra recogida en ninguna de las categorías indicadas en la ITC-BT-10, por lo que se utilizara para la justificación de la instalación de alimentación entre el **grupo generador de GNL y el centro de transformación de media tensión**, la potencia eléctrica máxima que puede proporcionar dicho grupo generador de **823 Kw** a $\cos\phi=1$.

Por otra parte, en base a la información facilitada por el cliente receptor del presente proyecto, los servicios auxiliares necesarios (bombas, ventiladores, centralita de incendio, gas,

Justificativa

iluminación, extractor) para el funcionamiento propio del grupo generador de combustible Gas Natural, demandarán un consumo simultáneo de **14 kW** en baja tensión.

Nuevamente al igual que el caso anterior, no se realizará una previsión de carga ya que la instalación no se encuentra recogida en ninguna de las categorías indicadas en la **ITC-BT-10**, por lo que se utilizará para la justificación de la instalación entre el **grupo electrógeno auxiliar y el grupo generador de GNL** la máxima potencia que puede proporcionar el grupo electrógeno auxiliar de **32 kW** que cubrirá perfectamente la demanda de los 14 Kw.

3.- POTENCIA GENERADA EN LA INSTALACIÓN

Se instalará el **grupo generador de GNL** formado por un **motor SIEMENS modelo SGE-56SL**, alimentado a Gas Natural y alternador **LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6** diseñados para proporcionar una potencia eléctrica máxima de **823 kWe** a **cosφ=1** generando dicha potencia a una tensión de 400Vca y a 50Hz de frecuencia.

Por otra parte, para el funcionamiento de los servicios auxiliares propios del grupo generador de combustible Gas Natural, se instalará un **grupo electrógeno auxiliar de gasoil**, capota insonorizado, marca EUROPA/ QAS 40 ST3 que generará una potencia máxima de **32 kW**.

4.- POTENCIA PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

- Para el cálculo de la línea individual del **grupo GNL** se utilizará como potencia de cálculo, la potencia máxima que puede proporcionar dicho grupo generador de **823 kW** puesto que se trataría del caso más desfavorable.
- Para el cálculo de la línea individual del grupo electrógeno auxiliar se utilizará su potencia máxima de **32 Kw** al tratarse del caso más desfavorable.

5.- CRITERIOS PARA EL CÁLCULO Y ELECCIÓN DE CONDUCTORES, SUS PROTECCIONES Y CANALIZACIONES

5.1.-Criterios de cálculo y elección de los conductores

Para que un conductor sea adecuado para una instalación debe:

- **Soportar la intensidad que normalmente circulará por él (Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento).** La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70° C para cables con aislamiento termoplásticos y de 90° C para cables con aislamientos termoestables. En este caso, por ser el aislamiento del cable utilizado polietileno reticulado (R o XLPE), la temperatura máxima admisible será de **90°C**.
- **No provocar una caída de tensión superior a la establecida (Criterio de la caída de tensión).** La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este

criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud. Es por ello prioritario en esta instalación por su gran extensión.

- **Soportar las fortuitas corriente de cortocircuito que puedan aparecer hasta que las protecciones sean capaces de despejarlas (Criterio de la intensidad de cortocircuito).** La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables. Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

Esta elección se toma en función de la sección del mismo, debiendo además de ser la elección más rentable económicamente hablando, atendiendo a la caída máxima de tensión reglamentaria, a la intensidad máxima admisible y a la intensidad de cortocircuito resultante.

Además de esto, habrá que tener en cuenta que:

- La tensión de aislamiento de los conductores será 0,6/1kV para la LGA y los conductores enterrados. Para derivaciones individuales e instalación interior (excepto cables enterrados) el aislamiento será de 450/750V.
- La temperatura ambiente será de 40°C, y la del terreno de 25°C

A continuación, se muestran los criterios de cálculos utilizados en cada caso.

5.1.1.- Intensidad que circula por un conductor e intensidad admisible del mismo

La intensidad que circula por un cable se calculará atendiendo a las siguientes fórmulas:

Líneas monofásicas

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

Líneas trifásicas

$$I = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi}$$

, siendo:

I = intensidad de corriente (A)

P = potencia (W)

U = tensión (V)

cos φ = factor de potencia, (Normalmente 0,8, excepto si la máquina a alimentar tuviese un factor de potencia diferente)

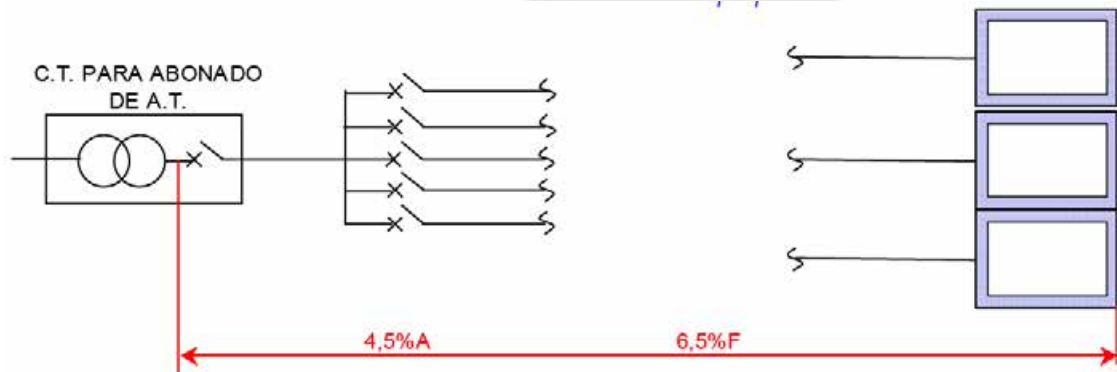
Una vez conocido este valor se elegirá la sección estandarizada de cable según ITC-BT-07 si se trata de cable subterráneo e ITC-BT-19 si se trata de otros tipos de instalación, que sea capaz de soportar la intensidad calculada, es decir, I_z (I.

En el caso de cables con instalación subterránea, hay que tener en cuenta que la intensidad máxima admisible del cable está dada para unas condiciones específicas (a una temperatura del terreno de 25°C, una profundidad de la instalación de 70cm y una resistividad del terreno de 1 K.m/W), por lo que será necesario aplicar los coeficientes correctores necesarios para cada caso.

De acuerdo con el pto 5 de ITC BT 40, los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de conexión a la instalación interior, no será superior para la intensidad nominal.

5.1.2.- Caída de tensión en un conductor

Una vez verificado que el conductor es capaz de soportar la intensidad necesaria, se elegirá una sección de cable que haga que la caída de tensión (c.d.t.) en cada zona de la instalación, atendiendo a las ITC-BT-14, 15 y 19, no supere los valores siguientes, si asimilamos la instalación a una instalación con un CT de abonado:



La caída de tensión (c.d.t.) en cada caso será:

$\Delta U = 2 \cdot \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot U^2 \cdot S}$	<u>Líneas trifásicas</u> $\Delta U = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot U^2 \cdot S}$
---	---

- , siendo:
- P = potencia (W)
 - U = tensión (V)
 - L = longitud del conductor (m)
 - S = sección del conductor (mm²)
 - γ = conductividad del cable (56 para el cobre y 35 para el aluminio)

Habrà que tener en cuenta que las condiciones reales de servicio no son las normales de cálculo. Se deberá comprobar por tanto el que, a la temperatura prevista de servicio del conductor, la caída de tensión se sigue manteniendo dentro de los límites reglamentarios.

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 56 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Justificativa

Tendremos que calcular la sección para un $\rho_{\theta}=\rho_T$ donde $T = T_0+\Delta T_{\max}*(I/I_{\max})^2$, siendo:

- T_0 temperatura de referencia del conductor (*subterráneo 25°C, aéreo 40°C*)
- ΔT_{\max} $\Delta T_{\max}=T-T_0$ ($T=90^\circ\text{C}$ termoestables y 70°C termoplásticos)
- I Intensidad de cálculo
- I_{\max} Intensidad máxima admisible

Este cálculo se hará al menos para aquellas líneas principales y receptores principales. En cualquier caso se adoptarán las medidas para que en las peores condiciones de carga de los conductores no se supere la temperatura máxima admisible.

5.1.3.- Intensidad de cortocircuito en un conductor

La intensidad de cortocircuito se calculará mediante las fórmulas:

<u>Entre Fases:</u>	<u>Fase y Neutro (lcc min):</u>
$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_T}$	$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_T}$

, siendo:

- UI = Tensión compuesta en V
- Uf = Tensión simple en V
- Zt = Impedancia total en el punto de cortocircuito en ohm
- Icc = Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito (Zt), se obtiene a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_T = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

, siendo:

- Rt = R1 + R2 + ... + Rn: Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- Xt = X1 + X2 + ... + Xn: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida), por lo que se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministro. Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración es válida cuando el Centro de Transformación, origen de la alimentación, está situado fuera del edificio o lugar del suministro afectado, en cuyo caso habría que considerar todas las impedancias. Por lo tanto se puede emplear la siguiente fórmula simplificada:

$$I_{cc} = \frac{0,8U}{R}$$

, donde:

I_{cc} = intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado

U = tensión de alimentación fase neutro (230 V)

R = resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Normalmente el valor de R deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la CGP (CPM) y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito, por ejemplo el punto donde se emplaza el cuadro con los dispositivos generales de mando y protección. Para el cálculo de R se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para obtener así el valor máximo posible de I_{cc}.

Así la resistencia es:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

, donde:

$\rho = 0,018 \Omega \cdot mm^2 / m$

L = Longitud en m

S = Sección cable en mm²

5.2.-Criterios de cálculo y elección de las protecciones

5.2.1.- Protecciones ante sobrecarga

Para que cualquier línea quede protegida contra sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

, siendo:

- I_{uso} = Intensidad que se prevé que circulará por el cable.
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_z = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

5.2.2.- Protecciones ante cortocircuito

Se deberá dimensionar los conductores a intensidad de cortocircuito prevista según lo dispuesto en la ITC-BT-20 y la norma UNE 20460-4-43. Su cálculo se hará según las normas UNE 21239 ó UNE 21240, según corresponda y la exactitud deseada en los resultados.

Se cumplirán las siguientes condiciones:

- Las protecciones deberán ser capaces de controlar y despejar las corrientes de cortocircuito mínimas.

- Tendrán un poder de corte suficiente para hacer frente a las corrientes de cortocircuito máximas, debiéndose determinar tanto el poder de corte último como de servicio.
- Tendrán un poder de cierre suficiente para hacer frente a las corrientes de cortocircuito máximas.
- Se deberá comprobar que el calentamiento de los cables y barras no supere la temperatura máxima admisible por la cubierta aislante para la intensidad de cortocircuito.
- Cálculo de los esfuerzos electrodinámicos en los conductores, barras y soportes de barras para que aguanten sin rotura ni deformación los esfuerzos mecánicos debidos a la corriente de cortocircuito.

En resumen, para que cualquier línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito en ese punto de la instalación:

$$I_{cu} \geq I_{cc \text{ máx}}$$

, siendo:

I_{cu} = Poder de corte de la protección.

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito.

En aquellas instalaciones de pequeña índole (instalaciones interiores domésticas, pequeños comercios u oficinas), será admisible la aplicación de la solución simplificada establecida en el anexo 3 de la Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

NOTA: en la determinación del poder de cierre, deberá analizarse la I_{cc} máxima que se pueda producir en las peores condiciones posibles, especialmente cuando el factor de potencia previsto sea inferior al normalizado para el interruptor automático y existan en la proximidad transformadores o fuentes de alimentación.

Protección ante un aumento de la temperatura en caso de cortocircuito

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por el aumento de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc \text{ máx}}: T_{pcc \text{ máx}} < T_{cablecc \text{ máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc \text{ mín}}: T_{pcc \text{ mín}} < T_{cablecc \text{ mín}}$$

, siendo:

- $I_{cc \text{ máx}}$ = Intensidad de cortocircuito al principio de la línea.
- $I_{cc \text{ mín}}$ = Intensidad de cortocircuito al final de la línea.
- T_{pcc} = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- $T_{cablecc}$ = Tiempo que soportan los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

Otra forma de verlo es que la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

para $0,01 \leq t \leq 0,1$ s, y donde:

Justificativa

- I = Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- t = Tiempo de desconexión en s.
- C = Constante que depende del tipo de material.
- ΔT = Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- S = Sección en mm²

5.3.-Criterios de cálculo y elección de las canalizaciones

Para cada una de las partes que forman la instalación se deben tener en consideración varios aspectos que influyen en la elección de las canalizaciones, como tipología del sistema de distribución, tipo de esquema de puesta a tierra, influencias externas o mantenibilidad de la instalación.

5.3.1.- Influencias externas

Siguiendo los criterios marcados en el epígrafe 522 de la norma UNE 20460-5-52, se deben indicar todas aquellas influencias externas que aconsejen la elección de un determinado tipo de canalización. Según dicha norma, las influencias externas que afectan a las instalaciones son las indicadas en la siguiente tabla.

En nuestro caso, por las actividades a realizar y por las condiciones del local, se considera que las influencias externas de relevancias que afectan a la instalación son las siguientes:

Influencias	Definición	Inst. Enlace	Inst. Interior
AA	Temperatura ambiente	No existe	No existe
F externa de calor	Fuentes externas de calor	No existe	No existe
AD	Presencia de agua	Puede existir	No existe
AE	Presencia de cuerpos sólidos	No existe	No existe
AF	Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes	No existe	No existe
AG	Choques mecánicos	No existe	No existe
AH	Vibración	No existe	No existe
AJ	Otros esfuerzos mecánicos	No existe	No existe
AK	Presencia de vegetación o moho	No existe	No existe
AL	Presencia de fauna	No existe	No existe
AN	Radiación solar	No existe	No existe
AP	Riesgos sísmicos	No existe	No existe
AR	Viento	No existe	No existe
CB	Estructura de los edificios	No existe	No existe

Otras influencias no recogidas en esta norma:

Influencias	Definición	Inst. Enlace	Inst. Interior
-------------	------------	--------------	----------------

ATEX	Locales con riesgo de incendio y explosión	No existe	No existe
Locales húmedos y/o mojados	Locales húmedos y/o mojados	Puede existir	No existe
Corrosión	Locales con riesgo de corrosión	Puede existir	No existe
Polvo (no ATEX)	Locales polvorientos <u>sin</u> riesgo de incendio y explosión	No existe	No existe
Temperaturas extremas	Locales con temperatura muy elevada o muy baja	No existe	No existe
Piscinas y/o fuentes	Instalaciones en piscinas y/o fuentes	No existe	No existe

5.3.2.- Elección de las canalizaciones

Para elección y el cálculo de las canalizaciones se seguirá lo dispuesto anteriormente y en la Norma UNE-20.460-5-523, así como lo dispuesto en la ITC-BT-20.

La ITC-BT-20, en la tabla 1 del apartado 2.2, indica los criterios la de elección de las canalizaciones en función de los conductores y cables a instalar.

En este caso, no es aplicable, ya que estas tablas son aplicables a instalaciones interiores y para esta instalación se realizarán directamente sobre el terreno.

6.- ACOMETIDA

No existe acometida por tratarse de una instalación aislada por un generador.

7.- ELECCIÓN DE LA CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)

No existe CGP por tratarse de una instalación aislada por un generador.

8.- INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)

No existe IPI en la instalación aislada por un generador.

9.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

No existe LGA por tratarse de una instalación aislada por un generador.

10.- UBICACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA (EM)

No existe EM por tratarse de una instalación aislada por un generador.

11.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)

No existe DI por tratarse de una instalación aislada por un generador.

12.- LINEA INDIVIDUAL DEL GRUPO GENERADOR GNL (LIG)

Como se puede observar en el esquema presentado en la memoria descriptiva, del grupo saldrá la línea individual o LIG. Esta estará protegida por el cuadro del grupo, que cuenta con una protección general de 1250 A

La alimentación que llegará al centro de transformación hasta la cabina de entrada de Baja Tensión, colgará de la protección de 1250 A del grupo, por lo que el cable a utilizar, teniendo en cuenta una potencia de 823 kW es cable del tipo **XZ1-K 0.6/1 kV 3x4x(1x300mm²)** instalada en **bandeja lisa UNEX 100x500 en UB23X**.

Línea

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
ESQUEMA GRUPO	T	823.00	1.00	Puente	XZ1-k 0.6/1 kV 12 x 300	1440.0	1187.9	0.01	0.01
SALIDA A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	T	823.00	1.00	18.0	XZ1-k 0.6/1 kV 12 x 300	1440.0	1187.9	0.4	0.41

, siendo:

- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.
- P Calc = Potencia calculada.
- Iz = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- Iuso = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- c.d.t. = Caída de tensión en la línea
- c.d.t. Acum = Caída de tensión acumulada en la línea

Protecciones

- **Sobrecarga**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
ESQUEMA GRUPO	823.00	T	1187.9	M-G Compact C801/1001/1251H- STR35SE In: 1250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 40 ÷ 100 kA; Curva I - t (Ptos.)	1440.0	1625.0	2088.0
SALIDA A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	823.00	T	1187.9	M-G Compact C801/1001/1251H- STR35SE In: 1250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 40 ÷ 100 kA; Curva I - t (Ptos.)	1440.0	1625.0	2088.0

, siendo:

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- In = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

- **Cortocircuito**

Esquemas	Tipo	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{cable} CC máx CC mín (s)	T _p CC máx CC mín (s)
ESQUEMA GRUPO	T	M-G Compact C801/1001/1251H- STR35SE In: 1250 A; Un: 240 ÷ 690 V; I _{cu} : 40 ÷ 100 kA; Curva I - t (Ptos.)	70.0	35.0	12.0 6.0	>= 5 >= 5	0.35 0.35
SALIDA A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	T	M-G Compact C801/1001/1251H- STR35SE In: 1250 A; Un: 240 ÷ 690 V; I _{cu} : 40 ÷ 100 kA; Curva I - t (Ptos.)	70.0	35.0	12.0 5.8	>= 5 >= 5	0.35 0.35

, siendo:

- I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
- I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.
- T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.

Canalización

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
ESQUEMA GRUPO	Instalación al aire - T ^a : 40 °C Bandejas perforadas horizontales espaciadas	1.00
SALIDA A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Instalación al aire - T ^a : 40 °C Bandejas perforadas horizontales espaciadas	1.00

Como se observa, la línea permitirá el paso de la corriente demandada y estará totalmente protegida.

13.- LINEA INDIVIDUAL DEL GRUPO ELECTRÓGENO AUXILIAR (LIG)

Como se puede observar en el esquema presentado en la memoria descriptiva, del grupo saldrá la línea individual o LIG. Esta estará protegida por el cuadro del grupo, que cuenta con una protección general de 63 A

Los elementos que se alimentarán del contenedor del grupo generador de GNL, colgarán de la protección de 63 A del grupo auxiliar por lo que el cable a utilizar, teniendo en cuenta una potencia de 32 Kw, es cable del tipo **RZ1-K (AS) 0.6/1 kV 4x16 mm²** instalada en **bandeja lisa UNEX 60x100 con tapa superficiales**

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 63 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Línea

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
CUADRO GE AUXILIAR	T	17.50	1.00	Puente	RZ1 0.6/1 kV 4 x 16	86.0	25.3	0.01	0.01
SALIDA A GE GNL	T	17.50	1.00	10.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 16	86.0	25.3	0.16	0.17

, siendo:

- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.
- P Calc = Potencia calculada.
- Iz = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- Iuso = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- c.d.t. = Caída de tensión en la línea
- c.d.t. Acum = Caída de tensión acumulada en la línea

Protecciones

- **Sobrecarga**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	I uso (A)	Protecciones	Iz (A)	I tc (A)	1.45 x Iz (A)
CUADRO GE AUXILIAR	17.50	T	25.3	M-G Compact NS250N - TM.xD In: 63 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	86.0	81.9	124.7
SALIDA A GE GNL	17.50	T	25.3	EN60898 6kA Curva C In: 63 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	86.0	91.4	124.7

, siendo:

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- In = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- Itc = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

- **Cortocircuito**

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx mín (s)	Tp CC máx mín (s)
CUADRO GE AUXILIAR	T	M-G Compact NS250N - TM.xD In: 63 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	12.0 5.8	< 0.1 0.16	- 0.02
SALIDA A GE GNL	T	EN60898 6kA Curva C In: 63 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	11.6 3.4	< 0.1 0.46	- 0.10

, siendo:

- Icu = Intensidad de corte último del dispositivo.
- Ics = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la Icc en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- Tcable = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.
- Tp = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 64 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La verificación y certificación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Canalización

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
CUADRO GE AUXILIAR	Instalación al aire - T ^a : 40 °C Bandejas perforadas horizontales espaciadas	1.00
SALIDA A GE GNL	Instalación al aire - T ^a : 40 °C Bandejas perforadas horizontales espaciadas	1.00

Como se observa, la línea permitirá el paso de la corriente demandada y estará totalmente protegida.

14.- INSTALACIÓN INTERIOR

En este caso, la instalación interior no es objeto del proyecto, ya que se proyecta la instalación de enlace del grupo.

15.- SUMINISTROS COMUNES

No existen en esta instalación

16.- SUMINISTROS DE SEGURIDAD O COMPLEMENTARIOS

No existen en esta instalación

17.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS FRENTE AL FUEGO

En este caso, en la instalación no se observan zonas o locales de pública concurrencia, por lo que los materiales de la instalación no precisan tener características específicas frente al fuego.

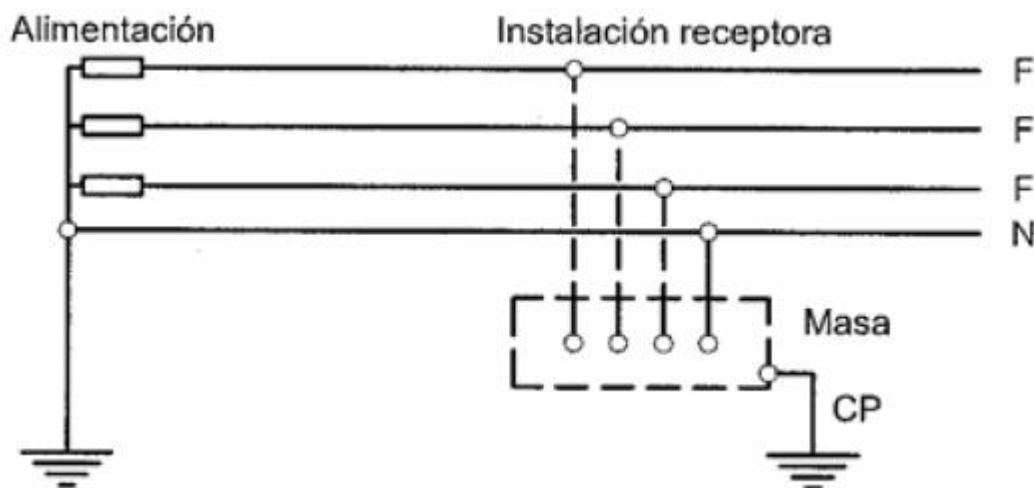
18.- INSTALACIÓN EN ZONAS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN (ATEX)

Tal y como se observan en los planos, no afectan las zonas ATEX a la instalación.

19.- PUESTA A TIERRA DE LOS GRUPOS GENERADORES

En este caso se realizará un sistema de distribución de neutro tipo TT, es decir, con el neutro del generador y las masas puestas a tierra en sistemas independientes.

Deberá realizarse puesta a tierra del neutro del generador y de las masas de la instalación conforme a uno de los tres posibles esquemas de distribución en función de la puesta a tierra del neutro y de las masas recogidos en la ITCBT 08, es decir, TN, TT o IT.



En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación.

19.1.-Puesta a tierra del grupo electrógeno

Todo generador necesita dos puestas a tierra:

- Una que proteja a las personas que manipulen dicho generador (puesta a tierra de herrajes)
- Una que establezca la producción de energía (puesta a tierra de neutro)

19.2.-Puesta a tierra de herrajes

Los puntos metálicos del generador que normalmente no deban estar en tensión se encuentran unidos internamente a un punto del mismo, que es la puesta a tierra de herrajes. Se simboliza por:



Como se indica en la memoria descriptiva, la puesta a tierra de protección del grupo estará formada por un conductor aislado de cobre de 35mm² que unirá todas las partes metálicas del mismo que no tienen que estar en tensión al electrodo de puesta a tierra. Normalmente los grupos

Justificativa

tienen un punto con el símbolo de tierra, en el que se tiene que realizar esta conexión, ya que todas las partes conductoras a proteger están conectadas a este borne.

A este conductor de cada grupo se unirá una pica de cobre de 2m de longitud, que se hincará en buena tierra a una profundidad mínima de 0,8m.

19.3.-Puesta a tierra de neutro

El generador se conectará de forma que, cuando este deba usarse proporcionará un sistema de neutro TT.

Para ello, se conectará directamente el neutro del generador a un electrodo de puesta a tierra. En este caso, dada la experiencia con el electrodo de BT, se conectará el neutro del generador a un electrodo formado por tres picas de cobre alineadas de cobre mediante cable de cobre aislado de 35mm².

Resistencia máxima del electrodo

Los valores máximos de resistencia de tierra, (R_T), en función de la sensibilidad del interruptor diferencial (I_{DN}) se calculan según la expresión:

$$R_T = U_c / I_{DN}$$

Para nuestro caso, U_c = 50V (24V para locales mojados), luego:

$$R_T = 50V / 0,03A = 1667\Omega$$

$$R_T = 24V / 0,03A = 800\Omega$$

A pesar de este valor, por indicación de la Consejería de Industria en Canarias, el valor de la resistencia a tierra en este tipo de instalaciones debe ser inferior a **37 Ω**.

Resistividad del terreno

En el apartado 2 de la ITC correspondiente del RD 337, se indica la necesidad de investigar las características del terreno, para realizar el proyecto de una instalación de tierra. Sin embargo, en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla 2 siguiente, en las que se dan unos valores orientativos.

Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1000A, si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200Ω.m deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad.

Tabla 2

Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500

VISADO TF29197/00
 FECHA 18-03-2019
 Pag. 67 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m
Arena silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Basalto o grava	3000 a 5000

En este caso, la tierra bajo el muelle o próxima a él debe ser de Arena silícea o basáltica, lo que indica que tiene resistividad sobre los 3000Ωm. Por este motivo se realizará un sistema de sustrato artificial, para el cual consideraremos, en un caso desfavorable que $\rho_s = 3000\Omega m$.

Teniendo en cuenta que según la tabla 4 de la ITC BT 18 del REBT, los terrenos de arena silícea o basáltica como el que nos ocupa, tiene un valor medio de resistividad de 3000Ωm, se calcula la resistencia del electrodo elegido:

$$R_p = (\rho/L) = (3000/2) = 1500\Omega$$

$$1/R_e = 1/R_{p1} + 1/R_{p2} + 1/R_{p3} = 1500\Omega$$

$$1/R_e = 1/1500 + 1/1500 + 1/1500$$

$$R_e = 500\Omega$$

A pesar de este valor, por indicación de la Consejería de Industria en Canarias, el valor de la resistencia a tierra en este tipo de instalaciones debe ser inferior a 37Ω por lo tanto, se mantendrá por debajo a este

19.4.-Puesta a tierra de las masas

Todas las masas deberán estar eléctricamente unidas entre sí y al sistema de puesta a tierra de las masas por medio de un conductor de sección apropiada, que podrá ser desnudo o con aislamiento amarillo-verde. En este caso se utilizará cable aislado de sección en función de la sección de los cables de fase de la línea correspondiente:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

(*) Con un mínimo de:
 2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica
 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica

Todos los conductores de protección de la instalación cumplen lo exigido.

19.5.-Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos.

19.5.1.- Separación de la tierra de los neutros de baja tensión

Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominara tierra de los neutros de baja tensión. El resto de los elementos tales como los pararrayos, permanecerán conectados a la tierra general de la instalación.

Cuando, de acuerdo con lo dicho anteriormente, se conecten los elementos anteriores a una tierra separada de la general del centro, se cumplirán las siguientes prescripciones:

- a) Las instalaciones de puesta a tierra deberán aislarse entre si para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas.
- b) La línea de puesta a tierra que une los elementos conectados a la tierra separada y su punto de puesta a tierra han de quedar aislados dentro de la zona de influencia de la tierra general. Dicha conexión se realizará estableciendo los aislamientos necesarios.
- c) Las instalaciones de baja tensión de los centros de transformación poseerán, con respecto a tierra, un aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el párrafo a).

En el caso de que el aislamiento propio del equipo de baja tensión alcance este valor, todos los elementos conductores del mismo que deban ponerse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, carcasas de aparatos, etc., se conectarán a la tierra general del centro, uniéndose a la puesta a tierra separada solamente los neutros de baja tensión.

Cuando el equipo de baja tensión no presente el aislamiento indicado anteriormente, los elementos conductores del mismo que deban conectarse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, carcasas de aparatos, etc., deberán montarse sobre aisladores de un nivel de aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el párrafo a). En este caso, dichos elementos conductores se conectarán a la puesta a tierra del neutro, teniendo entonces especial cuidado con las tensiones de contacto que puedan aparecer.

d) Las líneas de salida de baja tensión deberán aislarse dentro de la zona de influencia de la tierra general del centro teniendo en cuenta las tensiones señaladas en el párrafo a). Cuando las líneas de salida sean en cable aislado con envolventes conductoras, deberá tenerse en cuenta la posible transferencia al exterior de tensiones a través de dichas envolventes.

19.5.2.- Separación entre la puesta a tierra general y la del neutro de BT

La distancia mínima de separación entre ambas puestas a tierra viene dada por la expresión:

$$D = \frac{\rho t \cdot I_E}{2.1000 \cdot \pi}$$

Donde: ρt : resistividad del terreno en [Ohm · m]

I_d : intensidad de defecto [A]

D: distancia mínima de separación [m]

Distancia con respecto al Centro de Transformación:

$$D = \frac{\rho t \cdot I_E}{2.1000 \cdot \pi} = \frac{200.500}{2.1000 \cdot \pi} \approx 16m$$

En cualquier caso, esta distancia de separación no será inferior a 16m.

19.6.-Distancia entre puesta a tierra del neutro de BT y otras puestas a tierra ajenas a la instalación

La puesta a tierra del neutro de BT estará separada como mínimo 1,5m de la proyección vertical de la fachada de cualquier edificio o elemento de puesta a tierra de protección en BT así como de cualquier canalización metálica.

20.- RESUMEN PUESTA A TIERRA

La configuración elegida para el electrodo de puesta a tierra de servicio de BT, cuyas características son las siguientes:

Geometría del sistema: Picas alineadas
Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
Numero de picas: 3
Longitud de las picas: 2 metros
Distancia entre picas: 6 metros

21.- SISTEMA DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO

La instalación objeto de este proyecto no constituye un edificio, aunque se ha tomado el grupo como si lo fuese, con una altura media de 3m.

Según indica el DB SU 8, Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo, será necesaria la instalación de un sistema de protección cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ (nº impactos/año)}$$

, donde:

- N_g densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km²), obtenida según la figura 1.1;
- A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- C_1 : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.



Mapa de densidad de impactos sobre el terreno Ng

Tabla 1.1 Coeficiente C₁

Situación del edificio	C ₁
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Así para nuestro caso:

- Ng = 1
- Ae = 904m²
- C₁ = 0,5
- Ne = 0,0005

El riesgo admisible, Na, puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} \times 10^{-3}$$

siendo:

C₂ coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2;

C₃ coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3;

C₄ coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4;

C₅ coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.

Tabla 1.2 Coeficiente C₂

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C₃

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C₄

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C₅

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Así para nuestro caso:

- $C_2=0,5$
- $C_3=1$
- $C_4=1$
- $C_5=1$
- $N_a= 0,01$

Resumiendo:

- $N_e= 0,0005$
- $N_a= 0,01$

$N_e < N_a \rightarrow$ NO es necesaria la instalación de protección frente al riesgo de rayos en el establecimiento.

22.- CÁLCULOS LUMÍNICOS

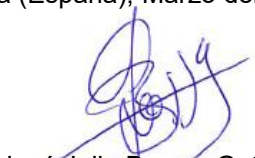
22.1.-Alumbrado interior

No se observa alumbrado interior en la instalación.

22.2.-Alumbrado exterior

No se observa alumbrado exterior en la instalación.

Las Palmas de Gran Canaria (España), Marzo del 2019



José Julio Brossa Gutierrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



ÍNDICE

1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.	4
2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD	4
2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.	4
2.2.- PRESUPUESTO DE CONTRATO ESTIMADO.	4
2.3.- DURACIÓN ESTIMADA Y Nº DE TRABAJADORES.	4
2.4.- VOLUMEN DE LA OBRA ESTIMADO.	4
3.- RECURSOS CONSIDERADOS.	4
3.1.- MATERIALES.	4
3.2.- ENERGÍAS Y FLUIDOS.	5
3.3.- MANO DE OBRA.	5
3.4.- HERRAMIENTAS.	5
4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS	6
5.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA	8
6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.	11
6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.	12
6.2.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.	12
6.2.1.- Estabilidad y solidez.	12
6.2.2.- Instalaciones de suministro y reparto de energía.	13
6.2.3.- Vías y salidas de emergencia.	13
6.2.4.- Detección y lucha contraincendios.	14
6.2.5.- Ventilación.	14
6.2.6.- Exposición a riesgos particulares.	14
6.2.7.- Temperatura.	14
6.2.8.- Iluminación.	14
6.2.9.- Puertas y portones.	15
6.2.10.- Vías de circulación y zonas peligrosas.	16
6.2.11.- Muelles y rampas de descarga.	16
6.2.12.- Espacio de trabajo	16
6.2.13.- Primeros auxilios.	16
6.2.14.- Servicios higiénicos.	17
6.2.15.- Locales de descanso o de alojamiento.	18
6.2.16.- Mujeres embarazadas y madres lactantes.	18
6.2.17.- Trabajos de minusválidos.	18
6.2.18.- Disposiciones varias.	19
6.2.19.- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obras en el interior de locales.	19

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 74 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



7.- NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA.	19
7.1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA	19
7.1.1.- <i>Riesgos más frecuentes durante la instalación.</i>	20
7.1.2.- <i>Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación.</i>	20
7.1.3.- <i>Normas de Actuación Preventiva.</i>	20
7.1.4.- <i>Intervención en instalaciones eléctricas</i>	21
7.1.5.- <i>Herramientas Eléctricas Portátiles:</i>	22
7.1.6.- <i>Herramientas Eléctrica Manuales:</i>	23
7.1.7.- <i>Lámparas Eléctricas Portátiles:</i>	23
7.1.8.- <i>Medios de Protección Personal.</i>	24
7.1.9.- <i>Medios de protección</i>	25
8.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.	27
9.- REVISIONES Y/O MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	47

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 75 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En cumplimiento de lo dispuesto en el Art.4 Ap.2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se redacta el presente estudio de Seguridad y Salud.

El estudio precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia. Además se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD

Conjunto de trabajos de construcción relativos a acopios, premontaje, transporte, elevación, montaje, puesta en obra y ajuste de una instalación de un grupo electrógeno

2.1.- Descripción de la obra.

Instalación de un grupo generador de GNL, un grupo eletrogeno auxiliar y su instalación de enlace.

2.2.- Presupuesto de contrato estimado.

Se trata de una obra cuyo presupuesto de ejecución material (PEM) estimado, asciende a la cantidad **CUARENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS CIENCIENTA Y TRES CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS (48.853,63 euros)**

2.3.- Duración estimada y nº de trabajadores.

Se calcula factible su realización en un plazo de 20 días, con una media de 2 operarios durante la ejecución de la misma.

2.4.- Volumen de la obra estimado.

Establecer el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal, la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra. estimándose en 40 jornadas.

3.- RECURSOS CONSIDERADOS.

3.1.- Materiales.

Tuberías en distintos materiales (cobre, hierro, PVC) y accesorios.

Estopas, teflones.

Grapas y tornillería.

Siliconas, pegamentos, cementos químicos.
Espumas para aislamiento térmico y acústico.
Disolvente, desengrasantes, desoxidantes.
Sistema de depuración

3.2.- Energías y fluidos.

Agua.
Electricidad.
Combustibles líquidos (gasoil, gasolina).
Esfuerzo humano.

3.3.- Mano de obra.

Responsable técnico.
Mando Intermedio.
Oficial.
Peones especialistas.

3.4.- Herramientas.

Eléctricas portátiles

Esmeriladora radial para metales.
Taladradora.
Martillo picador eléctrico.
Multímetro
Chequeador portátil de la instalación

Herramientas combustibles.

Pistola clavadora.
Equipo de soldadura de propano o butano.

Herramientas de mano.

Sierra de arco para metales.
Cizallas.
Palancas.
Caja completa de herramientas.
Reglas, escuadras, nivel, plomada.

Cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.

Herramientas de tracción.

Ternales, trócolas y poleas.

Maquinaria.

Motores eléctricos.

Motores de explosión.

Sierra de metales, grúa, cabrestante.

Excavadora

Medios Auxiliares.

Andamio de estructura tubular.

Andamio rodante.

Andamio de borriquetas.

Toldos, redes, cuerdas.

Escaleras de mano.

Grúas.

Cabrestante.

Montacargas.

Señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos.

Letreros de advertencia a terceros.

4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de " Riesgos de accidente y enfermedad profesional ", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto "Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

GRADO DE RIESGO		Severidad		
		Alta	Media	Baja
Probabilidad	Alta	<i>Muy Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>
	Media	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>
	Baja	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>	<i>Muy Bajo</i>

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

- (Alto) Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.
- (Medio) Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.
- (Bajo) Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.
- Alta: Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.
- Media: Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.
- Baja: Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.
- N/P: Riesgo que no procede.

5.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Tras el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

EVALUACIÓN DE RIESGOS										
Actividad: INSTALACION DE BT										
Centro de trabajo: Local					Evaluación nº: 1					
Sección:										
Puesto de Trabajo: Electricista					Fecha: 27/05/19					
Evaluación:		Período:			Hoja nº: 1					
		Inicial								
Riesgos					Probabilidad			Severidad		Evaluación
					/P					G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel										MODERADA.
02.- Caídas de personas al mismo nivel										MEDIA
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento										MEDIA
04.- Caídas de objetos en manipulación										BAJA
05.- Caídas de objetos desprendidos										MEDIA
06.- Pisadas sobre objetos										BAJA
07.- Choque contra objetos inmóviles										BAJA
08.- Choque contra objetos móviles										BAJA
09.- Golpes por objetos y herramientas										BAJA
10.- Proyección de fragmentos o partículas										BAJA
11.- Atrapamiento por o entre objetos										MEDIA
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.										MEDIA
13.- Sobreesfuerzos										MEDIA

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 80 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas									NO PROC.
15.- Contactos térmicos									NO PROC.
16.- Exposición a contactos eléctricos									ALTA
17.- Exposición a sustancias nocivas									BAJA
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas									BAJA
19.- Exposición a radiaciones									BAJA
20.- Explosiones									MEDIA
21.- Incendios									MEDIA
22.- Accidentes causados por seres vivos									NO PROC.
23.- Atropello o golpes con vehículos									MEDIA
24.- E.P. producida por agentes químicos									MUY BAJA
25.- E.P. infecciosa o parasitaria									NO PROC.
26.- E.P. producida por agentes físicos									MUY BAJA
27.- Enfermedad sistemática									NO PROC.
28.- Otros									NO PROC.

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 81 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



GESTION DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA					
Actividad: INSTALACIÓN DE BT					
Centro de trabajo:			Evaluación nº: 1		
			Fecha: May 27, 2019		
Sección:					
Puesto de Trabajo:			Hoja nº 2		
Riesgos	Medidas de control	Formación e información	No rmas de Trabajo	Riesgo Controlado	
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Protecciones colectivas y E.P.I.	X	X		X
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Orden y limpieza	X	X		X
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Protecciones colectivas	X	X		X
04.- Caídas de objetos en manipulación	E.P.I.	X	X		X
05.- Caídas de objetos desprendidos	Protección colectiva	X	X		X
06.- Pisadas sobre objetos	Orden y Limpieza	X	X		X
07.- Choque contra objetos inmóviles		X	X		X
08.- Choque contra objetos móviles	Protecciones colectivas	X	X		X
09.- Golpes por objetos y herramientas	E.P.I.	X	X		X
10.- Proyección de fragmentos o partículas	Gafas o pantallas de seguridad (E.P.I.)	X	X		X
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X	X		X
12.- Atrapamiento por vuelco .	Manejo correcto	X	X		X
13.- Sobreesfuerzos	Limitación de pesos y levantamiento correcto	X	X		X
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas					X

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 82 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



15.- Contactos térmicos	Cumplir el R.E.B.T. y normas de seguridad	X	X		X
16.- Exposición a contactos eléctricos	Cumplimiento R.E.B.T. y uso de E.P.I.	X	X		X
17.- Exposición a sustancias nocivas	E.P.I.	X	X		X
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	E.P.I.	X	X		X
19.- Exposición a radiaciones	E.P.I.	X	X		X
20.- Explosiones	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X	X	
21.- Incendios	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X	X	
22.- Accidentes causados por seres vivos				X	
23.- Atropello o golpes con vehículos	Normas de circulación y pasillo de seguridad	X	X		X
24.- E.P. producida por agentes químicos	E.P.I.	X	X		X
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X	
26.- E.P. producida por agentes físicos	E.P.I.	X	X		X
27.- Enfermedad sistemática				X	
28.- Otros				X	

6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.

Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.

Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.

Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994)

Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados)

, así como las disposiciones legales de carácter obligatorio que recoge el Pliego de Condiciones.

6.1.- Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra.

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
-

6.2.- Disposiciones mínimas de seguridad y salud a aplicar en las obras.

- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

6.2.1.- Estabilidad y solidez.

Se deberá asegurarse la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan un resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de forma segura.

6.2.2.- Instalaciones de suministro y reparto de energía.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiada a su tipo de utilización.

- a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

- b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

- c) La realización y la elección de material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

6.2.3.- Vías y salidas de emergencia.

Las vías y salidas de emergencia deberá permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

En todos los centro de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales indebles y preferentemente iluminadas o fluorescentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dichas señales deberán fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de evacuación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas bajo ningún concepto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en ningún momento.

6.2.4.- Detección y lucha contra incendios.

Se deberá disponer de extintores de polvo polivalente para la lucha contra incendios.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

6.2.5.- Ventilación.

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

6.2.6.- Exposición a riesgos particulares.

En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (gases, vapores, polvo, etc.).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberá adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

6.2.7.- Temperatura.

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

6.2.8.- Iluminación.

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural.

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

- Zonas de paso 20 lux.
- Zonas de trabajo 200-300 lux.
- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad
- Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total del uso de iluminación a llama.

6.2.9.- Puertas y portones.

a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.

b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.

c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones., salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

f) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.

g) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

- h) Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- i) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

6.2.10.- Vías de circulación y zonas peligrosas.

- a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda la seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

6.2.11.- Muelles y rampas de descarga.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

- a) Los muelles y rampas de carga deberá ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.
- b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

6.2.12.- Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

6.2.13.- Primeros auxilios.

- a) Será de responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.
- b) Se deberá disponer de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.(Botiquín).

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

6.2.14.- Servicios higiénicos.

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

d) Los vestuarios duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

6.2.15.- Locales de descanso o de alojamiento.

a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.

c) Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

d) Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.

Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

f) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

g) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

6.2.16.- Mujeres embarazadas y madres lactantes.

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

6.2.17.- Trabajos de minusválidos.

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta , en su caso a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

6.2.18.- Disposiciones varias.

- a) El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

- b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

- c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

6.2.19.- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obras en el interior de locales.

ESTABILIDAD Y SOLIDEZ.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

SUELOS, PAREDES Y TECHOS DE LOS LOCALES.

- a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.

- b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.

- c) Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

DIMENSIONES

Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o bienestar.

7.- NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA.

7.1.- Instalación Eléctrica

7.1.1.- Riesgos más frecuentes durante la instalación.

- a) Caída de personas al mismo nivel.
- b) Caídas de personas a distinto nivel.
- c) Cortes por manejo de herramientas manuales.
- d) Cortes por manejo de las guías conductores.
- e) Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- f) Golpes por herramientas manuales.
- g) Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- h) Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
- i) Otros.

7.1.2.- Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación.

- a) Electrocuación o quemaduras por mala protección de cuadros eléctricos.
- b) Electrocuación o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- c) Electrocuación o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.
- d) Electrocuación o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección.
- e) Electrocuación o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.
- f) Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- g) Otros.

7.1.3.- Normas de Actuación Preventiva.

- Se dispondrá de almacén para acopio de material eléctrico.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez protegido el hueco de ella misma con una red horizontal de seguridad, para eliminar el riesgo de caída desde altura.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios de borriquetas), se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la planta "techo" y la planta de "apoyo" en la que se realizan los trabajos, tal, que evite el riesgo de caída desde altura.
- La instalación eléctrica en (terrazas, tribunas, balcones, vuelos, etc. - usted define-), sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez instalada una red tensa de seguridad entre las plantas "techo" y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.
- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

7.1.4.- Intervención en instalaciones eléctricas

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

El circuito se abrirá con corte visible.

Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.

Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".

Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.

Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de Trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberá ser homologado.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

- En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.
- Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislante (vinilo).
- En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalará y delimitará la zona de riesgo.

7.1.5.- Herramientas Eléctricas Portátiles:

- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no podrá exceder de 250 Voltios con relación a tierra.
- Las herramientas eléctricas utilizadas portátiles en las obras de construcción de talleres, edificios etc, serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando se trabaje con estas herramientas en recinto de reducidas dimensiones con paredes conductoras (metálicas por ejemplo) y en presencia de humedad, estas deberán ser alimentadas por medios de transformadores de separación de circuito.
- Los transformadores de separación de circuito llevarán la marca y cuando sean de tipo portátil serán de doble aislamiento con el grado de IP adecuado al lugar de utilización.
- En la ejecución de trabajos dentro de recipientes metálicos tales como calderas, tanques, fosos, etc, los transformadores de separación de circuito deben instalarse en el exterior de los recintos, con el objeto de no tener que introducir en estos cables no protegidos.
- Las herramientas eléctricas portátiles deberán disponer de un interruptor sometido a la presión de un resorte, que obligue al operario a mantener constantemente presionado el interruptor, en la posición de marcha.
- Los conductores eléctricos serán del tipo flexible con un aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.

- Las herramientas portátiles eléctricas no llevarán hilo ni clavija de toma de tierra.

7.1.6.- Herramientas Eléctrica Manuales:

- Deberán estar todas Homologadas según la Norma Técnica Reglamentaria **CE** sobre "Aislamiento de Seguridad de las herramientas manuales utilizadas en trabajos eléctricos en instalaciones de Baja Tensión".

- Las Herramientas Eléctricas Manuales podrán ser dos tipos:

Herramientas Manuales: Estarán constituidas por material aislante, excepto en la cabeza de trabajo, que puede ser de material conductor.

Herramientas aisladas: Son metálicas, recubiertas de material aislante.

- Todas las herramientas manuales eléctrica llevarán un distintivo con la inscripción de la marca CE, fecha y tensión máxima de servicio 1.000 Voltios".

7.1.7.- Lámparas Eléctricas Portátiles:

- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

- Deberán responder a las normas **UNE 20-417** y **UNE 20- 419**

- Estar provistas de una reja de protección contra los choques.

- -Tener una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua.

- -Un mango aislante que evite el riesgo eléctrico.

- Deben estar construídas de tal manera que no se puedan desmontar sin la ayuda de herramientas.

- Cuando se utilicen en locales mojados o sobre superficies conductoras su tensión no podrá exceder de 24 Voltios.

- Serán del grado de protección **IP** adecuado al lugar de trabajo.

- Los conductores de aislamiento serán del tipo flexible, de aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.

7.1.8.- Medios de Protección Personal.

Ropa de trabajo:

- Como norma general deberá permitir la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo efectúe.
- La ropa de trabajo será incombustible.
- No puede usar pulseras, cadenas, collares, anillos debido al riesgo de contacto accidental.

Protección de cabeza:

- Los cascos de seguridad con barbuquejo que deberán proteger al trabajador frente a las descargas eléctricas. Estar homologados clase E-AT con marca **CE**. Deberán ser de "clase -N", además de proteger contra el riesgo eléctrico a tensión no superior a 1000 Voltios, en corriente alterna, 50 Hz.
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

Protección de la vista:

- Las gafas protectoras deberán reducir lo mínimo posible el campo visual y serán de uso individual.
- Se usarán gafas para soldadores según la norma y la marca CE, con grado de protección 1,2 que absorben las radiaciones ultravioleta e infrarroja del arco eléctrico accidental.

Gafas antiimpacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.

Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil.

Protección de Pies:

- Para trabajos con tensión:
- Utilizarán siempre un calzado de seguridad aislante y con ningún elemento metálico, disponiendo de:
- Plantilla aislante hasta una tensión de 1000 Voltios, corriente alterna 50 Hz.y marcado CE.

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

- En caso de que existiera riesgo de caída de objetos al pie, llevará una puntera de material aislante adecuada a la tensión anteriormente señalada.
- Para trabajos de montaje:
- Utilizarán siempre un calzado de seguridad con puntera metálica y suela antideslizante. Marcado CE.

Guantes aislantes:

- Se deberán usar siempre que tengamos que realizar maniobras con tensión serán dieléctrica. Homologados Clase II (1000 v) con marca **CE** " Guantes aislantes de la electricidad" , donde cada guante deberá llevar en un sitio visible el marcado CE. Cumplirán las normas Une 8125080. Además para uso general dispondrán de guantes "tipo americano" de piel foja y lona para uso general.
- Para manipulación de objetos sin tensión, guantes de lona, marcado CE p

Cinturón de seguridad.

- Faja elástica de sujeción de cinturón, clase A, según norma UNE 8135380 y marcado CE.

Protección del oído.

- Se dispondrán para cuando se precise de protector antiruido Clase C, con marcado CE.

7.1.9.- Medios de protección

- Banquetas de maniobra.

Superficie de trabajo aislante para la realización de trabajos puntuales de trabajos en las inmediaciones de zonas en tensión. Antes de su utilización, es necesario asegurarse de su estado de utilización y vigencia de homologación.

La banqueta deberá estar asentada sobre superficie despejada, limpia y sin restos de materiales conductores. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puesta a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la superficie aislante y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En determinadas circunstancias en las que existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra eléctrica, no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe estar señalizada.

- Pértiga.

Estas pértigas deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación en la que van a ser utilizadas.

Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior y que no esté húmeda ni sucia.

Si la pértiga lleva un aislador, debe comprobarse que esté limpio y sin fisuras o grietas.

- Comprobadores de tensión.

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Para la utilización de éstos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banqueta o alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

- Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito.

La puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que debe efectuarse el trabajo, debe realizarse mediante un dispositivo especial, y las operaciones deben realizarse en el orden siguiente:

Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.

- Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo.

Bien sea en la tierra existente entre las masas de las instalaciones y/o soportes.

Sea en una pica metálica hundida en el suelo en terreno muy conductor o acondicionado al efecto (drenaje, agua, sal común, etc.).

En líneas aéreas sin hilo de tierra y con apoyos metálicos, se debe utilizar el equipo de puesta a tierra conectado equipotencialmente con el apoyo.

Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si éste está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.

Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano. En B.T., las pinzas podrán colocarse a mano, a condición de utilizar guantes dieléctricos, debiendo además el operador mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.

Para retirar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en orden inverso.

8.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.

- Escaleras de mano.
- Manipulación de sustancias químicas.
- Trabajos de soldadura oxiacetilénica y corte.
- Manejo de Herramientas manuales.
- Manejo de herramientas punzantes.
- Pistolas fijaclavos.
- Manejo de herramientas de percusión.
- Manejo de cargas sin medios mecánicos.
- Máquinas eléctricas portátiles.
- Grúas.
- Cabrestante.
- Montacargas.
- Andamios de borriqueta.
- Andamios de estructura tubular.
- Protecciones y resguardos de máquinas.
- Señalización.
- Cinta de señalización.
- Cinta de delimitación. Zona de trabajo.
- Albañilería (Ayudas).

Escaleras de mano

- Las escaleras de mano ofrecerán siempre las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad, y, en su caso, de aislamiento o incombustión.

- Las escaleras de mano de madera deben tener sus largueros de una sola pieza y los peldaños deben estar ensamblados a ellas y no simplemente clavados. Deben prohibirse todas aquellas escaleras y borriquetas construidas en el tajo mediante simple clavazón.

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

- Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente, en evitación de que queden ocultos sus posibles defectos.

- Las escaleras serán de madera o metal, deben tener longitud suficiente para sobrepasar en 1 m al menos la altura que salvan, y estar dotadas de dispositivos antideslizantes en su apoyo o de ganchos en el punto de desembarque.

- Deben prohibirse empalmar escaleras de mano para salvar alturas que de otra forma no alcanzarían, salvo que de Fábrica vengan dotadas de dispositivos especiales de empalme, y en este caso la longitud solapada no será nunca inferior a cinco peldaños. a menos de que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a siete metros.

- Para alturas mayores de siete metros será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad. Las escaleras de carro estarán provistas de barandillas y otros dispositivos que eviten las caídas.

- Precauciones:

a) Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.

b) Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior.

c) Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en un metro los puntos superiores de apoyo.

d) El ascenso, descenso y trabajo se hará siempre de frente a las mismas.

e) Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.

f) No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.

g) Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de pesos superiores a 25 kilogramos.

h) La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

- Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cadenas o cables que impidan su apertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.
- La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo, será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

Manipulación de sustancias químicas

En los trabajos eléctricos se utilizan sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud. Encontrándose presente en productos tales, como desengrasantes, disolventes, ácidos, pegamento y pinturas; de uso corriente en estas actividades.

Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc.

Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:

Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según la legislación vigente).

Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.

No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.

Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.

En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados o mal ventilados se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.

Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas.

No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

Trabajos de Soldadura Oxiacetilénica y Corte.

- Los manómetros, válvulas reductoras, mangueras y sopletes, estarán siempre en perfectas condiciones de uso.

- No deben estar engrasados no ser limpiados o manipulados con trapos u otros elementos que contengan grasas o productos inflamables.

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

www.cmningeneria.com

- Todos los sopletes estarán dotados o provistos de válvulas antiretroceso, comprobándose antes de iniciar el trabajo el buen estado de los mismos.

- Las botellas de oxígeno y acetileno, tanto llenas como vacías, deben estar siempre en posición vertical y aseguradas contra vuelcos o caídas. Se evitarán también los golpes sobre las mismas.

- Nunca se almacenarán o colocarán las borellas en proximidades de focos de calor o expuestas al sol, ni en ambientes excesivamente húmedos, o en contacto con cables eléctricos.

- Todas las botellas que no estén en uso deben tener el tapón protector roscado.

- Las botellas vacías se marcarán claramente con la palabra "VACIA", retirándose del sitio de trabajo al lugar de almacenamiento, que será claramente distinto del de las botellas llenas y separando entre sí las de los diversos gases.

- Para traslado o elevación de botellas de gas u oxígeno con equipos de izado queda prohibido el uso de eslingas sujetas directamente alrededor de las botellas. Se utilizará una jaula o cestón adecuado. No se puede izar botellas por la tapa protectora de la válvula.

- Estos trabajos de soldadura serán siempre realizados por personal que previamente haya recibido formación específica para su correcta realización.

- En general en todos los trabajos de soldadura y corte se emplearán, siempre que sea posible, los medios necesarios para efectuar la extracción localizada de los humos producidos por el trabajo. Como mínimo, se forzarán mediante ventilación, el alejamiento de los humos de la zona en que se encuentra el operario.

- Las prendas de protección exigibles para todos estos trabajos de soldadura, tanto eléctrica como oxiacetilénica, serán las siguientes.
 - a) Gafas de protección contra impactos y radiaciones.
 - b) Pantallas de soldador.
 - c) Guantes de manga larga.
 - d) Botas con puntera y suela protegida y de desprendimiento
 - e) rápido.
 - f) Polainas.
 - g) Mandiles.

Manejo de herramientas manuales

Causas de riesgos:

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

www.cmningeneria.com

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "sin situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolongar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca, a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

Medidas de Prevención:

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Medidas de Protección:

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antimpactos.

Manejo de herramientas punzantes

Causas de los riesgos:

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de Prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles.
- En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de Protección:

- Deben emplearse gafas antimpactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza par asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma nos" o similar).

Pistola fijaclavos

- Deberá de ser de seguridad ("tiro indirecto") en la que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope de final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de "Tiro directo", tienen el mismo peligro que un arma de fuego.
- El operario que la utilice, debe estar habilitado para ello por su Mando Intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad.
- El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas antimpactos.
- Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola.
- Al manipular la pistola, cargarla, limpiarla, etc., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo.
- No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares.
- Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar.
- La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro.

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

- La pistola debe transportarse siempre descargada y aún así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

Manejo de herramientas de percusión

Causas de los riesgos:

- Mangos inseguros, rajados o ásperos.
- Rebabas en aristas de cabeza.
- Uso inadecuado de la herramienta.

Medidas de Prevención:

- Rechazar toda maceta con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

Medidas de Protección:

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

Manejo de cargas sin medios mecánicos

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.
- Agacharse doblando las rodillas.
- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.

Para el manejo de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.

- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
- Se prohíbe levantar más de 25 kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.
- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.
- Entregar el material, no tirarlo.
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.
- Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas.
- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.
- En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.
- Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbale.

Máquinas eléctricas portátiles

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.

- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.
- Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v. como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos.
- El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

Taladro:

- Utilizar gafas antipacto o pantalla facial.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara en polvo fino utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).
- Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.

Esmeriladora circular:

- El operario se equipará con gafas anti-impacto, protección auditiva y guantes de seguridad.
- Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina.
- Se comprobará que la protección del disco está sólidamente fijada, desechándose cualquier máquina que carezca de él.
- Comprobar que la velocidad de trabajo de la máquina no supera, la velocidad máxima de trabajo del disco. Habitualmente viene expresado en m/s o r.p.m. para su conversión se aplicará la fórmula:

$$m/s = (r.p.m. \times 3,14 \times \varnothing) / 60$$

Siendo \varnothing = diámetro del disco en metros.

- Se fijarán los discos utilizando la llave específica para tal uso.
- Se comprobará que el disco gira en el sentido correcto.

- Si se trabaja en proximidad a otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas.
- No se soltará la máquina mientras siga en movimiento el disco.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.

Grúas

- Los elementos de las grúas se constituirán y montarán con los factores de seguridad siguientes, para su carga máxima nominal:

- Tres, para ganchos empleados en los aparatos accionados a mano.
- Cuatro, para ganchos en los accionados con fuerza motriz.
- Cinco, para aquellos que se empleen en izado o transporte de materiales peligrosos.
- Cuatro para los miembros estructurales.
- Seis, para los cables izadores.
- Ocho, para los mecanismos y ejes de izar.
- Estarán provistos de lastres o contrapesos en proporción a la carga a soportar.
- Se asegurará previamente la solidez y firmeza del suelo.
- Las grúas montadas en el exterior deberán ser instaladas teniendo en cuenta los factores de presión del viento.
- Para velocidades superiores a 80 Kilómetros - Hora se dispondrán de medidas especiales mediante anclaje, macizos de hormigón o mediante tirantes metálicos.
- Las grúas móviles estarán dotadas de topes o ménsulas de seguridad.
- Las cabinas se instalarán de modo que el maquinista tenga durante toda la operación el mayor campo de visibilidad posible. Las cabinas de grúas situadas a la intemperie serán cerradas y provistas de ventanas en todos sus lados.
- Tanto los puentes grúa como las grúas de botonera serán manejadas únicamente por personal que haya recibido formación específica para estos trabajos. Queda

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

terminantemente prohibido el empleo de las grúas por otras personas distintas de las anteriores. Serán reponsables, de los peligros y anomalías que puedan ocasionar, el operario que maneja la grúa y el mando que haya autorizado su utilización .

- Diariamente el gruista, antes de iniciar el trabajo, revisará todos los elementos propios de la grúa sometidos a esfuerzos.

- La supervisión de las cadenas, eslingas, etc. será responsabilidad del operario que efectúa el enganche de la carga.

- Cualquier anomalía que detecte el gruista en el correcto funcionamiento de la grúa será inmediatamente comunicada a su encargado, quien la transmitirá para que se efectúe la reparación.

- La carga máxima indicada en la placa que obligatoriamente debe llevar cada grúa, no debe ser sobrepasada por ningún motivo.

- Siempre que sea necesario el gruista utilizará el cinturón de seguridad para desplazarse hasta la cabina de la grúa.

- En las operaciones que se realizan entre el gruista y otra persona que dirige la maniobra, aquel ejecutará siempre las órdenes que éste último le indique.

- Durante el transporte de materiales con las grúas de botonera, el gruista debe estar constantemente pendiente de la maniobra que realiza, evitando oscilaciones de la carga y advirtiendo al resto del personal que pueda encontrarse en el recorrido de la misma.

- El gruista en ningún caso pasará la carga sobre personas. En caso necesario hará sonar el claxon o sirena para advertir del paso de la misma.

- El gruista no levantará ni transportará cargas mal eslingadas. Comprobará el equilibrio de la carga, izándola unos centímetros sobre el nivel del suelo antes de la maniobra definitiva.

- Queda prohibido maniobrar la grúa con algún trabajador subido en la carga, excepto cuando se utilicen las plataformas habilitadas para estas situaciones.

- El izado de la carga se realizará siempre en sentido vertical, estando prohibido arrastrar la carga con los cables inclinados (en diagonal).

- En el caso de que dos grúas trabajen al mismo nivel se evitará de forma absoluta el choque entre ellas.

- La velocidad de desplazamiento de la grúa será en todo momento la adecuada para poder dominar la carga. Se evitará el frenado brusco de las grúas.

- Todos los gruistas que manejen los puentes grúa están obligados a efectuar los reconocimientos médicos periódicos o especiales establecidos por la empresa.

- Al finalizar el trabajo y antes de abandonar la cabina, el gruista comprobará que ha efectuado las siguientes operaciones:

- a) Desconectar o parar la grúa.
- b) No dejar ninguna carga suspendida.
- c) Estacionar la grúa en sitio adecuado.

- Las protecciones personales que deben emplearse para realizar determinadas fases de estos trabajo, con los riesgos específicos que se pretende combatir, serán los siguientes:

- Casco protector de la cabeza de seguridad.
- Botas seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección.
- Ropa adecuada de trabajo (no debe ser excesivamente holgada).
- Cinturón de seguridad.

Cabrestante.

La fijación del cabrestante se efectuará a elementos no dañados del forjado, empleando tres puntos de anclaje que abarque tres viguetas cada uno.

El sistema de contrapesos está totalmente prohibido, como sistema de lastrado del cabrestante.

Se dispondrá una barandilla delantera de manera que el maquinista se encuentre protegido. La altura de esta barandilla será de 0.90 m. de una resistencia de 150 kg por metro lineal.

El cable de alimentación desde cuadro secundario, estará en perfecto estado de conservación.

Es necesaria una eficaz toma de tierra y un disyuntor diferencial para eliminar el riesgo de electrocución.

Los mecanismos estarán protegido mediante las tapas que el aparato trae de fábrica, como mejor modo de evitar atrapamiento o desgarros.

La carga admisible deberá figurar en lugar bien visible de la máquina.

El cable irá provisto de un limitador de altura poco antes del gancho. Este limitador pulsará un interruptor que parará la elevación antes de que el gancho llegue a golpear la pluma del cabrestante y produzca la caída de la carga izada. Se impedirá que el maquinista utilice este limitador como forma asidua de parar, porque podría quedar inutilizado, pudiendo llegar a producirse un accidente en cualquier momento.

El gancho irá provisto de aldaba de seguridad, para evitar que se desprendan las cargas en una mala maniobra. Este gancho se revisará cada día, antes de comenzar el trabajo.

El lazo del cable para fijación del gancho de elevación, se fijará por medio de tres perrillo o bridas espaciadas aproximadamente 8 cm. entre si, colocándose la palanca de ajuste y las tuercas del lado del cable sometido a tracción.

Se revisará diariamente el estado del cable, detectando deshilachados, roturas o cualquier otro desperfecto que impida el uso de estos cables con entera garantía así como las eslingas.

El maquinista se situará de forma que en todo momento vea la carga a lo largo de su trayectoria. De no poder verla, se utilizará además un señalista.

El maquinista utilizará en todo momento el cinturón de seguridad, con la longitud necesaria para un correcto desempeño de sus labores, pero sin que pueda verse amenazada su seguridad.

El lugar de enganche del cinturón será un punto fijo de edificio que tenga suficiente resistencia, nunca el maquinillo, pues en caso de caerse éste arrastraría consigo al maquinista.

El operario que recoge la carga, deberá también hacer uso del cinturón de seguridad.

El operario que engancha la carga deberá asegurarse de que ésta queda correctamente colocada, sin que pueda dar lugar a basculamiento.

Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo; hacer tracción oblicua de las mismas; dejar cargas suspendidas con la máquina parada o intentar elevar cargas sujetas al suelo o a algún otro punto.

Estará prohibido circular o situarse bajo la carga suspendida.

Para la elevación de las cargas se utilizarán recipientes adecuados.

Nunca se empleará la carretilla común, pues existe grave peligro de desprendimiento o vuelco del material transportado si sus brazos golpean con los forjados.

Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

Medios de Protección Personal.

Casco homologado con barbuquejo, marcado CE.

Protectores antiruido clase C.

Gafas antiimpacto homologadas clase D.

Gafas panorámicas homologadas.

Gafas tipo cazoleta.

Guantes "tipo americano", de piel flor y lona, de uso general.

Guantes de precisión en piel curtido al cromo.

Botas de seguridad Clase II.

Cinturón de seguridad anticaídas con arnes clase C y dispositivos de anclaje y retención.

Ropa de trabajo cubriendo la totalidad de cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:

Será de tejido ligero y flexigle, que permita una fácil limpieza y desinfección. Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos. Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes vueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, templados, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, pue nte universal y protecciones laterales de plástico perforado. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos y homologos según norma MT o reconocido en la CEE.

En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizarán las gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la protección ocular contra partículas rebotadas.

En todos aquellos trabajos que se desarrollen en entornos con niveles de ruidos usperiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protectores auditivos homologados según Norma Técnica MT - 2 de BOE nº 209 de 1/12/75.

La totalidad del personal que desarrolle trabajos en el interior de la obra, utilizará cascos protectores que cumplan las especificaciones indicadas en la Norma Técnica MT-1 de Cascos de Seguridad no metálicos, (BOE nº 312 de 30/12/74).

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que se desarrollen en ambientes de humos de soldadura, se facilitará a los operarios mascarillas respiratorias buconasales con filtro mecánico y de carbono activo contra humos metálicos.

El personal utilizará durante el desarrollo de sus trabajos, guantes de protección adecuados a las operaciones que realicen.

Como medida preventiva frente al riesgo de golpes en extremidades inferiores, se dotará al personal de adecuadas botas de seguridad Clase II homologada según norma técnica MT-5.

Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado a un punto fijo, en aquellas operaciones que se tengan que realizar en altura y por el proceso productivo no puedan ser protegidos los trabajadores mediante el empleo de elementos de protección colectiva.

Montacargas

La instalación eléctrica estará protegida con disyuntor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada de las masas metálicas.

El castillete estará bien cimentado sobre base de hormigón, no presentará desplomes, la estructura será indeformable y resistente y estará perfectamente anclado al edificio para evitar el vuelco y a distancias inferiores a la de pandeo.

El cable estará sujeto con gazas realizadas con un mínimo de tres grapas correctamente colocadas y no presentará un deshilachado mayor del 10% de hilos.

Todo el castillete estará protegido y vallado para evitar el paso o la presencia del personal bajo la vertical de carga.

Existirá de forma bien visible el cartel "Prohibido el uso por personas" en todos los accesos.

Se extraerán los carros sin pisar la plataforma.

En todos los accesos se indicará la carga máxima en Kg.

Todas las zonas de embarco y desembarco cubiertas por los montacargas, deberán protegerse con barandillas dotadas de enclavamiento electromecánico, y dispondrán de barandilla vasculante.

Todos los elementos mecánicos agresivos como engranajes, poleas, cables, tambores de enrollamiento, etc. deberán tener una carcasa de protección eficaz que eviten el riesgo de atrapamiento.

Es necesario que todas las cargas que se embarquen vayan en carros con el fin de extraerlas en las plantas sin acceder a la plataforma.

Andamios de Borriqueta

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m., y entre 3 y 6 m. se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m. de altura, están protegidas con barandillas de 1 m. de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm. de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m. libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m. de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m. en baja tensión.

Características de las tablas o tabloneros que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos. Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4x15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
- Estarán sujetos por lias a las borriquetas.
- Estará prohibido el uso de ésta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m. de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.
- A partir de 2 m. de altura habrá que instalar barandilla perimetral o completa, o en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable acero tensas.

Andamios de estructura tubular

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tablones, carriles (perfiles "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.

Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.

Los andamios tubulares deben tener una plataforma de trabajo de 80 cm de ancho como mínimo, y de paso de 60 cm. como mínimo. Deben estar provistos de una barandilla exterior de 1 m de altura, con listón intermedio y rodapié. Los tablones que formen la plataforma de trabajo deben estar sujetos a los perfiles tubulares del andamio mediante abrazaderas o piezas similares adecuadas, que impidan el basculamiento y hagan la sujeción segura.

Para mejorar el reparto de cargas y la estabilidad del andamio, se deben utilizar siempre las placas de arranque. No se deben apoyar nunca los tubos directamente sobre el suelo.

Bajo las plataformas de trabajo se señalará o balizará adecuadamente la zona prevista de caída de materiales u objetos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de los mismos, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0,30 m., distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

Protecciones y resguardos de máquinas.

Toda maquinaria utilizada durante la fase de la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

Las operaciones de conservación, mantenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea irregular será señalizada con la prohibición de su manejo a trabajadores no encargados de su reparación.

Para evitar su involuntaria puesta en marcha, se bloquearán los arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y, si ello no es posible, se colocará en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.

Para evitar los peligros que puedan causar al trabajador los elementos mecánicos agresivos de las máquinas por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva o proyectiva, se instalarán las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada máquina.

Las operaciones de entretenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Señalización

En el REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad en el trabajo.

Señales de seguridad de mayor uso en obras:

- **Prohibido pasar a los peatones.** Por donde no queremos que circule la gente ó instalaciones que necesiten autorización de paso.
- **Protección obligatoria de la cabeza.** Donde exista posibilidad de caída de objetos y/o golpes contra instalaciones fijas a la altura de la cabeza. De uso obligatorio en toda la obra.
- **Protección obligatoria de los pies.** En trabajos con posibilidad de caída de objetos pesados o pinchazos. En trabajos eléctricos serán aislantes.

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

- **Protección obligatoria de las manos.** En trabajos con riesgo de cortes, abrasión, temperatura excesiva o productos químicos.

- **Riesgo eléctrico.** En los accesos a instalaciones eléctricas y sobre cuadros de maniobra y mando, así como en las zonas de las máquinas donde exista riesgo eléctrico.

Cinta de delimitación de zona de paso

La introducción en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poder eliminarse debe señalizarse mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

Albañilería (Ayudas).

Los riesgos detectados son los siguientes:

- a) Caída de personas al vacío.
- b) Caída de personas al mismo nivel.
- c) Caída de personas a distinto nivel.
- d) Caída de objetos sobre personas.
- e) Golpes por objetos.
- f) Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- g) Dermatitis de contacto con el cemento.
- h) Partículas en los ojos.
- i) Cortes por utilización de máquinas-herramientas.
- j) Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos. (cortanto, ladrillos etc.)
- k) Sobreesfuerzos.
- l) Electrocutión.
- m) Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- n) Los derivados del uso de medios auxiliares.
- o) Otros.

Medidas a tomar para evitarlos:

- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos para prevención de caídas.
- La forma de protegerlos será mediante una serie de tablas dispuestas horizontalmente a modo de barandillas o mediante una red vertical.
- En los huecos pequeños, se procederá a cubrición resistente convenientemente fijada, para evitar desplazamiento accidental de la misma.
- Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas.

- Los huecos permanecerán constantemente protegidos con las protecciones instaladas en la fase de estructura, reponiéndose las protecciones deterioradas.
- Se peldañearán las rampas de escaleras de forma provisional con peldaños de dimensiones:

Anchura: mínima 1 m.

Huella: mayor de 23 cm.

Contrahuella: menor de 20 cm.

- Las rampas de las escaleras se protegerán en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm., de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Se establecerán cables de seguridad amarrados entre los pilares (u otro sólido elemento estructural) en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad durante las operaciones de replanteo e instalación de miras.
- Se instalarán en las zonas con peligro de caídas desde altura, señales de "peligro de caída desde altura" y de "obligatorio utilizar el cinturón de seguridad".
- Se garantizará la iluminación suficiente en las diferentes zonas de trabajo. De utilizarse portátil estarán alimentados a 24 voltios, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros regularmente y como mínimo una vez al día, para evitar las acumulaciones innecesarias.
- A las zonas de trabajo se accederá de forma segura, mediante pasarelas diseñadas a tal fin.
- Las cargas suspendidas dispondrán de sistema antibalaneo, en prevención del riesgo de caídas al vacío.
- El material cerámico se izará a las plantas sin romper los flejes con las que lo suministre el fabricante, para evitar los riesgos por derrame de la carga.
- Los bloques sueltos se izarán apilados ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas, vigilando que no puedan caer piezas por desplome durante el transporte.
- Los materiales paletizados transportados con grúa, se gobernarán mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación. Nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontará únicamente en el tramo necesario para introducir la carga en un determinado lugar reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de cargas.
- El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencias y siempre en superficies planas.
- Se instalarán cables de seguridad en torno de los pilares próximos a la fachada para anclar en ellos los mosquetones de los cinturones de seguridad durante las operaciones de ayuda a la descarga de materiales en las plantas.
- Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.
- Los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se polearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- No se lanzarán cascotes directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

CALLE EMILIO CALZADILLA Nº 10 / 1º F · 38002 SANTA CRUZ DE TENERIFE · +34 922 28 96 27

- No se trabajará junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridos 48 horas, si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos.
- Se instalarán redes o protección sólida contra posibles caídas al vacío formada por pies derechos y travesaños sólidos horizontales, en balcones, terrazas y bordes de forjados, antes del uso de andamios de borriqueta.
- La construcción se realizará desde el interior de cada planta, utilizando para acceder a los lugares más altos utilizaremos plataformas de trabajo protegidas en todo su contorno por barandillas y rodapiés.

Prendas de protección personal.

A cada trabajador de la obra se le suministrará las siguientes prendas de protección para que las usen según los trabajos que vaya a realizar.

- Casco de Polietileno.
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad adecuado al trabajo a realizar.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

9.- REVISIONES Y/O MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Las herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares deben disponer del sello "Seguridad Comprobada" (GS), certificado de AENOR u otro organismo equivalente de carácter internacional reconocido, o como mínimo un certificado del fabricante o importador, responsabilizándose de la calidad e idoneidad preventiva de los equipos y herramientas destinadas para su utilización en la excavación objeto de este Proceso Operativo de Seguridad.

La empresa contratista deberá demostrar que dispone de un programa de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de las máquinas, las máquinas herramientas y medios auxiliares que utilizará en la obra, mediante el cual se minimice el riesgo de fallo en los citados equipos y especialmente en lo referido a andamios, maquinaria de elevación y maquinaria de corte.

Diariamente se revisará el estado y estabilidad de los andamios.

También diariamente se revisará y actualizará las señales de seguridad, balizas, vallas, barandillas y tapas.

Periódicamente se revisará la instalación eléctrica provisional de obra, por parte de un electricista, corrigiéndose los defectos de aislamiento y comprobándose las protecciones diferenciales, magnetotérmicas y toma de tierra.

En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.


Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario. (Ejmp: mangos agrietados o astillados).

Los accesos a la obra se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere oportuno, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulverulentos.

Efectuar al menos trimestralmente una revisión a fondo de los elementos de los aparatos de elevación, prestando especial atención a cables, frenos, contactos eléctricos y sistemas de mando. En general se estará a lo especificado en el R.D. 474/1988 Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM.

Se revisará periódicamente el estado de los cables y ganchos utilizados para el transporte de carga.

Santa Cruz de Tenerife, Marzo de 2019



José Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 120 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

A large, light gray graphic of a stylized eye or a circular shape with a horizontal line through the center, serving as a background for the title text.

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES



ÍNDICE

1.- DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES.....	5
1.1.-	Ámbito del presente pliego general de condiciones..... 5
1.2.-	Documentación del contrato Ámbito del presente pliego general de condiciones..... 5
1.3.-	Forma y dimensiones 5
1.4.-	Condiciones generales que deben cumplir los materiales y unidades de obra..... 5
1.5.-	Documentos de obra..... 5
1.6.-	Legislación social 5
1.7.-	Seguridad pública..... 5
1.8.-	Normativa de carácter general..... 5
2.- CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO	8
2.1.-	Definiciones..... 8
2.1.1.-	<i>Propiedad o Propietario</i> 8
2.1.2.-	<i>Ingeniero-Director</i> 8
2.1.3.-	<i>Dirección facultativa</i> 9
2.1.4.-	<i>Suministrador</i> 9
2.1.5.-	<i>Contrata o Contratista</i> 9
2.1.6.-	<i>Coordinador de Seguridad y Salud</i> 10
2.1.7.-	<i>Entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación</i> 10
2.2.-	Oficina de obra..... 11
2.3.-	Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales 11
2.4.-	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto..... 11
2.5.-	Reclamaciones contra las ordenes del Ingeniero-Director 11
2.6.-	Recusación por el contratista de la dirección facultativa 11
2.7.-	Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifiesta mala fe 11
2.8.-	Daños materiales..... 12
2.9.-	Responsabilidad civil 12
2.10.-	Accesos y vallado de las obras 12
2.11.-	Replanteo 12
2.12.-	Orden de los trabajos..... 13
2.13.-	Facilidades para otros contratistas 13
2.14.-	Libro de órdenes..... 13
2.15.-	Condiciones generales de ejecución de los trabajos..... 13
2.16.-	Ampliación del proyecto por causas imprevistas..... 13
2.17.-	Prórrogas por causas de fuerza mayor..... 13
2.18.-	Obras ocultas 14
2.19.-	Trabajos defectuosos 14
2.20.-	Modificación de trabajos defectuosos 14
2.21.-	Vicios ocultos..... 14
2.22.-	Materiales y su procedencia 14
2.23.-	Presentación de muestras..... 14
2.24.-	Materiales no utilizados 14
2.25.-	Materiales y equipos defectuosos 14
2.26.-	Medios auxiliares 15
2.27.-	Limpieza de las obras 15
2.28.-	Comprobación de las obras 15
2.29.-	Obras sin prescripciones 15
2.30.-	Acta de recepción..... 15
2.31.-	Normas para las recepciones provisionales..... 15
2.32.-	Documentación final 16
2.33.-	Conservación de las obras recibidas provisionalmente 16
2.34.-	Medición definitiva de los trabajos..... 16
2.35.-	Recepción definitiva de las obras..... 17
2.36.-	De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida..... 17
2.37.-	Plazo de garantía..... 17
2.38.-	Prorroga del plazo de garantía 17
3.- CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	18
3.1.-	Base fundamental..... 18

Condiciones Generales

3.2.-	Garantía	18
3.3.-	Fianza.....	18
3.4.-	Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....	18
3.5.-	De su devolución en general	18
3.6.-	De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales.....	18
3.7.-	Revisión de precios.....	19
3.8.-	De la revision de los precios contratados.....	19
3.9.-	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	19
3.10.-	Descomposición de los precios unitarios	19
3.10.1.-	Materiales.....	19
3.10.2.-	Mano de obra.....	20
3.10.3.-	Transportes de materiales.....	20
3.10.4.-	Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad.....	20
3.10.5.-	Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales.....	20
3.10.6.-	Tanto por ciento de gastos generales y fiscales.....	20
3.10.7.-	Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista.....	20
3.11.-	Precios e importes de ejecución material.....	20
3.12.-	Precios e importes de ejecución por contrata.....	20
3.13.-	Gastos generales y fiscales.....	20
3.14.-	Gastos imprevistos.....	20
3.15.-	Beneficio industrial.....	20
3.16.-	Honorarios de la dirección técnica y facultativa.....	20
3.17.-	Gastos por cuenta del contratista.....	20
3.17.1.-	Medios auxiliares.....	20
3.17.2.-	Abastecimiento de agua.....	21
3.17.3.-	Energía eléctrica.....	21
3.17.4.-	Vallado.....	21
3.17.5.-	Accesos.....	21
3.17.6.-	Materiales no utilizados.....	21
3.17.7.-	Materiales y aparatos defectuosos.....	21
3.17.8.-	Ensayos y pruebas.....	21
3.18.-	Precios contradictorios.....	21
3.19.-	Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	21
3.20.-	Abono de las obras.....	21
3.21.-	Abono de trabajos presupuestados por partida alzada.....	22
3.22.-	Abonos de otros trabajos no contratados.....	22
3.23.-	Abono de trabajos ejecutados en el periodo de garantia.....	22
3.24.-	Obras no terminadas.....	22
3.25.-	Certificaciones.....	22
3.26.-	Demora en los pagos.....	23
3.27.-	Penalización económica al contratista por el incumplimiento de compromisos.....	23
3.28.-	Mejoras y aumentos.....	24
3.29.-	Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	24
3.30.-	Rescisión del contrato.....	24
3.31.-	Seguro de las obras.....	24
3.32.-	Conservación de las obras.....	24
3.33.-	Uso por el contratista de la edificacion o bienes del propietario.....	24
3.34.-	Pago de arbitrios e impuestos.....	25
3.35.-	Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construccion y montaje de instalaciones.....	25

4.- CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL 25

4.1.-	Documentos del proyecto.....	25
4.2.-	Plan de obra.....	25
4.3.-	Planos.....	25
4.4.-	Especificaciones.....	25
4.5.-	Objeto de los planos y especificaciones.....	25
4.6.-	Divergencias entre los planos y especificaciones.....	25
4.7.-	Errores en los planos y especificaciones.....	26
4.8.-	Adecuación de planos y especificaciones.....	26
4.9.-	Instrucciones adicionales.....	26
4.10.-	Copias de los planos para realización de los trabajos.....	26
4.11.-	Propiedad de los planos y especificaciones.....	26
4.12.-	Contrato.....	26

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 123 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Condiciones Generales

4.12.1.-	Por tanto alzado.....	26
4.12.2.-	Por unidades de obra ejecutadas.....	26
4.12.3.-	Por administración directa o indirecta.....	26
4.12.4.-	Por contrato de mano de obra.....	26
4.13.-	Contratos separados.....	26
4.14.-	Subcontratos.....	26
4.15.-	Adjudicación.....	26
4.16.-	Subastas y Concursos.....	27
4.17.-	Formalización del contrato.....	27
4.18.-	Responsabilidad del contratista.....	27
4.19.-	Trabajos durante una emergencia.....	27
4.20.-	Suspensión del trabajo por el propietario.....	27
4.21.-	Derecho del propietario a rescisión del contrato.....	27
4.22.-	Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad.....	27
4.23.-	Derechos del contratista para cancelar el contrato.....	27
4.24.-	Causas de rescisión del contrato.....	27
4.25.-	Devolución de la fianza.....	28
4.26.-	Plazo de entrega de las obras.....	28
4.27.-	Daños a terceros.....	28
4.28.-	Policía de obra.....	28
4.29.-	Accidentes de trabajo.....	28
4.30.-	Régimen jurídico.....	28
4.31.-	Seguridad Social.....	28
4.32.-	Responsabilidad civil.....	29
4.33.-	Impuestos.....	29
4.34.-	Disposiciones legales y permisos.....	29
4.35.-	Hallazgos.....	29

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 124 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

1.- DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones Generales tiene por finalidad regular la ejecución de todas las obras e instalaciones que integran el proyecto en el que se incluye, así como aquellas que estime convenientes su realización la Dirección Facultativa del mismo, estableciendo los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando aquellas actuaciones que correspondan según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Propietario de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones para el cumplimiento del contrato de obra.

El Contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra.

En referencia a la interpretación del mismo, en caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

1.2.- DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES.

Los documentos que integran el contrato, relacionados por orden de importancia y preferencia, en cuanto al valor de sus especificaciones, en caso de omisión o de aparente contradicción, son los siguientes:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o de arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, anexos de cálculo, planos, mediciones, y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones Generales.
4. Los Pliegos de Condiciones Técnicas.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud
- Proyecto de control de la edificación.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Deberá incluir aquellas condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad acreditadas, si la obra así lo requiere.

1.3.- FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como los materiales a emplear, se ajustarán en todo momento a lo establecido y detallado en los planos, especificaciones y

estados de las mediciones adjuntos al presente proyecto.

Siempre cabrá la posibilidad de realizar modificaciones oportunas a pie de obra que podrán ser realizadas por el Ingeniero-Director.

1.4.- CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, los materiales y mano de obra deberán satisfacer las que se detallan en los Pliegos de Condiciones Técnicas elaborados por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.

1.5.- DOCUMENTOS DE OBRA

En la oficina de obras, existirá en todo momento un ejemplar completo del proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes, disposiciones legales y ordenanzas a que se hacen referencia en los distintos documentos que integran el presente proyecto.

1.6.- LEGISLACIÓN SOCIAL

El Contratista, estará obligado al exacto cumplimiento de toda legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente, y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo, e incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

1.7.- SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista que resultara adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de materiales, equipos, etc., con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

1.8.- NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL

Independientemente de la normativa y reglamentos de índole técnica de obligada aplicación, que se expondrá en cada uno de los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares, se observarán en todo momento, durante la ejecución de la obra, las siguientes normas y reglamentos de carácter general:

ORDEN de 20 de mayo de 1952, que aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas, modificada por Orden de 10.12.1953 (M. Trabajo, BOE 22.12.1953) Orden de 23.9.1966 (M. Trabajo, BOE 1.10.1966) derogada parcialmente por: Real Decreto 2177/2004 de 12.11. (M. Presidencia, BOE 13.11.2004). Capítulo III derogado a partir del 4.12.2004.

ORDEN de 10 de diciembre de 1953, que modifica la Orden 20 de mayo de 1952

Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre. (Presidencia,

BBOOE 7.12., rect. 30.12.1961 y 7.3.1962). por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. (BOE 292 de 7/12/60), modificado por Decreto 3494/1964 y Real Decreto 374/2001.

ORDEN de 23 de septiembre de 1966, sobre cumplimiento del Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas.

DECRETO 1775/1967 de 22 de julio de 1967 del Ministerio de Industria. "Industrias en General. Régimen de instalación, ampliación y traslado" derogado parcialmente por **REAL DECRETO 378/1977 de 25 de febrero** de medidas liberalizadoras en materia de instalación, ampliación y traslado de industrias.

ORDEN de 28 de agosto de 1970 del Ministerio de Trabajo. Ordenanza del trabajo para las Industrias de la Construcción, Vidrio y Cerámica. Sección Tercera

ORDEN de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Orden de 23 de mayo de 1977 (M. Industria, BBOOE 14.6., rect. 18.7.1977). Reglamento de aparatos elevadores para obras.

REAL DECRETO 2135/1980 de 26 de septiembre del Ministerio de Industria y Energía. "Industrias en general. Liberalización en materia de instalación, ampliación y traslado".

ORDEN de 20 de septiembre de 1986, por el que se establece el modelo de libro de incidencias en obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo.

REAL DECRETO 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

LEY 21/1992 de 16.7. (Jefatura Estado, BOE 23.7.1992). Ley de Industria.

REAL DECRETO 1630/1992 de 29 de diciembre (M. Relaciones con las Cortes, BOE 9.2.1992) por el que se dictan las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, modificado por: Real Decreto 1328/1995 de 28.7. (M. Presidencia, BBOOE 19.8., rect. 7.10.1995) desarrollado por: Orden de 1.8.1995 (M. Pres., BOE 10.8., rect. 4.10.1995) Orden de 29.11.2001 (M. Ciencia y Tecnología, BOE 7.12.2001), modificada por: Resolución de 9.11.2005 (Dir. Gral. Des. Ind., BOE 1.12.2005) Orden CTE/2276/2002 de 4.9. (BOE 17.9.2002) actualizada y ampliada por: diversas resoluciones.

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269, de 10 de noviembre).

REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE número 27, de 31 de enero de 1997)

REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).

REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997), modificado por el Real Decreto 2.177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE número 274, de 13 de noviembre de 2004)

REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).

REAL DECRETO 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (BOE número 97, de 23 de abril de 1997)

REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (BOE número 124, de 24 de mayo de 1997)

REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE nº 124, de 24 de mayo de 1997),

REAL DECRETO 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización, por los trabajadores, de equipos de protección individual (BOE número 140, de 12 de junio de 1997).

ORDEN de 27 de junio de 1997, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (BOE número 159, de 4 de julio, de 1997)

REAL DECRETO 1.215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE número 188, de 7 de agosto de 1997)

REAL DECRETO 1.389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (BOE número 240, de 7 de octubre de 1997)

REAL DECRETO 1.627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE número 256, de 25 de octubre de 1997).

REAL DECRETO 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (BOE número 104, de 1 de mayo, de 1998).

ORDEN de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo (BOE número 76, de 30 de marzo de 1998).

Orden de 19 de noviembre de 1998 (Ministerio de Fomento, BOE 1.12.1998) por el que se aprueba la Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de

obras subterráneas para el transporte terrestre.

Ley 50/1998 de 30 de diciembre. (Jefatura Estado, BBOOE 31.12.1998 rect. 7.5.1999). Medidas fiscales, administrativas y del orden social, modificada por: Real Decreto-Ley 5/1999 de 9.4. (Jefatura Estado, BOE 10.4.1999), Ley 55/1999 de 29.12. (Jefatura Estado BBOOE 30.12.2000, rect. 29.6.2001) modificada por: Ley 12/2001 de 9.7. (Jefatura Estado, BOE 10.7.2001).

REAL DECRETO 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. (BOE nº 47, de 24 de febrero de 1999)

LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. (BOE número 266, de 6 de noviembre de 1999) desarrollada por el REAL DECRETO 314/2006 de 17 de marzo. (M. Viv., BOE 28.3.2006).

REAL DECRETO 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE nº 145, de 17 de junio de 2000)

REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE número 148, de 21 de junio de 2001).

REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (BOE número 104, de 1 de mayo de 2001)

REAL DECRETO 212/2002 de 22 de febrero (M. Presidencia, BOE 1.3.2002) por el que se regula las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre., modificado por: Real Decreto 524/2006 de 28.4. (M. Presidencia, BOE 4.5.2006).

LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

REAL DECRETO 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos (BOE nº 82, de 5 de abril de 2003)

REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. (BOE nº 145, de 18 de junio de 2003)

REAL DECRETO 2.177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE número 274, de 13 de noviembre de 2004).

REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores

frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

REAL DECRETO 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Ley 32/2006, de 18 de octubre (Jefatura del Estado, BOE 19.10.2006) por el que se regula la subcontratación en el sector de la construcción.

REAL DECRETO 393/2007, de 23 de marzo (M. interior., BOE 24.3.2007). Por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

Real Decreto 315/2006 de 17 de marzo. (M. Vivienda, BOE 28.3.2006) por el que se crea el Consejo para la Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la Edificación.

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, **derogándose, a partir de la entrada en vigor del mismo, los siguientes Reales Decretos:**

Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre Normativa de Edificación.

Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de la edificación NBE CT-79 "Condiciones térmicas de los edificios"

Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre, de modificación parcial de la Norma MV-1962 "Acciones en la Edificación" que pasa a denominarse NBE AE-88 "Acciones en la Edificación"

Real Decreto 1572/1990, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE QB-90 "Cubiertas con materiales bituminosos" y Orden del Ministerio de Fomento, de 5 de julio de 1996, por la que se actualiza el apéndice "Normas UNE de referencia" de la norma básica de la edificación NBE QB-90

Real Decreto 1723/1990, de 20 de diciembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE FL-90 "Muros resistentes de fábrica de ladrillo"

Real Decreto 1829/1995, de 10 de noviembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-EA-95 "Estructuras de acero en edificación"

Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE CPI-96 "Condiciones de protección contra incendios de los

edificios"

Orden del Ministro de Industria, de 9 de diciembre de 1975, por la que se aprueban las "Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua"

Artículos 2 al 9, ambos inclusive y los artículos 20 a 23, ambos inclusive, excepto el apartado 2 del artículo 20 y el apartado 3 del artículo 22, del Real Decreto 2816/1982, de 27 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General de Policía de Espectáculos y Actividades Recreativas.

Asimismo y con carácter regional, en la Comunidad Autónoma de Canarias serán de aplicación:

LEY 1/1998 de 8 de enero, de Régimen Jurídico de los Espectáculos Públicos y Actividades Clasificadas, de Presidencia del Gobierno (BOC 1998/006 - Miércoles 14 de Enero de 1998)

DECRETO 193/1998, de 22 de octubre, por el que se aprueban los horarios de apertura y cierre de determinadas actividades y espectáculos públicos sometidos a la Ley 1/1998, de 8 de enero, de Régimen Jurídico de los Espectáculos Públicos y Actividades Clasificadas. (BOC1998/141 - Lunes 09 de Noviembre de 1998)

2.- CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

La Ley de Ordenación de la Edificación (**LEY 38/1999, de 5 de noviembre**) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.
- Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las

disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

2.1.- DEFINICIONES

2.1.1.- Propiedad o Propietario.

Se denominará como "Propiedad" o "Propietario" a la entidad, física o jurídica, pública o privada que, individual o colectivamente, impulsa, programa, financia y encarga, bien con recursos propios o ajenos, la redacción y ejecución las obras del presente proyecto.

La Propiedad o el Propietario se atenderán a las siguientes obligaciones:

Ostentar, sobre el solar o ubicación física, la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Nombrar a los técnicos proyectistas y directores de obra y de la ejecución material.

Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.

Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.

- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS**, la Propiedad proporcionará al Ingeniero-Director una copia del contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto de las obras a ejecutar, confeccionado por el Contratista y aceptado por él. De igual manera, si así fuera necesario, proporcionará el permiso para llevar a cabo los trabajos si fuera necesario.
- DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**, la Propiedad no podrá en ningún momento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno. En todo caso, dichas órdenes serán transmitidas a través de la Dirección Facultativa.
- UNA VEZ TERMINADAS Y ENTREGADAS LAS OBRAS**, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización expresa del Ingeniero autor del proyecto.

2.1.2.- Ingeniero-Director.

Será aquella persona que, con acreditada titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las obras, y en tal sentido, será el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o por sus representantes.

El Ingeniero-Director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Le corresponden, además las facultades expresadas en el presente Pliego de Condiciones Generales, las siguientes:

- a) Redactar los complementos, rectificaciones y anexos técnicos del proyecto que se precisen.
- b) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las eventualidades que se presenten e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- c) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- d) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- e) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir, en unión del Aparejador o Arquitecto Técnico, el certificado final de la misma.

2.1.3.- Dirección facultativa.

Estará formada por el Ingeniero-Director y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al Ingeniero-Director en la realización de su cometido, ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancia, así como las específicas por él encomendadas.

2.1.4.- Suministrador

Será aquella entidad o persona física o jurídica, que mediante el correspondiente contrato, realice la venta de alguno de los materiales y/o equipos comprendidos en el presente proyecto.

La misma denominación recibirá quien suministre algún material, pieza o elemento no incluido en el presente proyecto, cuando su adquisición haya sido considerada como necesaria por parte del Ingeniero-Director para el correcto desarrollo de los trabajos.

2.1.5.- Contrata o Contratista

Será aquella entidad o persona jurídica que reciba el encargo de ejecutar algunas de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, con los medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto técnico que las define, al contrato firmado con la Propiedad, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Generales, podrá ser representado por un Delegado previamente aceptado por parte de la Dirección Facultativa.

Este Delegado tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de los trabajos y poner en prácticas las órdenes recibidas del Ingeniero-Director.
- Proponer a la Dirección Facultativa colaborar en la resolución de los problemas que se planteen

en la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero-Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo estimase oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico Delegado. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero-Director para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Por otra parte, el Ingeniero-Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

Se sobrentiende que antes de la firma del contrato, el Contratista ha examinado toda la documentación necesaria del presente proyecto para establecer una evaluación económica de los trabajos, estando conforme con ella, así como *ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS* el Contratista manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

Son obligaciones del Contratista:

- a) La ejecución de las obras alcanzando la calidad exigida en el proyecto cumpliendo con los plazos establecidos en el contrato y la legislación aplicable, con sujeción a las instrucciones de la Dirección Facultativa.
- b) Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- c) Designar al Jefe de obra, que asumirá la representación técnica del Contratista y que, con dedicación plena permanecerá en la obra a lo largo de toda la jornada legal de trabajo hasta la recepción de la obra, así como por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra, el cual deberá cumplir las indicaciones de la Dirección Facultativa, custodiando y firmando el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en los mismos, así como cerciorarse de la correcta instalación de los medios auxiliares, comprobar replanteos y realizar otras operaciones técnicas.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales correctos que su importancia requiera.
- e) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- f) Firmar el acta de replanteo y el acta de recepción de la obra.
- g) Facilitar al Jefe de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- h) Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente, concertando además los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

- i) Redactar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, vigilando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo
- j) Designar al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra entre su personal técnico cualificado con presencia permanente en la obra el cual velará por el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad y salud precisas según normativa vigente y el plan de Seguridad y Salud.
- k) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- l) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- m) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- n) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- o) Abonar todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.
- p) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- q) Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- r) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- s) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- t) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados, debidamente homologados y acreditados para el cometido de sus funciones.
- u) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E. (Ley de Ordenación de la Edificación)

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra, bajo su responsabilidad, previo consentimiento de la Propiedad y de a Dirección Facultativa, asumiendo en cualquier caso el Contratista las actuaciones de las subcontratas.

La Propiedad podrá introducir otros constructores o instaladores, además de los del Contratista, para que trabajen simultáneamente con ellos en las obras, bajo las instrucciones de la Dirección Facultativa.

El Contratista, a la vista del proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Ingeniero-Director

El Contratista tendrá a su disposición el proyecto de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos, marcas de calidad; ensayos homologados, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el Ingeniero.

2.1.6.- Coordinador de Seguridad y Salud

Será aquel personal técnico cualificado designado por el Contratista que velará por el estricto cumplimiento de las medidas precisas según normativa vigente contempladas en el Plan de Seguridad y Salud, correspondiéndole durante la ejecución de la obra, las siguientes funciones:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- b) Adoptar aquellas decisiones técnicas y de índole organizativa con la finalidad de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, y especialmente los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva recogidos en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y velar por la correcta aplicación de la metodología de los trabajos.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.
- f) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- g) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo
- h) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

2.1.7.- Entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Las entidades de control de calidad de la edificación prestarán asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales, de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Dicha asistencia técnica se realiza mediante ensayos y/o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (Art. 14 de la L.O.E.):

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al autor del encargo y,

en todo caso, al Ingeniero-Director de la ejecución de las obras.

- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

2.2.- OFICINA DE OBRA

El Contratista habilitará en la propia obra, una oficina, local o habitáculo, convenientemente acondicionado para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada, que contendrá como mínimo una mesa y tableros donde se expongan todos los planos correspondientes al presente proyecto y de obra que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuantos documentos estime convenientes la citada Dirección. Al menos, los documentos básicos que estarán en la mencionada oficina de obra son los siguientes:

- El proyecto de ejecución, incluidos los complementos y anexos que redacte el Ingeniero.
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El plan de seguridad y salud.
- El libro de incidencias.
- El proyecto de Control de Calidad y su libro de registro, si existiese.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 2.1.5

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estarán en la obra, y acompañará al Ingeniero-Director y a sus representantes en las visitas que lleven a cabo a las obras, incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos para la obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que consideren necesarios, suministrándoles asimismo los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.3.- TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

Es obligación del Contratista el ejecutar, cuando sea posible y así se determine como necesario para la buena realización y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el presente Pliego de Condiciones Generales, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra, y tipo de ejecución.

Se entenderá por reformado de proyecto, con consentimiento expreso de la Propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

2.4.- INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

El Constructor podrá requerir del Ingeniero-Director, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, croquis y esquemas de montaje, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el "enterado", que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las obras como el Ingeniero-Director.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, habrá de dirigirla, dentro del plazo de cinco (5) días, al inmediato técnico superior que la hubiera dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

2.5.- RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DEL INGENIERO-DIRECTOR

Las reclamaciones que el Contratista quiera formular contra las órdenes facilitadas por el Ingeniero-Director, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, y a través del mismo si son de origen económico. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna.

Aún así, el Contratista podrá salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero-Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.6.- RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero-Director o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las obras, ni solicitar que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los trabajos de reconocimiento y mediciones.

Cuando se crea perjudicado con los resultados de las decisiones de la Dirección Facultativa, el Contratista podrá proceder de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente (Artículo 2.5), pero sin que por esta causa pueda interrumpirse, ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.7.- DESPIDOS POR FALTA DE SUBORDINACIÓN, POR INCOMPETENCIA O POR MANIFIESTA MALA FE

En los supuestos de falta de respeto y de obediencia al Ingeniero-Director, a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, incompetencia o negligencia grave que comprometan y/o perturben la marcha de los trabajos, éste podrá requerir del Contratista apartar e incluso despedir de la obra a sus dependientes u operarios, cuando el

Ingeniero-Director así lo estime necesario.

2.8.- DAÑOS MATERIALES

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso edificatorio responderán frente a la Propiedad y los terceros adquirentes de las obras o partes de las mismas, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante diez años, de los daños materiales causados en la edificación por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del mismo.
- b) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del art. 3 de la L.O.E.

El Contratista también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

2.9.- RESPONSABILIDAD CIVIL

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder. No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, la Propiedad responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en la edificación ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad de la Propiedad que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un ingeniero proyectista, los mismos responderán solidariamente. Los ingenieros proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El Contratista responderá directamente de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos

derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al Jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el Contratista subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El Contratista y el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la Dirección Facultativa de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al ingeniero proyectista.

Cuando la Dirección Facultativa de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso edificatorio, si se prueba que aquellos fueron ocasionados fortuitamente, por fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

2.10.- ACCESOS Y VALLADO DE LAS OBRAS

El Contratista dispondrá por su cuenta de todos los accesos a la obra así como el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de Seguridad y Salud podrá exigir su modificación o mejora.

2.11.- REPLANTEO

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales, dentro de los treinta (30) días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero-Director para que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de la misma, que será el especificado en el contrato. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

En caso de que este plazo no se encuentre especificado en el Contrato, se considerará el existente en el Plan de Seguridad y Salud o en su defecto en la memoria descriptiva del presente proyecto.

En un plazo inferior a los cinco (5) días posteriores a la notificación de la adjudicación de las obras, se comprobará

en presencia del Contratista, o de un representante, el replanteo de los trabajos, sometiéndolo a la aprobación del Ingeniero-Director y una vez que éste haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero-Director, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se realice a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero-Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.12.- ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias del orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha en que se notifique la adjudicación definitiva de las obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente al Ingeniero-Director un Programa de Trabajos en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras.

El citado Programa de Trabajo una vez aprobado por el Ingeniero-Director, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

El Ingeniero-Director podrá establecer las variaciones que estime oportunas por circunstancias de orden técnico o facultativo, comunicando las órdenes correspondientes al Contratista, siendo éstas de obligado cumplimiento, y el Contratista directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de las obras sea objeto de variación, salvo casos de fuerza mayor o culpa de la Propiedad debidamente justificada.

2.13.- FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.14.- LIBRO DE ÓRDENES

El Contratista tendrá siempre en la oficina de obra y a

disposición del Ingeniero-Director un "Libro de Ordenes y Asistencia", con sus hojas foliadas por duplicado, en el que redactará las que crea oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los operarios, los viandantes en general, las fincas colindantes y/o los inquilinos en las obras de reforma que se efectúen en edificaciones habitadas, así como las que crea necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias constructivas que haya observado en las diferentes visitas a la obra, y en suma, todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo correctamente y de acuerdo, en armonía con los documentos del proyecto.

Cada orden deberá ser extendida y firmada por el Ingeniero-Director y el "Enterado" suscrito con la firma del Contratista o de su encargado en la obra. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Ingeniero-Director. El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, no supone eximente o atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

2.15.- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero-Director al Contratista siempre que éstas encajen en la cifra a la que ascienden los presupuestos aprobados.

2.16.- AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones facilitadas por el Ingeniero-Director en tanto se formulan o se tramita el proyecto reformado.

El Contratista está obligado a realizar con cargo a su propio personal y con sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga los apuntalamientos, apeos, derribos, recalzos o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

2.17.- PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión en el capítulo correspondiente a la Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderla, o no fuera capaz de terminarla en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del Contratista, previo informe favorable del Ingeniero-Director. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero-Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originará en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.18.- OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las obras, el Contratista levantará los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose de la siguiente manera:

- Uno a la Propiedad.
- Otro al Ingeniero-Director.
- y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados y se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las correspondientes mediciones.

2.19.- TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente proyecto que cumplan las condiciones generales y particulares de índole técnica del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos, de acuerdo con el mismo, siempre según las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las posibles faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero-Director, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

2.20.- MODIFICACIÓN DE TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero-Director advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los equipos y aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas del Contratista.

Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y posterior reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero-Director, quien resolverá según el siguiente apartado del presente Pliego de Condiciones.

2.21.- VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero-Director tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes

de la recepción definitiva de la obra, la realización de ensayos, destructivos o no, así como aquellas demoliciones o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que se supongan como defectuosos. No obstante, la recepción definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos.

Los gastos de demolición o desinstalación como consecuencia de la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras, así como los de reconstrucción o reinstalación que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

2.22.- MATERIALES Y SU PROCEDENCIA

El Contratista tendrá la libertad de proveerse y dotarse de los materiales, equipos y aparatos de todas clases en los puntos que estime convenientes, exceptuando aquellos casos en los que el proyecto preceptúe expresamente una determinada localización o emplazamiento.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Ingeniero-Director una lista completa de los materiales, equipos y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, sellos, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.23.- PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

El Contratista presentará al Ingeniero-Director, de acuerdo con el artículo anterior, las muestras de los materiales y las especificaciones de los equipos y aparatos a utilizar, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

2.24.- MATERIALES NO UTILIZADOS

El Contratista, a su costa, transportará y colocará los materiales y escombros procedentes de las excavaciones, demoliciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado que se le designe para no causar perjuicios a la marcha de los trabajos.

De la misma forma, el Contratista queda obligado a retirar los escombros ocasionados, trasladándolos al vertedero autorizado.

Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero-Director, mediante acuerdo previo con el Contratista estableciendo su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos correspondientes a su transporte.

2.25.- MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones no fueran de la calidad requerida mediante el presente Pliego de Condiciones o no estuviesen debidamente preparados, o faltaran a las prescripciones formales recogidas en el proyecto y/o se reconociera o demostrara que no son adecuados para su objeto, el Ingeniero-Director dará orden al Contratista para que los sustituya por otros que satisfagan las condiciones establecidas.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden de retirar los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones que no estén en condiciones, y ésta no hubiere sido cumplida, podrá hacerlo el Propietario cargando los gastos al Contratista.

Si los materiales, elementos de instalaciones, equipos y/o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se recibirán pero con la correspondiente minoración o rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.26.- MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo a la Propiedad, por tanto, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Todos estos, siempre que no haya estipulado lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares de los trabajos, quedando a beneficio del Contratista, sin que éste pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando éstos estén detallados en el presupuesto y consignados por partida alzada o incluidos en los precios de las unidades de obra.

2.27.- LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener las obras y su entono limpias de escombros y de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas, ejecutando todos los trabajos que sean necesarios para proporcionar un buen aspecto al conjunto de la obra.

2.28.- COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las obras, se someterán a todas las pruebas y ensayos que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero-Director.

Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o por falta de adopción de las necesarias precauciones.

2.29.- OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego de Condiciones ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción

2.30.- ACTA DE RECEPCIÓN

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista,

una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al Propietario y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por la Propiedad y el Contratista, y en la misma se hará constar:

- c) Las partes que intervienen.
- d) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- e) El coste final de la ejecución material de la obra.
- f) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- g) Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.
- h) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Ingeniero-Director de obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado si procede.

La Propiedad podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

2.31.- NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES

Quince (15) días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero-Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, convocándose en ese acto además a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Del resultado del reconocimiento se levantará un acta con tantos ejemplares o copias como intervinientes, siendo firmados por todos los asistentes legales. Además se extenderá un Certificado Final de obra. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se

hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

En caso contrario, es decir, cuando las obras no se hallen en estado de ser recepcionadas, se hará constar en el acta donde se especificarán las precisas y necesarias instrucciones que el Ingeniero-Director habrá de dar al Contratista para remediar, en un plazo razonable que éste le fije, los defectos observados; expirado dicho plazo, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de las obras.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindido el contrato, con pérdida de fianza o de la retención que le hubiese aplicado la Propiedad, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

La recepción provisional de las obras tendrá lugar dentro del mes siguiente a la terminación de las obras, pudiéndose realizar recepciones provisionales parciales.

2.32.- DOCUMENTACIÓN FINAL

El Ingeniero-Director, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de la obra, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará al Acta de Recepción con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la edificación y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por la Propiedad, será entregada a los usuarios finales de la edificación. A su vez dicha documentación se divide en:

i) DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación (CTE) se compone de:

- Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de Seguridad y Salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anexos y modificaciones debidamente autorizadas por el Ingeniero-Director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el Ingeniero-Director de la obra en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias

j) DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del Jefe de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anexos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser

proporcionada por el Contratista, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.

- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el Contratista y autorizada por el Ingeniero-Director, su Colegio Profesional.
- k) CERTIFICADO FINAL DE OBRA.

Este se ajustará al modelo aprobado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España, en donde el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las mismas, controlado cuantitativa y cualitativamente su construcción y la calidad de lo edificado e instalado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El Ingeniero-Director de la obra certificará que las instalaciones han sido realizadas bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Asimismo certificará que en el desarrollo de los trabajos se han observado y cumplido todas las prescripciones técnicas de seguridad y que se han realizado todas las pruebas y ensayos previstos en los Reglamentos vigentes que afectan a las instalaciones comprendidas en el proyecto.

Al certificado final de obra se le unirán como anexos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad de la Propiedad, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

2.33.- CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva correrán por cargo del Contratista.

Si las obras o instalaciones fuesen ocupadas o utilizadas antes de la recepción definitiva, la guarda o custodia, limpieza y reparaciones causadas por el uso, correrán a cargo del Propietario, mientras que las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones serán a cargo del Contratista.

2.34.- MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de obras, debiendo aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes y levantando acta, por triplicado ejemplar, correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan. En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a

ello le obliguen.

Lo mismo en las mediciones parciales como en la final, entendiéndose que éstas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas.

Todos los trabajos y unidades de obra que vayan a quedar ocultos en el edificio, una vez que se haya terminado, el Contratista los pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con la suficiente antelación para poder medir y tomar datos necesarios; de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Por tanto, servirán de base para la medición los datos del replanteo general; los datos de los replanteos parciales que hubieran exigido el curso de los trabajos; los datos de cimientos y demás partes ocultas de las obras tomadas durante la ejecución de los trabajos con la firma del Contratista y la Dirección Facultativa; la medición que se lleve a efecto en las partes descubiertas de la obra; y en general, los que convengan al procedimiento consignado en las condiciones de la Contrata para decidir el número de unidades de obra de cada clase ejecutadas; teniendo presente salvo pacto en contra, lo preceptuado en los diversos capítulos del Pliego de Condiciones Técnicas.

Las valoraciones de las unidades de obra, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios, se calculan multiplicando el número de unidades de obra por el precio unitario, incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y toda tipo de cargas sociales.

El Contratista entregará una relación valorada de las obras ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a la Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre la Propiedad y el Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra. Una vez que se hayan corregido dichas observaciones, la Dirección Facultativa dará su certificación firmada al Contratista y al Promotor.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a la Dirección Facultativa. La certificación será inapelable en caso de que transcurridos 10 días, u otro plazo pactado entre las partes, desde su envío, la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

2.35.- RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la obra, quedando relevado el Contratista, a partir de este momento, de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles así como cesará su obligación de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación y mantenimiento de la edificación y de sus instalaciones, quedando sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción provisional.

De la recepción definitiva, se levantará un acta, firmada por triplicado ejemplar por parte de la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por éste último. Una vez recibidas definitivamente las obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis (6) meses.

A la firma del Acta de Recepción el Contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, si hubiesen tenido alguna variación con los del proyecto. Estos planos serán reproducibles.

2.36.- DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., y a resolver los subcontratos que tuviese concertados, dejando la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el presente Pliego de Condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

2.37.- PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de las obras e instalaciones, deberá estipularse en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista y en ningún caso éste será inferior a NUEVE (9) MESES para contratos ordinarios y no inferior a UN (1) AÑO para contratos con las Administraciones Públicas, contado éste a partir de la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Durante este tiempo, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Si durante el primer año el Contratista no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

Asimismo, hasta tanto se firme el Acta de Recepción Provisional, el Contratista garantizará la a la Propiedad contra toda reclamación de terceros fundada por causas y por ocasión de la ejecución de la obra.

Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las obras, y si procede su recepción definitiva.

2.38.- PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el

Ingeniero-Director marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

3.- CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

3.1.- BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental o principio general de estas condiciones económicas, se establece que el Contratista debe percibir, de todos los trabajos efectuados, su real importe, siempre de acuerdo y con sujeción al proyecto y a las condiciones generales y particulares que han de regir la obra.

Asimismo la Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2.- GARANTÍA

La Dirección Facultativa podrá exigir al Contratista la presentación de referencias y/o avales bancarios o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

3.3.- FIANZA

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, será convenida previamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares.

A la firma del contrato, el Contratista presentará las fianzas y seguros obligados por Ley, así mismo, en el contrato suscrito entre Contratista y Propiedad se podrá exigir todas las garantías que se consideren necesarias para asegurar la buena ejecución y finalización de la obra en los términos establecidos en el contrato y en el proyecto de ejecución.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada mientras dure el plazo de ejecución, hasta su recepción.

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un cuatro por ciento (4 por 100) como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

3.4.- EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a realizar, por su cuenta los trabajos precisos, para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero-Director, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar la totalidad de los gastos efectuados en las unidades de obra, que no fuesen de recibo.

3.5.- DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL

La fianza depositada, será devuelta al Contratista, previo expediente de devolución correspondiente, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que se haya acreditado que no existe reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales, de suministros, de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

El Propietario podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos, etc.

En todo caso, esta devolución se practicará dentro de los treinta (30) días naturales, contados éstos una vez ha transcurrido el año de garantía.

3.6.- DE SU DEVOLUCIÓN EN CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Si el Propietario, con la conformidad del Ingeniero-Director, estimara por conveniente hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le reintegre la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas en concepto de garantías.

3.7.- REVISIÓN DE PRECIOS

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios, será preceptivo que tal extremo figure expresamente acordado en el contrato, donde deberá especificarse los casos concretos en los cuales podrá ser considerado.

En tal caso, el Contratista presentará al Ingeniero-Director el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas, según lo especificado en el artículo 3.10 del presente Pliego de Condiciones.

En todo caso, salvo que se estipule lo contrario en el contrato, se entenderá que rige sobre este particular el principio de reciprocidad, reservándose en este caso la Propiedad, el derecho de proceder a revisar los precios unitarios, si las condiciones de mercado así lo aconsejaran.

3.8.- DE LA REVISION DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

3.9.- RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirve de base para la ejecución de los trabajos.

Tampoco se le administrará reclamación alguna, fundada en indicaciones que sobre los trabajos se haga en las memorias, por no tratarse estos documentos los que sirven de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales, o errores aritméticos, en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observase pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato.

3.10.- DESCOMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Para que el Contratista tenga derecho a pedir la revisión de precios a que se refiere el artículo 3.7., será condición indispensable que, antes de comenzar todas y cada una de las unidades de obra contratadas, reciba por escrito la conformidad del Ingeniero-Director a los precios

descompuestos de cada una de ellas, que el Contratista deberá presentarle, así como la lista de precios de salarios o jornales, de materiales, de costes de transportes y los porcentajes que se expresan en los subapartados del presente artículo.

El Ingeniero-Director valorará la exactitud de la justificación de los nuevos precios, tomando como base de cálculo tablas, bases de datos o informes sobre rendimiento de personal, de maquinaria, de materiales elementales, de precios auxiliares, etc. editadas por entidades profesionales de la Comunidad Autónoma con facultades para ello, de Organismos Nacionales o Internacionales de reconocida solvencia, etc., desestimando aquellos gastos imputables a la mala organización, improductividad o incompetencia de la Contrata.

A estos efectos, se considerarán los siguientes tipos de costes:

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención de riesgos laborales y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, de combustible, de energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, comedores, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos, evaluándose todos ellos en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos ((en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

A falta de convenio especial, los precios unitarios se descompondrán preceptivamente como sigue:

3.10.1.- Materiales.

Cada unidad de obra que se precise de cada uno de ellos, y su precio unitario respectivo de origen.

3.10.2.- Mano de obra.

Por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas invertido por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra, y los jornales horarios correspondientes.

3.10.3.- Transportes de materiales.

Desde el punto de origen al pie del tajo, expresando el precio del transporte por unidad de peso, de volumen o de número que la costumbre tenga establecidos en la localidad.

3.10.4.- Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad.

Sobre la suma de los conceptos anteriores en las unidades de obra que los precisen.

3.10.5.- Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales.

Vigentes sobre el importe de la mano de obra, especificando en documento aparte la cuantía de cada concepto del seguro, y de la carga.

3.10.6.- Tanto por ciento de gastos generales y fiscales.

Sobre la suma de los conceptos correspondientes a los apartados de materiales y mano de obra.

3.10.7.- Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista.

Aplicado la suma total de los conceptos correspondientes a materiales, mano de obra, transportes de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

El Contratista deberá asimismo presentar una lista con los precios de jornales, de los materiales de origen, del transporte, los tantos por ciento que imputa cada uno de los Seguros, y las Cargas Sociales vigentes, y los conceptos y cuantías de las partidas que se incluyen en el concepto de Gastos Generales, todo ello referido a la fecha de la firma del contrato.

3.11.- PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se entiende por precios de ejecución material, para cada unidad de obra, los resultantes de la suma de los costes directos más los costes indirectos, compuestos por los conceptos de: mano de obra, materiales, transportes, equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud, gastos de combustibles, gastos de energía, gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos así como gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Estos precios no contemplan el Beneficio Industrial.

3.12.- PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Se entenderá por precios de ejecución por Contrata, a la suma de los costes directos, los costes indirectos, los gastos

generales y el beneficio Industrial, sobre el cual deberá aplicarse el % de IGIC (Impuesto General Indirecto Canario) que corresponda, aunque este impuesto no forme parte del propio precio.

En el caso de que los trabajos a realizar en una obra se contratasen a tanto alzado, se entiende por precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra.

3.13.- GASTOS GENERALES Y FISCALES

Se establecerán en un porcentaje calculado sobre los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa.
- Gastos Fiscales.

3.14.- GASTOS IMPREVISTOS

Tendrán esta consideración aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos o variaciones en la obra y que sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en todo trabajo de construcción o montaje de instalaciones, y cuya cuantificación y determinación es imposible efectuar a priori. Por ello, se establecerá una partida fija de un dos por ciento (2%) calculado sobre los precios de ejecución material.

3.15.- BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista. En obras para las Administraciones éste se establecerá en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

3.16.- HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA

Dichos honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los gastos generales, salvo que se especifique lo contrario en el contrato de adjudicación, o sean deducidos en la contratación. Tanto en lo referente a forma de abono como a la cuantía de los mismos, se estará a lo dispuesto en el Decreto 1998/1961 de 19 de octubre de 1961, las normas de aplicación de este decreto contenidas en la Orden de 9 diciembre 1961 y a la normativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.

3.17.- GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

3.17.1.- Medios auxiliares.

Serán por cuenta del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no afectando por tanto a la Propiedad, cualquier responsabilidad que por avería o accidente personal pueda ocurrir en las obras por insuficiencia o mal uso de dichos

medios auxiliares.

3.17.2.- Abastecimiento de agua.

Será por cuenta del Contratista, disponer de las medidas adecuadas para que se cuente en obra con el agua necesaria para el buen desarrollo de las obras.

3.17.3.- Energía eléctrica.

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en obra.

3.17.4.- Vallado.

Serán por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado temporal para las obras, así como las tasas y permisos, debiendo proceder a su posterior demolición, dejándolo todo en su estado primitivo.

3.17.5.- Accesos.

Serán por cuenta del Contratista de cuantos trabajos requieran los accesos para el abastecimiento de las obras, así como tasas y permisos, debiendo reparar, al finalizar la obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados.

3.17.6.- Materiales no utilizados.

El Contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la obra en que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

3.17.7.- Materiales y aparatos defectuosos.

Cuando los materiales y aparatos no fueran de calidad requerida o no estuviesen perfectamente reparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos. A falta de estas condiciones, primarán las órdenes de la Dirección Facultativa

3.17.8.- Ensayos y pruebas.

Los gastos de los análisis y ensayos ordenados por la Dirección Facultativa, serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada, y de la Propiedad si el importe supera este porcentaje.

3.18.- PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se originan precios contradictorios solamente cuando la Propiedad, a través del Ingeniero-Director, decida introducir nuevas unidades de obra o cambios en la calidad de alguna de las inicialmente acordadas, o cuando sea necesario afrontar circunstancias no previstas.

A falta de acuerdo y antes de iniciar la obra, los precios de unidades de obra así como los de materiales, equipos, o de mano de obra de trabajos que no figuren en los contratos, se fijarán contradictoriamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos, siempre que a juicio de ellos, dichas

unidades no puedan incluirse en el dos por ciento (2%) de gastos imprevistos.

Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al Banco de Precios o Base de Datos de Unidades de obra de uso más frecuente en la Comunidad Autónoma oficialmente aprobado o adoptado por las diversas Administraciones.

El Contratista los presentará descompuestos, de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente a la descomposición de los precios unitarios del presente Pliego, siendo condición necesaria la aprobación y presentación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra.

De los precios así acordados, se levantará actas que firmarán por triplicado el Ingeniero-Director, la Propiedad y el Contratista o representantes autorizados a estos efectos por los últimos.

Los precios contradictorios que existieran quedarán siempre referidos a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.19.- MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, usase materiales y/o equipos de mejor calidad que los señalados en el Proyecto, o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o en general introdujese en ésta, y sin ser solicitada, cualquier otra modificación que fuese beneficiosa, a juicio del Ingeniero-Director no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.20.- ABONO DE LAS OBRAS

El abono de los trabajos ejecutados se efectuará previa medición periódica (según intervalo de tiempo que se acuerde) y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, tanto en las certificaciones como en la liquidación final, al precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, siempre y cuando se hayan realizado con sujeción a los documentos que constituyen el proyecto o bien siguiendo órdenes que, por escrito, haya entregado el Ingeniero-Director.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Propietario se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

- 1º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- 2º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable

estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

- 3º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Arquitecto-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- 4º Por listas de salarios o jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el contrato suscrito entre el Contratista y la Propiedad determina.
- 5º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

3.21.- ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS POR PARTIDA ALZADA

Las partidas alzadas, una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos, se considerarán como si fuesen contradictorios.

Salvo lo estipulado en el contrato entre el Contratista y la Propiedad, el abono de los trabajos presupuestados por partidaalzada se efectuará de acuerdo con un procedimiento de entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales o semejantes, las presupuestadas mediante partidaalzada se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratos.
- Si no existen precios contratados, para unidades de obra iguales o semejantes, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, excepto en el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el tanto por ciento correspondiente al Beneficio Industrial del Contratista.

3.22.- ABONOS DE OTROS TRABAJOS NO CONTRATADOS

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.23.- ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS EN EL PERIODO DE GARANTIA

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá de la siguiente forma:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio o de sus instalaciones, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por la Propiedad, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.24.- OBRAS NO TERMINADAS.

Las obras no terminadas o incompletas no se abonarán o se abonarán en la parte en que se encuentren ejecutadas, según el criterio establecido por la Dirección Facultativa.

- Las unidades de obra sin acabar, fuera del orden lógico de la obra o que puedan sufrir deterioros, no serán calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

3.25.- CERTIFICACIONES

El Contratista tomará las disposiciones necesarias, para que periódicamente, según el intervalo de tiempo acordado en el contrato, lleguen a conocimiento del Ingeniero-Director las unidades de obra realizadas previa medición, quien tendrá la facultad de revisarlas sobre el propio terreno, al cual le facilita aquel, cuantos medios sean indispensables para llevar a buen término su cometido.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios unitarios aprobados y extenderá la correspondiente certificación, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego de Condiciones respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales.

Presentada dicha certificación al Ingeniero-Director, previo examen, y comprobación sobre el terreno, si así lo considera oportuno, en un plazo de diez (10) días, pondrá

su Vº Bº, y firma, en el caso de que fuera aceptada, y con este requisito, podrá pasarse la certificación a la Propiedad para su abono, previa deducción, en tanto por ciento, de la correspondiente constitución de fianza o garantías y tasa por Honorarios de Dirección Facultativa, si procediera.

Dichas certificaciones, como recoge el párrafo anterior del presente Pliego de Condiciones Generales, se remitirán al Propietario, con carácter de documento y entregas a buena cuenta, sin que supongan aprobación o recepción en obra, sujetos a rectificaciones y variaciones derivadas de la liquidación final, no suponiendo tampoco estas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

El Propietario deberá realizar los pagos al Contratista o persona autorizada por el mismo, en los plazos previstos y su importe será el correspondiente a las especificaciones de los trabajos expedidos por la Dirección Facultativa.

Se podrán aplicar fórmulas de depreciación en aquellas unidades de obra, que tras realizar los ensayos de control de calidad correspondientes, su valor se encuentre por encima del límite de rechazo, muy próximo al límite mínimo exigido aunque no llegue a alcanzarlo, pero que obtenga la calificación de aceptable. Las medidas adoptadas no implicarán la pérdida de funcionalidad, seguridad o que no puedan ser subsanadas posteriormente, en las unidades de obra afectadas, según el criterio de la Dirección Facultativa.

El material acopiado a pie de obra, por indicación expresa y por escrito del Ingeniero-Director o del Propietario, a través de escrito dirigido al Ingeniero-Director, podrá ser certificado hasta el noventa por ciento (90%) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de Contrata.

En caso de que el Ingeniero-Director, no estimase aceptable la liquidación presentada por el Contratista, comunicará en un plazo máximo de diez (10) días, las rectificaciones que considere deba realizar al Contratista, en aquella, quien en igual plazo máximo, deberá presentarla debidamente rectificadas, o con las justificaciones que crea oportunas. En el caso de disconformidad, el Contratista se sujetará al criterio del Ingeniero-Director, y se procederá como en el caso anterior.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

3.26.- DEMORA EN LOS PAGOS

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente a que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de la cantidad pactada en el contrato suscrito con el Propietario, en concepto de intereses de demora durante el espacio del tiempo de retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del retraso del término de dicho plazo de un mes, sin realizarse el pago, tendrá derecho el Contratista a la rescisión unilateral del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y

que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

Si la obra no está terminada para la fecha prevista, el Propietario podrá disminuir las cuantías establecidas en el contrato, de las liquidaciones, fianzas o similares.

El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el proyecto, alegando un retraso de los pagos.

3.27.- PENALIZACIÓN ECONÓMICA AL CONTRATISTA POR EL INCUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS

Si el Contratista incumpliera con los plazos de ejecución de las obras estipuladas en el contrato de adjudicación, y no justificara debidamente a juicio de la Dirección Técnica la dilación, la Propiedad podrá imponer las penalizaciones económicas acordadas.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje (tanto por mil) del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija con cargo a la fianza, sin perjuicio de las acciones legales que en tal sentido correspondan. Dicha indemnización, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y el Propietario, se establecerá por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

En el caso de no haberse estipulado en el contrato el plazo de ejecución de las obras, se entenderá como tal el que figura como suficiente en la memoria del proyecto.

Si tampoco se hubiera especificado la cuantía de las penalizaciones, las indemnizaciones por retraso en la terminación de las obras, se aplicarán por lo que esté estipulado a tal efecto en cualquiera de los siguientes casos, siendo el importe resultante descontado con cargo a las certificaciones o a la fianza.

- Una cantidad fija durante el tiempo de retraso (por día natural, semana, mes, etc.) desde el día fijado para su terminación en el calendario de obra o en el contrato.
- El importe de los alquileres que el Propietario dejase de percibir durante el plazo de retraso en la entrega de las obras, en las condiciones exigidas, siempre que se demostrase que los locales diversos están alquilados.
- El importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, previamente fijados.
- El abono de un tanto por ciento anual sobre el importe del capital desembolsado a la terminación del plazo fijado y durante el tiempo que dure el retraso. La cuantía y el procedimiento a seguir para fijar el importe de la indemnización, entre los anteriores especificados, se convendrá expresamente entre ambas partes contratantes,

antes de la firma del contrato.

3.28.- MEJORAS Y AUMENTOS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales, aparatos y equipos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales, aparatos y equipos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.29.- UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera necesario valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.30.- RESCISIÓN DEL CONTRATO

Además de lo estipulado en el contrato de adjudicación y de lo recogido en el presente Pliego de Condiciones, la Propiedad podrá rescindir dicho Contrato en los siguientes casos:

- Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe del Contratista, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las obras.
- Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de terminación de obras.

Todo ello sin perjuicio de las penalizaciones económicas figuradas en el artículo 3.24.

3.31.- SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tenga por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, tal y como el resto de los trabajos de la obra. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para finalidades distintas a la reconstrucción de la obra siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir el Contrato, con devolución de fianza, abonos completos de gastos, materiales acopiados, etc., incluyendo una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro que no se le hubiese abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados, a tales efectos, por el Ingeniero-Director de la obra.

En las obras de rehabilitación, reforma o reparación, se fijará previamente la porción o parte de ésta que debe ser asegurada, así como su cuantía o importe, y si nada se prevé al respecto, se entenderá que el seguro comprenderá toda la parte de la edificación afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el apartado 3.35 del presente pliego, en base al Art. 19 de la L.O.E.

3.32.- CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Si el Contratista, siendo su obligación, no atendiese la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en caso de que no estén siendo éstas ocupadas por parte del Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda la guarda o custodia, la limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar las obras el Contratista, bien sea por buena terminación de las mismas como en el caso de rescisión del Contrato, está obligado a dejar libre de ocupación y limpias éstas en el plazo que el Ingeniero-Director estime oportuno. Después de la recepción provisional de las obras y en el caso de que su conservación corra por cuenta del Contratista, no deberá haber en las mismas más herramientas, útiles, materiales, mobiliario, etc., que los indispensables para su guarda y custodia, limpieza o para los trabajos que fuesen necesarios ejecutar.

En cualquier circunstancia, el Contratista estará obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía expresado, procediendo de la forma que prevé el presente Pliego de Condiciones

3.33.- USO POR EL CONTRATISTA DE LA EDIFICACION O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios, instalaciones o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de

repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.34.- PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS

El pago de impuestos, cánones, tasas y arbitrios en general, municipales, insulares o de otro origen, sobre vallas, ocupación de la vía, carga y descarga de materiales, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

3.35.- GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCION Y MONTAJE DE INSTALACIONES

El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. (Apartado C) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda según contempla su disposición adicional segunda, teniendo como referente a las siguientes garantías:

- a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras e instalaciones, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el art. 3 de la L.O.E.
- c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

4.- CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

4.1.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva y Anexos de cálculo.
- Planos.
- Pliego General de Condiciones.
- Pliegos de Condiciones Técnicas.
- Mediciones y Presupuesto.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud
- Proyecto de control de la edificación.

4.2.- PLAN DE OBRA

El Plan detallado de obra será realizado conforme se indicó en las Condiciones Facultativas del presente Pliego de Condiciones, y en él se recogerán los tiempos y finalizaciones establecidas en el contrato, siendo completado con todo detalle, indicando las fechas de iniciación previstas para cada una de las partes en las que se divide el trabajo, adaptándose con la mayor exactitud al Pert detallado, diagrama de Gant o cualquier otro sistema válido de control establecido. Este documento será vinculante.

4.3.- PLANOS

Son los citados en la lista de Planos del presente proyecto, y los que se suministrarán durante el transcurso de la obra por la Dirección Técnica y Facultativa, que tendrán la misma consideración.

4.4.- ESPECIFICACIONES

Son las que figuran en la Memoria Descriptiva y en los Pliegos de Condiciones Técnicas, así como las condiciones generales del contrato, juntamente con las modificaciones del mismo y los apéndices adosados a ellas, como conjunto de documentos legales.

4.5.- OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Es el objeto de los planos y especificaciones mostrar al Contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipos y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo contrario. El Contratista realizará todo el trabajo indicado en los planos y descrito en las especificaciones así como todos los trabajos considerados como necesarios para completar la realización de las obras de manera aceptable, con la calidad que le fuere exigida y consistente, y a los precios ofertados.

4.6.- DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Si existieran divergencias entre los planos y las especificaciones, regirán los requerimientos de éstas últimas y en todo caso, la aclaración que al respecto facilite el Ingeniero-Director.

4.7.- ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Cualquier error u omisión de importancia en los planos y especificaciones será comunicado inmediatamente al Ingeniero-Director que lo corregirá o aclarará con la mayor brevedad y por escrito, si fuese necesario. Cualquier trabajo hecho por el Contratista, tras el descubrimiento de tales discrepancias, errores u omisiones, se hará por cuenta y riesgo de éste.

4.8.- ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los planos y especificaciones se establecerá a cargo del Propietario. Entre los planos y especificaciones se establecerán todos los requisitos necesarios para la realización de los trabajos objeto del Contrato.

4.9.- INSTRUCCIONES ADICIONALES

Durante el proceso de realización de las obras y montaje de las instalaciones, el Ingeniero-Director podrá dar instrucciones adicionales por medio de dibujos, esquemas o notas que aclaren con detalle cualquier dato confuso de los planos y especificaciones. Podrá facilitar, de igual modo, instrucciones adicionales necesarias para explicar o ilustrar los cambios en el trabajo que tuvieran que realizarse.

Asimismo el Ingeniero-Director, o la Propiedad a través del Ingeniero-Director, podrán remitir al Contratista notificaciones escritas ordenando modificaciones, plazos de ejecución, cambios en el trabajo, etc. El Contratista deberá ceñirse estrictamente a lo indicado en dichas órdenes. En ningún caso el Contratista podrá negarse a firmar el enterado de una orden o notificación. Si estimara oportuno efectuar alguna reclamación contra ella, deberá formularla por escrito al Ingeniero-Director, o a la Propiedad a través de escrito al Ingeniero-Director; dentro del plazo de diez (10) días de haber recibido la orden o notificación. Dicha reclamación no lo exime de la obligación de cumplir lo indicado en la orden, aunque al ser estudiada por el Ingeniero-Director pudiera dar lugar a alguna compensación económica o a una prolongación del tiempo de finalización.

4.10.- COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

A la iniciación de las obras y durante el transcurso de las mismas, se entregará al Contratista, sin cargo alguno, dos copias de cada uno de los planos necesarios para la ejecución de las obras.

La entrega de planos se efectuará mediante envíos parciales con la suficiente antelación sobre sus fechas de utilización.

4.11.- PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Todos los planos y especificaciones y otros datos preparados por el Ingeniero-Director y entregados al Contratista pertenecerán a la Propiedad y al Ingeniero-Director, y no podrán utilizarse en otras obras.

4.12.- CONTRATO

En el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras, que

podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

4.12.1.- Por tanto alzado

Comprenderá la ejecución de toda parte de la obra, con sujeción estricta a todos los documentos del proyecto y en cifra fija.

4.12.2.- Por unidades de obra ejecutadas

Asimismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.

4.12.3.- Por administración directa o indirecta

Con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

4.12.4.- Por contrato de mano de obra

Siendo de cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a las anteriores.

En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no la subcontratación y los trabajos que puedan ser de adjudicación directa por parte del Ingeniero-Director a casas especializadas.

4.13.- CONTRATOS SEPARADOS

El Propietario puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo. Será responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y comunicar al Ingeniero-Director cualquier irregularidad que no lo permitiera finalizar su trabajo de forma satisfactoria.

La omisión de notificar al Ingeniero-Director estas anomalías indicará que el trabajo de otros Contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

4.14.- SUBCONTRATOS

Cuando sea solicitado por el Ingeniero-Director, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas propuestos para los trabajos. El Contratista será responsable ante la Propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas y de las acciones de sus empleados, en la misma medida que de los suyos propios. Los documentos del contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre Subcontratista y Propietario.

4.15.- ADJUDICACIÓN

La adjudicación de las obras se efectuará mediante una de las tres siguientes modalidades:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.
- Adjudicación directa o de libre adjudicación.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado con los documentos del proyecto.

En el segundo caso, la adjudicación será por libre elección.

4.16.- SUBASTAS Y CONCURSOS

Las subastas y concursos se celebrarán en el lugar que previamente señalen las Condiciones Particulares de Índice Legal de la presente obra, debiendo figurar imprescindiblemente la Dirección Facultativa o persona delegada, que presidirá la apertura de pliegos, encontrándose también presentes en el acto un representante de la Propiedad y un delegado de los concursantes.

4.17.- FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO

El Contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que consigue la Contrata.

4.18.- RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero-Director haya examinado y reconocido la realización de las obras durante la ejecución de las mismas, ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales.

El Contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empleados todos los medios de protección personal o colectiva, que la naturaleza de los trabajos exija.

De igual manera, aceptará la inspección del Ingeniero-Director en cuanto a Seguridad y Salud se refiere y se obliga a corregir, con carácter inmediato, los defectos que se encuentren al efecto, pudiendo el Ingeniero-Director en caso necesario paralizar los trabajos hasta tanto se hayan subsanado los defectos, corriendo por cuenta del Contratista las pérdidas que se originen.

4.19.- TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA

En caso de una emergencia el Contratista realizará cualquier trabajo o instalará los materiales y equipos necesarios.

Tan pronto como sea posible, comunicará al Ingeniero-Director cualquier tipo de emergencia, pero no esperará instrucciones para proceder a proteger adecuadamente vidas y propiedades.

4.20.- SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO

El trabajo o cualquier parte del mismo podrán ser suspendidos por el Propietario en cualquier momento

previa notificación por escrito con cinco (5) días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo.

El Contratista reanudará el trabajo según notificación por escrito del Propietario, a través del Ingeniero-Director, y dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos.

Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

4.21.- DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO

El Propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución en los casos escogidos en el capítulo correspondiente a las Condiciones de Índice Económica. y en cualquiera de los siguientes:

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del contrato o instrucciones del Ingeniero-Director, o deje proseguir el trabajo de acuerdo con lo convenido en el Plan de obra.
- Deje de proveer un representante cualificado, trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados, o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

4.22.- FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD

Después de diez (10) días de haber enviado notificación escrita al Contratista de su intención de rescindir el contrato, el Propietario tomará posesión del trabajo, de todos los materiales, herramientas y equipos aunque sea propiedad de la Contrata y podrá finalizar el trabajo por cualquier medio y método que elija.

4.23.- DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO

El Contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el contrato después de diez (10) días de la notificación al Propietario y al Ingeniero-Director de su intención, en el caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un período de noventa (90) días seguidos y por causas no imputables al Contratista o a sus empleados.

4.24.- CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato, las que a continuación se detallan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En estos dos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tengan derecho aquellos a indemnización alguna.

- Alteraciones del contrato por las siguientes causas:

1. La modificación del proyecto en forma tal

que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero-Director, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el veinticinco por ciento (25%), como mínimo, del importe de aquel.

2. La modificación de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del cuarenta por ciento (40%) como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del proyecto, o más del cincuenta por ciento (50%) de unidades del proyecto modificadas.

- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

4.25.- DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial, no será devuelta hasta pasado los doce meses del plazo de garantía fijados y en las condiciones detalladas en artículos anteriores.

4.26.- PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto entre el Propietario y el Contratista. En caso contrario será el especificado en el documento de la memoria descriptiva del presente proyecto.

4.27.- DAÑOS A TERCEROS

El Contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuidos que sobrevinieran, tanto en las edificaciones e instalaciones, como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas obras.

4.28.- POLICÍA DE OBRA

Serán de cargo y por cuenta del Contratista, el vallado y la policía o guarda de las obras, así como el cuidado de la conservación de sus líneas de lindero, así como vigilará que

durante las obras no se realicen actos que mermen o modifiquen la Propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero-Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos respectos vigentes en donde se realice la obra.

4.29.- ACCIDENTES DE TRABAJO

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos efectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud en las obras que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o los vigilantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Igualmente, el Contratista se compromete a facilitar cuantos datos se estimen necesarios a petición del Ingeniero-Director sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que se han adoptado para la instrucción del personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que pudiera acaecer o sobrevenir, por no cumplir el Contratista lo legislado en la materia, será éste el único responsable o sus representantes en la obra.

Será preceptivo que figure en el "Tablón de Anuncios" de la obra, durante todo el tiempo que ésta dure, el presente artículo del Pliego General de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma del Ingeniero-Director.

4.30.- RÉGIMEN JURÍDICO

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de obra, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no queden reguladas por la expresa legislación civil, ni mercantil, ni por el contrato) las normas que rigen para la ejecución de las obras del Estado.

Fuera de la competencia y decisiones que, en lo técnico, se atribuyan a la Dirección Facultativa, en lo demás procurará que las dudas a diferencia suscitadas, por la aplicación, interpretación o resolución del contrato se resuelvan mediante negociación de las partes respectivamente asistidas de personas cualificadas al efecto. De no haber concordancia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres, uno para cada parte y un tercero nombrado de común acuerdo entre ellos.

4.31.- SEGURIDAD SOCIAL

Además de lo establecido en el capítulo de condiciones de índole económica, el Contratista está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre Seguridad Social, teniendo

siempre a disposición del Propietario o del Ingeniero-Director todos los documentos de tal cumplimiento, haciendo extensiva esta obligación a cualquier subcontratista que de él dependiese.

4.32.- RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas dependientes del mismo, extremo que deberá acreditar ante el Propietario, dejando siempre exento al mismo y al Ingeniero-Director de cualquier reclamación que se pudiera originar.

En caso de accidentes ocurridos con motivo de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra. Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las obras, como en las zonas contiguas. Será por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

4.33.- IMPUESTOS

Será de cuenta del Contratista el abono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del contrato privado, firmado entre el Propietario y el Contratista; siendo por parte del Propietario el abono de las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

4.34.- DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

El Contratista se procurará de todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El Contratista una vez finalizadas las obras y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que el Ingeniero-Director le ordene para la seguridad y salud de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

4.35.- HALLAZGOS

El Propietario se reserva la posesión de las sustancias minerales utilizables, o cualquier otro elemento de interés, que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en su terreno de edificación.

Santa Cruz de Tenerife, Marzo de 2019

José Julio Brossa
Ingeniero Industrial
Colegiado nº203

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 149 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



PLIEGO DE CONDICIONES DE GRUPOS ELECTRÓGENOS

ÍNDICE

VISADO TF29197/00
FECHA 28-03-2019
Pag. 151 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



1.- OBJETO	1
2.- CAMPO DE APLICACIÓN	1
3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN	1
4.- CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE EQUIPOS Y MATERIALES	2
4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	2
4.2.- GRUPO ELECTRÓGENO	2
4.3.- CUADRO DE AUTOMATISMO DEL GRUPO ELECTRÓGENO	2
4.3.1.- CONSTRUCCIÓN	2
4.3.2.- DISPOSICIÓN DE LOS APARATOS	3
4.3.3.- JUEGO DE BARRAS	3
4.3.4.- CABLEADO Y CONEXIONADO	3
4.3.5.- CONDUCTORES	3
4.4.- CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	3
CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE	3
5.1.- CONDICIONES GENERALES	3
5.2.- DEPÓSITO DE MATERIALES	4
5.3.- GRUPO ELECTRÓGENO	4
5.3.1.- MONTAJE	4
5.3.2.- REFRIGERACIÓN	4
5.3.3.- ESCAPE	4
5.3.4.- RUIDOS	5
5.3.5.- DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE	5
5.3.6.- PROTECCIÓN ELÉCTRICA DEL GRUPO ELECTRÓGENO	5
5.3.7.- ENCLAVAMIENTO	5
5.3.8.- VENTILACIÓN	5
5.3.9.- ILUMINACIÓN Y OTRAS MEDIDAS CORRECTORAS	5
6.- ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO	5
6.1.- CONTROL Y ACEPTACIÓN	5
7.- RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS	5
7.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS	5
7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS	5
CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO	6
8.1.- CONSERVACIÓN	6
8.2.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN	7
INSPECCIONES PERIÓDICAS	7
9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS	7
9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA	7
9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS	7
9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	8
9.5.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL RESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	8
9.6.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA	8
9.7.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA	8
CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVO	9
10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN	9
10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	9
10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA	9
10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA	10
10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO	10
CONDICIONES DE INDOLE ADMINISTRATIVO	11
11.1.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS	11
11.2.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	11
11.3.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	12
11.3.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	12
11.3.1.1.- Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en servicio y la documentación del proyecto	12
11.3.1.2.- Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en fase de ejecución y la documentación del proyecto	12
11.3.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	12
11.4.- DOCUMENTACIÓN FINAL	12
11.5.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA	13

11.6.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN	13
11.7.- LIBRO DE ÓRDENES	13
11.8.- INCOMPATIBILIDADES	13
11.9.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA	13
11.10.- SUBCONTRATACIÓN	13

VISADO TF2919700
FECHA 18-03-2019
Pag. 152 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



1.- OBJETO

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del proyecto de referencia que determina las condiciones mínimas aceptables para realizar la Instalación de un Grupo Electrónico de Emergencia, acorde a lo estipulado por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, así como las normas NUECSA de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L., en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.

En cualquier caso, dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o que presenten un coste económico desproporcionado para el usuario.

En las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Ingeniero-Director de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

2.- CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje e instalación de un Grupo Electrónico de Emergencia regulado por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre anteriormente enunciado, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Además de las condiciones técnicas particulares contenidas en el presente pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la instalación, las siguientes normas y reglamentos:

Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Nocivas, Insalubres y Peligrosas.

Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo, del Miner, por el que se establecen Normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y la calidad de este servicio.

Decreto 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

Decreto 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27/12/00).

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Instrucciones Técnicas Complementarias.

Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.

Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las sucesivas actualizaciones que al respecto se realicen del presente Reglamento.

Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Real Decreto 3275/1982 por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Circular de la Consejería de Industria, sobre la interpretación del R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre y O.M. de 6 de julio de 1984 que aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Estaciones Transformadoras.

ORDEN de 27 de noviembre de 1987 por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 13 y MIE-RAT 14 del Reglamento sobre Condiciones y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Orden de 23 de junio de 1988 por la que se actualizan diversas Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT del Reglamento sobre Condiciones y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Orden de 16 de julio de 1991 por la que se modifica el punto 3.6 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 06 del Reglamento sobre Condiciones y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobada por Orden 6 de julio de 1984: aparatos de maniobra de circuitos.

Orden de 16 de mayo de 1994, por la que se adapta al progreso técnico la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobada por Orden 6 de julio de 1984: normas de obligado cumplimiento y hojas interpretativas.

Normativa autonómica:

Ley 11/1990 de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico.

VISADO TF29197/00
BOECHA 18-03-2019
55 de agosto

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto de la presente es la redacción de un pliego de condiciones técnicas para la instalación de un grupo electrógeno de emergencia en un edificio de viviendas. La obra se ejecutará de acuerdo con el proyecto de referencia que forma parte de la documentación del proyecto. El presente pliego de condiciones técnicas tiene carácter de especificación técnica y no de presupuesto. El presente pliego de condiciones técnicas es de aplicación en todo momento durante la ejecución de la obra. El presente pliego de condiciones técnicas es de aplicación en todo momento durante la ejecución de la obra. El presente pliego de condiciones técnicas es de aplicación en todo momento durante la ejecución de la obra.



Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regularización del Sector Eléctrico Canario.

Ley 8/2005, de 21 de diciembre, de modificación de la Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

Orden de 19 de agosto de 1997, por la que se aprueba la Norma Particular para Centros de Transformación de hasta 30 kV, en el ámbito de suministro de Unión Eléctrica de Canarias, S.A.

DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.

Orden de 25 de mayo de 2007, por la que se regula el procedimiento telemático para la puesta en servicio de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Ordenanzas Municipales y otras Normas Municipales de canalización de obras y protecciones.

Guía "Grupos Generadores Eléctricos de Baja Tensión" editada por la Consejería de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías (exceptuando a los grupos generadores de baja tensión que puedan trabajar en paralelo con la red).

Y cuantas normas de la Compañía Suministradora y otras normas y leyes de obligado cumplimiento relacionadas con este Pliego de Condiciones Técnicas le sean aplicables.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos, lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE EQUIPOS Y MATERIALES

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como "instalación eléctrica" todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo y según Art. 3 del Decreto 141/2009 éstas se agrupan y clasifican en:

Instalación de baja tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ($U < 1$ kV).

Instalación de media tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ($1 \text{ kV} \leq U < 66 \text{ kV}$).

Instalación de alta tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV ($U \geq 66 \text{ kV}$).

GRUPO ELECTRÓGENO

Seguirá lo dispuesto en las ITC-BT-28 (apartado 2.3) e ITC-BT-30. Así como CTE DB SU-5 (apartado 3.3.2.1).

El Grupo Electrónico tendrá las características que se indican en los documentos del presente proyecto, siendo éstas, al menos, las siguientes:

Tipo de suministro: (Monofásico, Trifásico con N, Trifásico)

Servicio: (Aislado, Asistido)

Tensión: V

Frecuencia: Hz

Potencia: KVA

Autonomía: (tiempo)

Tipo de régimen de neutro: (TT, IT, otros)

Asimismo el Grupo Electrónico podrá estar integrado por los siguientes componentes y características:

Motor: Marca, modelo, Tipo de combustible, Sistema de refrigeración, Sistema de escape, Sistema de lubricación y Sistema de arranque.

Generador: Marca, modelo, Potencia, Velocidad, Frecuencia, Tensión, Aislamiento. (Clase), Reactancia subtransitoria directa ($X''d$), Relación de cortocircuito.

Conjunto Motor-Alternador: Consumo de combustible (100 % carga), Dimensiones y Peso (máximo con depósitos llenos).

Depósito de combustible: Dimensiones y Ubicación.

Automatismo: En su caso, descripción del automatismo con indicación de los umbrales y tiempos, así como indicación de las señales necesarias para su correcto funcionamiento.

Sistemas auxiliares: Cargador de baterías (tanto para el arranque del motor como para el mantenimiento y vigilancia de la red) y Sistemas de alarma y protecciones del grupo.

Cuadro eléctrico: Con sus correspondientes protecciones de salida del generador.

En la conmutación en Baja Tensión del grupo electrónico, se dispondrán los correspondientes enclavamientos reglamentarios, para evitar posibles retornos de corriente a la red de la Empresa Suministradora, tal como se indica en la Orden de 19 de agosto de 1997, por la que se aprueba la Norma Particular para Centros de Transformación de hasta 30 kV, en el ámbito de suministro de Unión Eléctrica de Canarias, S.A.

Los locales donde se ubiquen estos equipos deberán cumplir con lo establecido en la ITC-BT-30.

4.3.- CUADRO DE AUTOMATISMO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

4.3.1.- CONSTRUCCIÓN

Estará construido con chapas plegadas de acero y perfiles laminados en frío de 2 mm de espesor mínimo, no presentando rugosidades ni defectos que pudieran alterar la estética de los mismos.

La carpintería metálica se desengrasará, se tratará con tres manos de pintura antioxidante y se pintará al fuego. Su grado de estanqueidad será IP-54.

Señalización será para diferenciar que hay red, servicio de red, que el grupo funciona, paro, alarmas y que el grupo falla.

Cuando exista falta de red o de una fase o caída de la misma en un 80 %, dará orden de arranque al Grupo a través de un programador con tres intentos de arranque, accionando la desconexión de contactor de red y enclavándose el del Grupo, una vez restablecida la red, se podrá temporizar el paso del Grupo hasta un máximo de cinco minutos.

Se podrá seleccionar el funcionamiento del Grupo en manual, automático o que el Grupo quede fuera de servicio para poder efectuar reparaciones en el mismo. En funcionamiento manual se podrá arrancar y pasar y además pasar la carga de red a Grupo.

Con el sistema de alarmas del Grupo pasará automáticamente con señalización óptica y acústica, y una vez reparada la avería señalada por la alarma, borrar la misma.

El cargador de baterías cargará las mismas en carga lenta o rápida según se seleccione.

2.- DISPOSICIÓN DE LOS APARATOS

La distribución de los aparatos dentro del Cuadro será la adecuada para una fácil reparación o revisión.

En el frente del Cuadro habrá un esquema sinóptico con barras de aluminio anodizado y letreros identificadores grabados en placas de plástico.

4.3.3.- JUEGO DE BARRAS

Serán de cobre electrolítico, de dimensiones normalizadas, totalmente estañadas y pintadas con esmalte sintético en los colores señalados en el Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

El calibre será el adecuado a las intensidades nominales y de cortocircuito y con un mínimo de 2,5 A/mm².

La sustentación de los juegos de barras se hará mediante portabarras de 1.000 Voltios de aislamiento, estando calculado el conjunto para resistir los esfuerzos dinámicos de cortocircuito a que pueden ser sometidos.

Toda la tornillería a emplear, tanto en empalmes como en derivaciones, será de latón, con rosca normal, doble tuerca y arandela del mismo material y arandela grower en cada conjunto.

4.- CABLEADO Y CONEXIONADO

Cuando la carga sea inferior en un 40% de la intensidad admisible por las pletinas más pequeñas de fabricación normalizada, se utilizarán conductores de cobre con doble aislamiento PVC, con terminales de presión montados en sus extremos. La sección mínima de los conductores será de 2,5 A/mm² y se instalarán en bandejas plásticas.

Las conexiones para telemandos, control, señalización y medida, serán debidamente cableadas, utilizando conductores de un mismo color para cada uno de los servicios anteriormente indicados, facilitando de esta forma su identificación.

Los circuitos de salida, tanto de potencia como de mando o señalización, llevarán bornas de conexión, situadas en la parte inferior o superior del Cuadro, con número de identidad.

5.- CONDUCTORES

Serán constituidos por cable de cobre electrolítico de formación ale para todas las secciones, de aislamiento nominal 1.000 V y tensión de prueba de 4.000 V.

Dispondrán de dos capas de aislamiento, una directamente sobre el conductor de polietileno, y otra exterior de policloruro de vinilo.

Para su identificación se seguirá el siguiente código de colores:

- Neutro: Azul claro
- Fases: Negro, gris y marrón
- Tierra: Amarillo-verde

Todas las tiradas serán enteras, no admitiéndose ningún tipo de empalme.

El radio mínimo de curvatura será diez veces el diámetro del cable.

La cubierta exterior llevará grabada la marca, tipo, tensión de servicio, sección e identificación.

4.4.- CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de esta instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas del montaje los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la instalación.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

5.- CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

5.1.- CONDICIONES GENERALES

La instalación de Grupos Electrógenos será ejecutada por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 y deberán realizarse

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
CARGA Reg. 155 de 51

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE



conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida y cualquier modificación en cuanto a formas, sistemas de protección, puesta a tierra, medidas, número de aparatos, calidad, etc., sólo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa de la obra.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación del Grupo Electrógeno coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.

El montaje será realizado de acuerdo con los planos de instalación no admitiéndose variaciones en medidas, número de aparatos o calidad de los mismos sin una previa justificación por parte del Contratista y la aprobación de la Dirección Facultativa de la obra.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes del montaje que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituir las a su cargo.

Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por ésta.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección Facultativa de la obra aunque no estén indicadas en este Pliego, los cuales se ejecutarán en los laboratorios que elija la Dirección, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa de la obra, aún después de colocado, si no cumple con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan con las condiciones exigidas.

Una vez iniciadas las obras, éstas deberán continuarse sin interrupción y ejecutadas en el plazo estipulado.

Se cumplirán siempre todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

5.3.2.- DEPÓSITO DE MATERIALES

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteración durante su depósito en la obra, debiendo retirarse e reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna alteración o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

Se tendrá obligación del Contratista, la ejecución de las obras de recogida de aparatos mecánicos, etc. y obras complementarias a las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones, cuya ejecución se hará en la forma que se detalla en el capítulo correspondiente.

5.3.- GRUPO ELECTRÓGENO

5.3.1.- MONTAJE

El Grupo se situará en su ubicación, una vez desembalado, mediante una grúa, evitando así los deslizamientos bruscos en su colocación.

El Grupo irá situado en el interior de una cabina insonorizada, para intemperie, que se colocará sobre un entramado apoyado sobre el recreado de cuatro pilares. Este entramado se dimensionará para:

- Soportar las cargas solicitadas
- La absorción de las vibraciones

Para el dimensionado de éstas se ha tenido en cuenta las siguientes circunstancias:

- Peso del equipo a soportar
- Estabilidad de la superficie de apoyo de las cargas estáticas y dinámicas.
- Esfuerzos dinámicos (continuos e intermitentes)
- Aislamiento de vibraciones
- Resistencia mecánica

El montaje del Grupo sobre este entramado se realizará mediante soportes elásticos antivibratorios, para mejorar el aislamiento de las vibraciones.

El Grupo, una vez situado sobre el entramado, se deberá nivelar de tal manera que los errores o diferencias con respecto a los ejes de los alternadores o volantes de acople, no excedan de 0,003 mm. de alineación y nivelación, con lo que se conseguirá un acoplamiento perfecto y un óptimo rendimiento de las máquinas.

Todos los conductos de salida del Grupo se acoplarán a éste mediante conexiones flexibles, con objeto de que no sean transmitidas a las canalizaciones de salida las vibraciones de aquéllas.

Para la puesta a punto del Grupo Electrógeno se tendrá en cuenta todas las normas que indiquen el fabricante de éste, así como su mantenimiento.

5.3.2.- REFRIGERACIÓN

Se realizará mediante tomas acústicas de entrada y salida de aire, dispuestas en la propia cabina, de dimensiones apropiadas para tener los caudales calculados, y los acoples con la entrada y salida de los gases de ventilación serán elásticos, de forma que amortigüen las vibraciones.

5.3.3.- ESCAPE

Estará constituido en silenciador de gases de escape que desembocará en una tubería de acero inoxidable AISI 304 prefabricada con una protección final dispuesta en la parte superior de la cabina, forrado con una manta de fibra de vidrio y protegido con una envolvente de chapa de aluminio.

Las conexiones o acoples serán con tubos flexibles para evitar la transmisión de vibraciones a los conductos de salida.

VISADO TF2919700
FECHA: 18-03-2019
Por: [Firma]

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE



Su conducto de salida de los gases de combustión evacuarán directamente al exterior.

5.3.4.- RUIDOS

Se adoptarán las medidas oportunas en cuanto al aislamiento acústico para la atenuación del ruido generado por el Grupo mediante empleo de silenciadores, a los efectos de cumplimiento del DB-HR "Documento Básico de protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación (CTE), así como en cumplimiento del Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Nocivas, Insalubres y Peligrosas.

5.3.5.- DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

El depósito de combustible será suministrado por el fabricante del Grupo Electrógeno, e instalado en la bancada del mismo, cumplirá la Norma UNE que le sea de aplicación.

5.6.- PROTECCIÓN ELÉCTRICA DEL GRUPO ELECTRÓGENO

La protección eléctrica del grupo electrógeno, se ejecutará en origen mediante un interruptor magnetotérmico general, de intensidad nominal correspondiente a la carga del grupo, teniendo en cuenta la selectividad de todos los elementos que componen la instalación conectada al mismo, no siendo nunca superior a la potencia nominal del grupo. Se conectará toma de tierra al armazón del grupo y cuadro de mando. El neutro del grupo se efectuará con tierra independiente de la de masas, a una distancia superior a 20 metros y mediante cable eléctrico aislado de 0'6/1 KV.

5.3.7.- ENCLAVAMIENTO

El grupo electrógeno contará con un sistema de conmutación para todos los conductores activos y el neutro que impida el acoplamiento simultáneo con la red eléctrica, según la ITC-BT-40 del REBT.

5.3.8.- VENTILACIÓN

El sistema de ventilación se dimensiona teniendo en cuenta los datos necesarios para disipar el calor del radiador, del motor y los efectos de proporcionar el aire necesario para la combustión.

5.3.9.- ILUMINACIÓN Y OTRAS MEDIDAS CORRECTORAS

Se proporcionará del correspondiente sistema de iluminación cuando el grupo se instala en una sala o local acondicionado a tal efecto, como de otras medidas correctoras de protección contra incendios, elementos y dispositivos de protección mecánica, existencia de los esquemas y manuales de funcionamiento del grupo e instrucciones para el mantenimiento y uso del mismo, a disposición en el mencionado local.

ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO

Después de la recepción provisional de la instalación del Grupo Electrógeno, una vez terminada, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

6.1.- CONTROL Y ACEPTACIÓN

Durante el montaje del Grupo Electrógeno, se realizarán controles en los siguientes puntos de observación

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Situación del Grupo sobre bancada y montaje de los elementos elásticos de atenuación de vibraciones.
- Señalización del Grupo: hay red y servicio de red, grupo funciona, paro, alarmas y grupo falla.
- Medida del ruido generado por el Grupo.
- Ejecución de la obra civil necesaria.
- Fijación de los distintos elementos y aparatos, protecciones eléctricas del Grupo, depósito, etc..
- Ejecución de las instalaciones de alumbrado, ventilación, etc.

7.- RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

7.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Previamente al reconocimiento de la instalación del Grupo Electrógeno y obras necesarias, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado antes de su instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización del montaje del Grupo Electrógeno ha sido llevado a cabo y terminadas, rematadas correcta y completamente.

En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Situación del Grupo sobre bancada y montaje de los elementos elásticos de atenuación de vibraciones
- Medida del ruido generado por el Grupo.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación:

- **Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos:** se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- **Empalmes:** se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.

VISADO TF29197/00
FECHA 16-03-2019
Pag. 157 de 164

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
La recepción provisional de la instalación del grupo electrógeno se efectúa en virtud de la presente acta de recepción provisional, en la que se declara que el grupo electrógeno y sus instalaciones cumplen con las condiciones técnicas exigidas en el presente proyecto y que se encuentran en condiciones de funcionamiento normal.



- **Equilibrio entre fases:** se medirán las intensidades en cada una de las fases, debiendo existir el máximo equilibrio posible entre ellas.
- **La comprobación del nivel medio de ruido.**
- **Medición de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra** con un óhmetro previamente calibrado, verificando, la Dirección Facultativa, que están dentro de los límites admitidos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de la instalación, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

8.- CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de Generación son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de mantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o fichados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de tres meses desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

8.1.- CONSERVACIÓN

Se realizarán operaciones de mantenimiento de todos los equipos instalados y de los sistemas de control y regulación.

Será responsabilidad de la empresa mantenedora el suministro de los productos, material y herramientas necesarias para el mantenimiento. Asimismo será responsable del tratamiento de los residuos que se generen y de su traslado a vertedero autorizado o entrega a gestor autorizado.

Se realizará una limpieza anual de las salas del grupo electrógeno y pintado de las zonas oxidadas y deterioradas.

Se procederá a la limpieza de los filtros o sustitución en los grupos electrógenos de: aire, aceite, combustible y agua.

Mantenimiento de los niveles de aceite, combustible y agua.

Para el almacenamiento del combustible, se cumplirá la normativa vigente para las instalaciones del almacenamiento y distribución del mismo

Para el mantenimiento de los grupos electrógenos se realizarán las siguientes operaciones, con carácter trimestral:

En el motor:

Se realizará la verificación de los niveles, estados y pérdidas. Las operaciones serán las siguientes:

- Nivel de aceite. - Pérdidas de aceite.
- Nivel de agua. - Pérdidas de agua.
- Correa del ventilador. - Pérdidas de combustible.
- Correa del alternador.
- Batería: bornes y carga
- Filtro de aceite. - Intensidad de carga de la batería.

VISADO TF29197/00
FECOMAT 18-03-2019
C/158 Calle Ag...

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del presente es: La certificación profesional de la competencia técnica de los ingenieros industriales de Santa Cruz de Tenerife en el ejercicio de sus funciones profesionales. La certificación profesional de la competencia técnica de los ingenieros industriales de Santa Cruz de Tenerife en el ejercicio de sus funciones profesionales. La certificación profesional de la competencia técnica de los ingenieros industriales de Santa Cruz de Tenerife en el ejercicio de sus funciones profesionales.

- Filtro del aire. - Motor de arranque.
- Ventilación. - Indicador de presión de refrigerante.
- Silemblocs. - Indicador de carga.
- Tubo de escape. - Resistencias de carter.

En el generador:

Se comprobará el estado de:

- Placas de los bornes. - Rodamientos.
- Regulador eléctrico. - Acoplamiento.
- Colector. - Ventilación.
- Escobillas.
- Aislamiento eléctrico.
- Escobillas y aros, ajuste y limpieza.

En el equipo eléctrico sin tensión:

Se realizará la verificación de los siguientes elementos:

- Aparatos de medida. - Contactores.
- Pilotos. - Relés auxiliares.
- Mandos del panel. - Apriete de bornes.
- Interruptor general. - Cableado.
- Resistencias de caldeo. - Termostato de las resistencias.

En el equipo eléctrico con tensión:

En estado manual (sin conmutación) "vacío" manteniendo

el equipo en funcionamiento 30 minutos:

Se comprobarán los parámetros especificados a continuación:

- Tensión U-1, U-2, U-3, U/N.
- Frecuencia (R.P.M.).

En estado automático (con conmutación) "carga":

Se harán las verificaciones de dos formas:

Desconexión de red en carga:

- Arranque del generador.
- Maniobra de conmutación.
- Tensión de servicio U-1, U-2, U-3, U/N.
- Intensidad de carga.
- Frecuencia.
- Tiempo de Arranque

Conexión de red (en marcha):

- Maniobra de conmutación.
- Tensión de servicio U-1, U-2, U-3, U/N.
- Parada de generador.
- Intensidad de carga de batería.

- Tiempo de parada
- Nivel de ruido (db)
- Concentración de CO₂

Revisión general de la instalación cada 10 años por personal cualificado.

8.2.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

9.- INSPECCIONES PERIÓDICAS

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas de Generación son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Los grupos electrógenos no precisan de inspecciones periódicas.

9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del DECRETO 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias o Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA

El protocolo genérico de inspección que debe seguirse será el aprobado por la Administración competente en materia de energía, si bien la empresa titular de las instalaciones podrá solicitar la aprobación de su propio protocolo específico de revisión.

9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

En el caso de existir otras instalaciones anexas de naturaleza distinta a la eléctrica (por ejemplo de hidrocarburos, aparatos a presión, contra incendios, locales calificados como atmósferas explosivas, etc.) para las que también sea preceptiva la revisión periódica por exigencia de su normativa específica, se procurará la convergencia en la programación de las fechas de revisión con las de los grupos vinculados, si bien prevalecerá la seguridad y el

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 169 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección de la integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



correcto mantenimiento de las mismas frente a otros criterios de oportunidad u organización.

9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las instalaciones de producción en régimen ordinario, así como las de transporte y distribución de energía eléctrica, serán revisadas periódicamente por un OCA o por un técnico titulado con competencia equivalente a la requerida para la puesta en servicio de la instalación, libremente elegidos por el titular de la instalación.

La revisión se producirá al menos cada TRES (3) años, en lo referente a las redes de distribución y de transporte. En el caso de instalaciones de generación se podrá adoptar, como plazo de revisión, el definido por el fabricante para la revisión mayor, si bien no se podrán superar los plazos siguientes, en función de la tecnología del grupo generador:

- a) Grupos diesel: DOS (2) años
- b) Turbinas de gas: UN (1) año y SEIS (6) meses
- c) Turbinas de vapor: CUATRO (4) años
- d) Otros sistemas generadores: TRES (3) años

En el caso de que existan instalaciones auxiliares vinculadas a grupos de distinta tecnología, se adoptará el plazo más restrictivo de ellos..

9.5.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL RESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El titular de la instalación eléctrica estará obligado a encargar a un OCA, libremente elegido por él, la realización de la inspección periódica preceptiva, en la forma y plazos establecidos reglamentariamente.

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha de la puesta en servicio o la de antigüedad, según se establece en el anexo VII del Decreto 141/2009.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

La empresa instaladora que tenga suscrito un contrato de mantenimiento tendrá obligación de comunicar al titular de la instalación, con un (1) mes de antelación y por medio que deje constancia fehaciente, la fecha en que corresponde solicitar la inspección periódica, adjuntando listado de todos los OCA o referenciándolo a la página Web del órgano competente en materia de energía, donde se encuentra dicho listado.

El titular comunicará al órgano competente la relación de las instalaciones eléctricas, en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica preceptiva.

El titular tendrá la obligación de custodiar toda la documentación técnica y administrativa vinculada a la instalación eléctrica en cuestión, durante su vida útil.

9.6.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará en el cuadro principal de mando y protección, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

El certificado de un OCA tendrá validez de CINCO (5) años en el caso de instalaciones de Baja Tensión y de TRES (3) años para las instalaciones de Media y Alta Tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

9.7.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 16 de 19

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto de la presente es la identificación y el control de la calidad de los trabajos realizados por el profesional de la Ingeniería Industrial en el ámbito de su competencia profesional, de acuerdo con lo establecido en el artículo 10.1 del Real Decreto 141/2009, de 18 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de la Inspección de las Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, de Media Tensión y de Alta Tensión, y de las Instalaciones de Producción, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica.

afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

10.- CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVO

10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Las comunicaciones del titular a la Administración se podrán realizar empleando la vía telemática (correo electrónico e internet), en aras de acelerar el procedimiento administrativo, siempre y cuando quede garantizada la identidad del interesado, asegurada la constancia de su recepción y la autenticidad, integridad y conservación del documento.

Cualquier solicitud o comunicación que se realice en soporte papel, se dirigirá al Director General competente en materia de energía y se presentará en el registro de la Consejería competente en materia de energía, o en cualquiera de los lugares habilitados por el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Cualquier inexactitud o falsedad en cualquier dato, manifestación o documento, de carácter esencial, que se acompañe o incorpore en una comunicación previa implicará la nulidad de lo actuado, produciendo desde el momento en que se conozca, el ejercicio del derecho o actividad afectada, sin perjuicio de las responsabilidades, penales, civiles o administrativas a que pudiera lugar.

Antes de iniciar el procedimiento correspondiente, el titular de las mismas deberá disponer del punto de conexión a la red de distribución o transporte y de los oportunos permisos que le permitan para la ocupación de suelo o para el vuelo sobre el mismo. En caso de no poseer todos los permisos de paso deberá iniciar la tramitación conjuntamente con la de utilidad pública cuando proceda.

El titular o Propiedad de una instalación eléctrica podrá actuar mediante representante, el cual deberá acreditar, para su actuación frente a la Administración, la representación con que actúa, de acuerdo con lo establecido en el artículo 32.3 de la Ley 992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

El titular deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas privadas, las de generación en régimen especial y las instalaciones eléctricas de baja tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Ingeniero-Director es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra. En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La dirección facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende y esté autorizada para ello.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por el Ingeniero-Director.

El contratista se obliga a mantener contacto con la empresa suministradora de energía a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y cuantas

VISADO TF29197/00
FCC ICAJ 18-03-2019
161161161

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE



disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

El Contratista está obligado al cumplimiento de lo legislado en la Reglamentación Laboral y demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros. Debiendo presentar al Ingeniero-Director de obra los comprobantes de los impresos TC-TC-2 cuando se le requieran, debidamente diligenciados por el Organismo acreditado.

Además el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA

La empresa instaladora autorizada que haya formalizado un contrato de mantenimiento con el titular o Propietario de una instalación eléctrica, o el responsable del mantenimiento en una empresa que ha acreditado disponer de medios propios de automantenimiento, tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

- Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
- En instalaciones privadas, interrumpir el servicio a la instalación, total o parcialmente, en los casos en que se observe el inminente peligro para las personas o las cosas, o exista un grave riesgo medioambiental inminente. Sin perjuicio de otras actuaciones que correspondan respecto a la jurisdicción civil o penal, en caso de accidente deberán comunicarlo al Centro Directivo competente en materia de energía, manteniendo interrumpido el funcionamiento de la instalación hasta que se subsanen los defectos que han causado dicho accidente. Para el resto de instalaciones se atenderá a lo establecido al respecto en el Real Decreto 1.955/2000, de 1 de diciembre, o norma que lo sustituya.
- Atender con diligencia los requerimientos del titular para prevenir o corregir las averías que se produzcan en la instalación eléctrica.
- Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias observadas en la instalación, que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.
- Tener a disposición de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias un listado actualizado de los contratos de mantenimiento al menos durante los CINCO (5)

AÑOS inmediatamente posteriores a la finalización de los mismos.

- Comunicar al titular de la instalación, con una antelación mínima de UN (1) MES, la fecha en que corresponde realizar la revisión periódica a efectuar por un Organismo OCA, cuando fuese preceptivo.
- Comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía, la relación de las instalaciones eléctricas en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica oficial exigible.
- Asistir a las inspecciones derivadas del cumplimiento de la reglamentación vigente, y a las que solicite extraordinariamente el titular.
- Tener suscrito un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 euros, cantidad que se actualizará anualmente según el IPC certificado por el Instituto Canario de Estadística (INSTAC).
- Dimensionar suficientemente tanto sus recursos técnicos y humanos, como su organización en función del tipo, tensión, localización y número de instalaciones bajo su responsabilidad.

10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO

Las actuaciones que realice en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma un OCA, en los términos definidos en el artículo 41 del Reglamento de Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, e inscrito en el Registro de Establecimientos Industriales de esta Comunidad y acreditado en el campo de las instalaciones eléctricas, deberán ajustarse a las normas que a continuación se establecen, a salvo de otras responsabilidades que la normativa sectorial le imponga.

El certificado de un OCA tendrá validez de 5 años en el caso de instalaciones de baja tensión y de 3 años para las instalaciones de media y alta tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia. Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente autorizada, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables conforme a las leyes vigentes.

Los OCA tendrán a disposición de la Administración competente en materia de energía todos los datos registrales y estadísticos correspondientes a cada una de sus actuaciones, clasificando las intervenciones por titular, técnico y empresa instaladora. Dicha información podrá ser requerida en cualquier momento por la Administración.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

Para la realización de las revisiones, controles e inspecciones que se les encomiende, los OCA aplicarán los modelos de

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
PÁG. 12 de 24

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección en el original de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



certificados de inspección previstos en el anexo VIII del Decreto 141/2009 y los manuales de revisión y de calificación de defectos que se contemplen en los correspondientes protocolos-guía, aprobados por la Administración competente en materia de energía, o en su defecto los que tenga reconocido el OCA.

Los OCA realizarán las inspecciones que solicite la Administración competente en materia de energía, estando presentes en las inspecciones oficiales de aquellas instalaciones en las que hayan intervenido y sean requeridos.

Las discrepancias de los titulares de las instalaciones ante las actuaciones de los OCA serán puestas de manifiesto ante la Administración competente en materia de energía, que las resolverá en el plazo de 1 mes.

Las solicitudes de punto de conexión referidas a instalaciones acogidas al régimen especial, también están sujetas al procedimiento establecido en este artículo.

La información aportada, deberá ser considerada confidencial y por tanto en su manejo y utilización se deberán cumplir las garantías que establece la legislación vigente sobre protección de datos.

Ni la empresa distribuidora, ni ninguna otra empresa vinculada a la misma, podrá realizar ofertas de servicios, al margen de la propia oferta técnico económica, que impliquen restricciones a la libre competencia en el mercado eléctrico canario o favorezcan la competencia desleal.

De igual forma el Documento Técnico de Diseño requerido y descrito en el siguiente apartado (proyecto o memoria técnica de diseño), deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de proceder a su tramitación administrativa.

11.- CONDICIONES DE INDOLE ADMINISTRATIVO

11.1.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra (según anexo VI del Decreto 141/2009).

Asimismo y antes de iniciar las obras, los Propietarios o titulares de la instalación eléctrica en proyecto de construcción facilitarán a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder prever con antelación suficiente el crecimiento y dimensionado de sus redes.

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro. Dicha solicitud se acompañará de la siguiente información:

- Nombre y dirección del solicitante, teléfono, fax, correo electrónico u otro medio de contacto.
- Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista y/o del instalador, en su caso.
- Situación de la instalación, edificación u obra, indicando la calificación urbanística del suelo.
- Uso o destino de la misma.
- Potencia total solicitada, reglamentariamente justificada.
- Punto de la red más próximo para realizar la conexión, propuesto por el instalador o técnico correspondiente, identificando inequívocamente el mismo, preferentemente por medios gráficos.
- Número de clientes estimados.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará, en el plazo de CINCO (5) DIAS a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición. Dicha comunicación se podrá realizar por vía telemática.

La empresa distribuidora habilitará los medios necesarios para constancia fehaciente, sea cual sea la vía de recepción de documentación o petición, de las solicitudes de puntos de conexión realizadas, a los efectos del cómputo de plazos y de las actuaciones o responsabilidades.

11.2.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contempla la documentación descriptiva, en textos y representación gráfica, de la instalación eléctrica, de los materiales y demás elementos y actividades considerados necesarios para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

En aquellos casos en que exista aprobada una "Guía de Proyectos" que específicamente le sea de aplicación el Proyecto deberá ajustarse en su contenido esencial a dicha Guía.

Esta Guía será indicativa, por lo que los proyectos deberán ser complementados y adaptados en función de las peculiaridades de la instalación en cuestión, pudiendo ser ampliados según la experiencia y criterios de buena práctica del proyectista. El desarrollo de los puntos que componen cada guía presupone dar contenido a dicho documento de diseño hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de su tramitación administrativa.

El Proyecto constará, al menos, de los siguientes documentos:

- Memoria descriptiva (titular, emplazamiento, tipo de industria o actividad, uso o destino del local y su clasificación, programa de necesidades, descripción pormenorizada de la instalación, presupuesto total).
- Memoria de cálculos justificativos.
- Estudio de Impacto Ambiental en la categoría correspondiente, en su caso.
- Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud (según corresponda de acuerdo con la normativa de seguridad laboral vigente).
- Planos a escalas adecuadas (situación, emplazamiento, alzados, plantas, distribución, secciones, detalles, croquis de trazados, red de tierras, esquema unifilar, etc.).
- Pliego de Condiciones Técnicas, Económicas, Administrativas y Legales.

VISADO TF29197/00
FECHA 19-03-2019
Bart 163 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El presente documento es una copia de la información contenida en el expediente de la obra. La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección y actualización de la información contenida en el presente documento de acuerdo con la normativa aplicable.

- g) Estado de Mediciones y Presupuesto (mediciones, presupuestos parciales y presupuesto general).
- h) Separatas para Organismos, Administraciones o empresas de servicio afectadas.
- i) Otros documentos que la normativa específica considere preceptivos.
- j) Plazo de ejecución o finalización de la obra.
- k) Copia del punto de conexión a la red o justificante de la solicitud del mismo a la empresa distribuidora, para aquellos casos en que la misma no haya cumplido los plazos de respuesta indicados en el punto 1 del artículo 27 del decreto 141/2009, de 10 de noviembre.

modificación prevista, deberá modificar o reformar el proyecto o original correspondiente, justificando las modificaciones introducidas. En cualquier caso será necesario su autorización, según el procedimiento que proceda, en los términos que establece el Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, y demás normativa que le sea de aplicación.

Cuando se hayan ejecutado reformas sustanciales no recogidas en el correspondiente Documento Técnico de Diseño, la Administración o en su caso el OCA que intervenga, dictará Acta o Certificado de Inspección, según proceda, con la calificación de "negativo". Ello implicará que no se autorizará la puesta en servicio de la instalación o se declarará la ilegalidad de aquella si ya estaba en servicio, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que habrán incurrido los sujetos responsables, conforme a la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y demás leyes de aplicación.

11.4.- DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de todos sus usuarios, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- a) **Documentación administrativa y jurídica:** datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- b) **Documentación técnica:** el documento técnico de diseño (DTD) correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.
- c) **Instrucciones de uso y mantenimiento:** información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de instrucciones de uso y mantenimiento: para instalaciones privadas, receptoras y de generación en régimen especial, información sobre las condiciones de utilización de la instalación, así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o Anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de seguridad (preventivas, prohibiciones ...) y de mantenimiento (cuáles, periodicidad, cómo, quién ...) necesarias e imprescindibles para operar y mantener, correctamente y con seguridad, la instalación teniendo en cuenta el nivel de cualificación previsible del usuario final. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- d) **Certificados de eficiencia energética:** (cuando proceda): documentos e información sobre las condiciones verificadas respecto a la eficiencia energética del edificio.

Esta documentación será recopilada por el promotor y titular de la instalación, que tendrá la obligación de mantenerla y

VISADO TF2919700
FECHA 18-03-2019
FOLIO 164 DE 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE



durante la tramitación o ejecución de la instalación se procede cambio de empresa instaladora autorizada, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el interesado ante la Administración. En el caso de que ello conlleve cambios en la memoria técnica de diseño original, deberá acreditar la conformidad de la empresa autora de la misma o, en su defecto, aportar un nuevo Proyecto.

11.3.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

11.3.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

11.3.1.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN SERVICIO Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

En el caso de instalaciones en servicio, las modificaciones o ampliaciones aún no siendo sustanciales, quedarán reflejadas en la documentación técnica adscrita a la instalación correspondiente, tal que se mantenga permanentemente actualizada la información técnica, especialmente en lo referente a esquemas unifilares, trazados, manuales de instrucciones y certificados de instalación. Dichas actualizaciones serán responsabilidad de la empresa instaladora autorizada, autora de las mismas, y en su caso, del técnico competente que las hubiera dirigido.

11.3.1.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN FASE DE EJECUCIÓN Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

Así mismo en aquellas instalaciones eléctricas en ejecución y que representen modificaciones o ampliaciones sustanciales según Art. 45 del RD 141/2009), con respecto al proyecto original, éstas serán contempladas como "anexos" al Certificado de Dirección y Finalización de obra o del Certificado de instalación respectivamente, sin necesidad de presentar un Proyecto original.

11.3.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cuando se trata de instalaciones eléctricas en las que se presentan modificaciones o ampliaciones significativas, éstas tendrán, tanto en Baja como en Alta Tensión, la presentación de un nuevo Proyecto, además de los otros documentos que sean preceptivos.

El Proyecto será elaborado por el técnico o empresa instaladora autorizada, según sea competente en función del alcance de la ampliación o

custodiaria durante su vida útil y en el caso de edificios o instalaciones que contengan diversas partes que sean susceptibles de enajenación a diferentes personas, el Promotor hará entrega de la documentación a la Comunidad de Propietarios que se constituya.

11.5.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad Industrial que le sean de aplicación. Dicho certificado deberá ajustarse al modelo correspondiente que figura en el anexo VI del Decreto 462/1971.

Durante la tramitación o ejecución del proyecto se procede al cambio del ingeniero-proyectista o del Director Facultativo, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el peticionario ante la Administración, designando al nuevo técnico facultativo correspondiente. En el caso de que ello conlleve cambios en el proyecto original, se acreditará la conformidad del autor del proyecto o en su defecto se aportará un nuevo proyecto.

El Certificado, una vez emitido y fechado por el técnico facultativo, perderá su validez ante la Administración si su presentación excede el plazo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En tal caso se deberá expedir una nueva certificación actualizada, suscrita por el mismo autor.

1.6.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes con las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y Manual de Instrucciones por cada instalación que realice, ya sea de una nueva o reforma de una existente.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por el mismo autor.

11.7.- LIBRO DE ÓRDENES

En las instalaciones eléctricas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán la obligación de contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa, y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

El citado Libro de Órdenes y Asistencias se registrará según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de Junio de 1971.

11.8.- INCOMPATIBILIDADES

En una misma instalación u obra el Director de Obra no podrá coincidir con el instalador ni tener vinculación laboral con la empresa instaladora que está ejecutando la obra.

11.9.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA

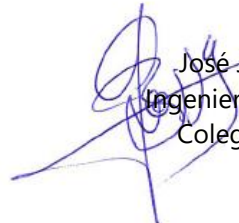
En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nitidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación. Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado. La Dirección Facultativa tendrá la obligación de recoger tal circunstancia en el Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

11.10.- SUBCONTRATACIÓN

La subcontratación se podrá realizar pero siempre y de forma obligatoria entre empresas instaladoras autorizadas, exigiéndosele la autorización previa del Promotor.

Los subcontratistas responderán directamente ante la empresa instaladora principal, pero tendrán que someterse a las mismas exigencias de profesionalidad, calidad y seguridad en la obra que ésta.

Santa Cruz de Tenerife, Marzo de 2019


José Julio Brossa
Ingeniero Industrial
Colegiado nº203

ASPECTOS AMBIENTALES



1.- **NORMATIVA REFERENTE A LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Legislación Europea:

- *Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*
- *Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo de 1997 por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*
- *Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*

Legislación del Estado:

- *REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos*

Legislación de Canarias:

- *LEY 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico*

Estas disposiciones tienen por objetivo establecer las medidas que deben tomarse para evitar y reducir la incidencia negativa que provocan las actividades humanas sobre el medio ambiente. Por lo tanto, cualquier proyecto en el que se plantee la modificación directa o indirecta del medio, el promotor del mismo está obligado a eliminar o reducir ese impacto, con medidas encaminadas a preservar el entorno y que sean compatibles con el medio natural y el paisaje. Estas medidas se deben tomar siguiendo dos criterios: por un lado, teniendo en cuenta el lugar que se verá afectado por las actividades (porque se verán perjudicados sus valores naturales y humanos), y por otro, teniendo en cuenta las propias actividades que se llevarán a cabo (contaminación, degradación, consumo de recursos naturales,... que se produce durante trabajos necesarios para llevar a cabo el proyecto).

Para analizar los impactos que se van a producir sobre el medio ambiente se debe identificar, describir y evaluar de forma apropiada, en función de cada caso particular, los efectos directos e indirectos de un proyecto en los siguientes elementos:

- el ser humano, la fauna y la flora,
- el suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje,
- los bienes materiales y el patrimonio cultural,
- la interacción entre los factores mencionados anteriormente.

Según el Real Decreto Legislativo 1/2008, si la magnitud del proyecto es tal que las afecciones al medio ambiente son de consideración importante o siempre que el órgano

ambiental competente lo decida, estos deberán someterse a una Evaluación de Impacto Ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental se define como el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente. Esta comprende las siguientes actuaciones: 1º Solicitud de sometimiento del proyecto a evaluación de impacto ambiental por el promotor; 2º Determinación del alcance del estudio de impacto ambiental por el órgano ambiental; 3º Elaboración del estudio de impacto ambiental por el promotor del proyecto; 4º Evacuación del trámite de información pública y de consultas a las Administraciones afectadas y a personas interesadas. La Evaluación de Impacto finalizará con la emisión de la declaración de impacto ambiental por el órgano ambiental, la cual se hará pública.

En los anexos I y II del Decreto 1/2008 se detallan unos listados de los proyectos que deberán someterse obligatoriamente a este proceso. No obstante, además estarán sujetos a Evaluación de Impacto Ambiental todos los proyectos que no estén incluidos en estos anexos, pero que por sus características provoquen impactos significativos en el entorno. Por esta razón, a continuación se incluye un listado con los aspectos ambientales que pueden verse afectados por las actividades derivadas de los proyectos.

Los aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de valorar los impactos que se producirán en el medio son:

- Los recursos naturales que emplea o consume la actividad.
- La liberación de sustancias, energía o ruido al medio.
- Las afecciones (contaminación, destrucción,...) de los hábitats, elementos singulares y las especies de flora y fauna del territorio en el que se va a desarrollar la actividad.
- Las afecciones en los aspectos de origen antrópico (usos tradicionales del suelo, restos arqueológicos o históricos, actividades socioeconómicas,...).
- El deterioro del paisaje, en general.

De esta manera se puede analizar la gravedad de los impactos y si será necesario proceder a realizar la Evaluación de Impacto.

Para ello se ha confeccionado una matriz de impacto para determinar la magnitud de los mismos según el tiempo que sería necesario para corregir los daños y la exigencia de llevar a cabo medidas correctoras o no para paliar sus efectos.

CRITERIOS VALORACIÓN		Medidas correctoras		
		No precisa	Convenientes	Necesarias
o de recup eració	inmediato	Compatible	Compatible	Moderado

	medio plazo	Compatible	Moderado	Severo
	largo plazo	Moderado	Severo	Crítico
	no recuperable	Severo	Crítico	Crítico

En lo que respecta a la normativa regional, la Ley 11/1990 establece tres categorías de evaluación, en función de la gravedad de los daños al medio ambiente. De menor a mayor gravedad son: la Evaluación Básica de Impacto Ecológico, la Evaluación Detallada de Impacto Ecológico y la Evaluación de Impacto Ambiental. En los anexos de dicha Ley se detallan los proyectos que deben someterse a cada una de ellas.

Las categorías de Evaluación a aplicar, según Ley 11/1990, dependen:

De la financiación:

"Se someterá a Evaluación Básica de Impacto Ecológico todo proyecto de obras y trabajos financiados total o parcialmente con fondos de la Hacienda Pública Canaria, salvo cuando su realización tenga lugar dentro del suelo urbano, o en aquellos en los que en el convenio o resolución que establezca la cooperación o subvención se exceptúe motivadamente."

(Complementado por Decreto 40/1994, de 8 de abril)

Del lugar:

1. "Se someterá a Evaluación Básica del Impacto Ecológico todo proyecto o actividad objeto de autorización administrativa que vaya a realizarse en Área de Sensibilidad Ecológica."
2. "Se someterán a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico los proyectos a actividades incluidas en el anexo II de esta Ley, cuando se pretendan realizar en Áreas de Sensibilidad Ecológica."

De la actividad:

1. "Se someterán a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico los proyectos a actividades incluidas en el anexo I de esta Ley."
2. "Se someterán a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico en Áreas de Sensibilidad Ecológica los proyectos y actividades incluidos en el anexo II de esta Ley."
3. "Se someterán a Evaluación de Impacto Ambiental los proyectos o actividades incluidos en el anexo III de esta Ley."
4. "En los casos de ampliación de actividades e instalaciones ya existentes, las dimensiones y los límites establecidos en los anexos I, II y III para la exigencia de una evaluación, se entenderán referidos a los que resulten al final de la ampliación." (Ver Resolución de 19 de noviembre de 1998, BOC de 5 de febrero de 1999)
5. "La Administración podrá considerar rebasados dichos límites y dimensiones mínimas establecidos cuando estime que así ocurre por acumulación con otras actuaciones propuestas simultáneamente por el mismo o distinto promotor y que, razonablemente, puedan afectar al mismo entorno ecológico." (Ver Resolución de 19 de noviembre de 1998, BOC de 5 de febrero de 1999)

Supuestos especiales:

"También estarán sujetos a esta Ley los proyectos singulares sobre los que concurren circunstancias extraordinarias que a juicio del Gobierno de Canarias revistan un alto riesgo ecológico o ambiental y sobre los que el Consejo tome acuerdo específico, que se hará público y será razonado, concretando la categoría de evaluación a la que será sometido, y el órgano ambiental actuante".

Supuestos coincidentes:

"La obligación de realizar una evaluación de impacto eximirá de la de otra u otras de inferior categoría, cuando éstas resultasen concurrentes para el mismo proyecto o actividad."

Exclusiones:

1. "La presente ley no será de aplicación en los proyectos relativos a obras de simple reposición o reparación de las ya existentes, salvo cuando se realicen en Áreas de Sensibilidad Ecológica".
2. "El Gobierno de Canarias, en caso de extraordinaria y urgente necesidad, podrá excluir del procedimiento de evaluación a un proyecto determinado sobre los que tome acuerdo específico, que será público y razonado, incluyendo en cada caso las previsiones que se estimen necesarias en orden a minimizar el impacto ecológico del proyecto."

2.- ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONCEPTOS:

La magnitud del impacto ambiental se establecerá según el siguiente criterio:

- **Compatible:** de recuperación inmediata. No precisa medidas correctoras
- **Moderado:** recuperable, sin medidas correctoras. Requiere tiempo
- **Severo:** recuperable con medidas correctoras y tiempo dilatado
- **Crítico:** sin recuperación, aún con medidas correctoras

EMISIONES ATMOSFÉRICAS

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? SÍ
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

<input type="checkbox"/>	Emissiones de combustión debida a combustibles fósiles
<input type="checkbox"/>	Emissiones debidas a procesos de producción

<input type="checkbox"/>	Emisiones debidas a la manipulación de materiales
<input type="checkbox"/>	Emisiones derivadas de actividades constructivas
<input checked="" type="checkbox"/>	Emisión de polvo u olores debido a la manipulación de materiales
<input type="checkbox"/>	Emisiones procedentes de la incineración de residuos
<input type="checkbox"/>	Emisiones de otra fuente:

- Descripción del impacto: Emisión de polvo por demolición y la apertura de rozas
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Compatible
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Control de la calidad del aire
<input type="checkbox"/>	Uso de “tecnologías limpias”
<input type="checkbox"/>	Instalación de sistemas capaces de retener los gases contaminantes, como filtros, precipitadores y absorbedores
<input type="checkbox"/>	Instalación de sistema para la paralización de emisiones en caso de detectar niveles intolerables de contaminación
<input type="checkbox"/>	Transporte seguro de sustancias peligrosas
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

- Observaciones:

VERTIDO DE SUSTANCIAS AL AGUA

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

<input type="checkbox"/>	Debido al manejo, almacenamiento, uso o vertido de materiales tóxicos o peligrosos
<input type="checkbox"/>	Debido a la emisión de aguas residuales u otros efluentes
<input type="checkbox"/>	Debido a la deposición de contaminantes emitidos
<input type="checkbox"/>	Debido a otra fuente:

- Descripción del impacto:

- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Minimización de interferencia en los flujos de agua, drenajes, etc.
<input type="checkbox"/>	Medidas preventivas (implantación de balsas de decantación, construcción de zanjas perimetrales)
<input type="checkbox"/>	Formulación de planes de emergencia de vertidos
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

- Observaciones:

GENERACIÓN DE RESIDUOS

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
 NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Tipo:

<input type="checkbox"/>	Residuos mineros
<input type="checkbox"/>	Residuos urbanos
<input type="checkbox"/>	Residuos tóxicos o peligrosos
<input type="checkbox"/>	Residuos industriales
<input checked="" type="checkbox"/>	Productos sobrantes
<input type="checkbox"/>	Fangos o lodos, procedentes del tratamiento de efluentes
<input checked="" type="checkbox"/>	Residuos procedentes de la construcción o demolición
<input type="checkbox"/>	Maquinaria o equipamiento contaminado
<input type="checkbox"/>	Residuos agrícolas
<input checked="" type="checkbox"/>	Cualquier otro tipo de residuos: Cableado, instalaciones eléctricas obsoletas...

- Descripción del impacto: Los residuos más significativos serán los generados por la demolición de tabiques y por el desmonte de la antigua instalación eléctrica
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Severo
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Medidas para la prevención de residuos (demolición selectiva, utilización de materiales no peligrosos,...)
<input checked="" type="checkbox"/>	Separación de residuos
<input type="checkbox"/>	Reutilización de residuos
<input type="checkbox"/>	Reciclaje de materiales (sustancias orgánicas, compuestos metálicos,...)
<input type="checkbox"/>	Acumulación de residuos para su posterior tratamiento
<input checked="" type="checkbox"/>	Transporte de residuos a las plantas de tratamiento autorizadas
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

- Observaciones: Todos los residuos deberán separarse en obra:
- Papel, cartón: depositado en los contenedores azules de reciclaje
 - Material de demolición: entregado en PIRS, quedando totalmente prohibido tirarlo en contenedores de basura urbana
 - Material eléctrico: se entregará a gestores autorizados

CONTAMINACIÓN DEL SUELO

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
- NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

<input type="checkbox"/>	Debido al manejo, almacenamiento, uso o vertido de materiales tóxicos o peligrosos
<input type="checkbox"/>	Debido a la emisión de aguas residuales u otros efluentes
<input type="checkbox"/>	Debido a la deposición de contaminantes
<input type="checkbox"/>	Debido a otra fuente:

- Descripción del impacto:
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Rediseño o relocalización del emplazamiento del proyecto
<input type="checkbox"/>	Operaciones de limpieza tras la finalización de las obras
<input type="checkbox"/>	Minimización de la compactación de los suelos localizando y encarrilando el paso de maquinaria
<input type="checkbox"/>	Diseño taludes, terraplenes,... para evitar la pérdida de suelos

<input type="checkbox"/>	Aplicación de revegetación sistemática para la fijación de elementos contaminantes
<input type="checkbox"/>	Creación de zanjas perimetrales
<input type="checkbox"/>	Formulación de planes de emergencia de vertidos, evitando la contaminación
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS Y RECURSOS NATURALES

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
 NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Tipo:

<input type="checkbox"/>	Consumo de tierras
<input type="checkbox"/>	Consumo de minerales
<input checked="" type="checkbox"/>	Consumo de agua
<input type="checkbox"/>	Consumo de recursos forestales y/o madereros
<input checked="" type="checkbox"/>	Consumo de energía (electricidad y combustibles)
<input type="checkbox"/>	Cualquier otro recurso:

- Descripción del impacto: El normal del uso del agua y electricidad en cualquier actividad
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Compatible
- Medidas correctoras:

<input checked="" type="checkbox"/>	Minimización del consumo de recursos no renovables o escasos
<input checked="" type="checkbox"/>	Reutilización de materiales (tierra, minerales, madera,...)
<input type="checkbox"/>	Delimitación precisa del espacio de trabajo para controlar el uso de recursos naturales
<input type="checkbox"/>	Aplicación de técnicas para la restauración de materias primas y recursos naturales

<input type="checkbox"/>	Otras medidas:
--------------------------	----------------

- Observaciones: Utilización de herramientas de bajo consumo utilización de las dosis adecuadas de agua, no dejar los grifos abiertos, etc...

AFECCIONES PAISAJÍSTICAS

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Tipo:

<input type="checkbox"/>	En la geomorfología, geología o litología
<input type="checkbox"/>	En el clima o meteorología
<input type="checkbox"/>	En los aspectos biológicos (fauna y vegetación)
<input type="checkbox"/>	En los aspectos humanos (actividades tradicionales, yacimientos arqueológicos, patrimonio histórico y cultural,...)

- Descripción del impacto:

- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):

- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

- Observaciones:

OTRAS CUESTIONES MEDIOAMBIENTALES

- RUIDOS:

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

<input type="checkbox"/>	Debidos al funcionamiento de equipos (motores, sistemas de ventilación, prensas,...)
<input type="checkbox"/>	Debido a procesos industriales
<input checked="" type="checkbox"/>	Debido a trabajos de construcción o demolición
<input type="checkbox"/>	Debido a voladuras
<input type="checkbox"/>	Debido al tráfico
<input type="checkbox"/>	Debido a sistemas de calefacción o refrigeración
<input type="checkbox"/>	Debido a fuentes de radiación electromagnética
<input type="checkbox"/>	Debido a alguna otra fuente:

- Descripción del impacto: Ruidos ocasionados durante la demolición y la ejecución de la obra
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Moderado
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Instalación de barreras acústicas
<input type="checkbox"/>	Implantación de firmes menos ruidosos
<input type="checkbox"/>	Señalización
<input checked="" type="checkbox"/>	Otras medidas:

➤ Observaciones: Realización de la obra en horario que no afecte a los vecinos, siguiendo las normas y ordenanzas municipales. No comenzar a trabajar antes de las 9:00 de la mañana

➤ OLORES:

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

<input type="checkbox"/>	Debidos al funcionamiento de equipos
<input type="checkbox"/>	Debido a procesos industriales
<input type="checkbox"/>	Debido a los residuos generados

<input type="checkbox"/>	Debido a alguna otra fuente:
--------------------------	------------------------------

- Descripción del impacto:
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Utilización de "narices electrónicas" para controlar la emisión de productos que generen malos olores
<input type="checkbox"/>	Utilización de sistemas para la retirada de los gases que generan los malos olores (ventilación, campanas extractoras,...)
<input type="checkbox"/>	Retirada instantánea de los productos que emitan malos olores
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

➤ Observaciones:

➤ OTRAS CUESTIONES:

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

➤ Descripción del impacto:

➤ Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):

➤ Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

➤ Observaciones:

Santa Cruz de Tenerife Mayo de 2019

José Julio Brassa
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



PRESUPUESTO





Presupuesto parcial nº 1 MONTAJE DEL GRUPO MOTOGENERADOR GNL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	Ud	Grupo Motogenerador. formado por un motor SIEMENS modelo SGE-56SL, alimentado a Gas Natural y alternador LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6 unidos en una bancada metálica, diseñados para proporcionar una potencia eléctrica máxima de 823 kWe a $\cos\phi=1$ generando dicha potencia a una tensión de 400Vca y a 50Hz de frecuencia. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento			
Total Ud			1,00	26.150,59	26.150,59
Total presupuesto parcial nº 1 MONTAJE DEL GRUPO MOTOGENERADOR GNL :					26.150,59

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 179 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Presupuesto parcial nº 2 LÍNEAS

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
2.1	M	Suministro e instalación de línea 4x16 mm ² , formada por cable unipolar RZ1-k (AS) con conductor de Cu clase 5, aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) y cubierta de Poliolefina de color verde, con clase CPR Cca-s1b,d1a1, según norma constructiva y de ensayos UNE21123-4. Instalada, conectada y comprobado su funcionamiento, s/RBT-02.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Línea del grupo auxiliar a generador GNL	1	10,00			10,00	
		10 % de accesorios eléctricos (cocas,curvas etc) Línea GE-GNL	0,1	10,00			1,00	
							11,00	11,00
Total m:							11,00	50,89
	M	Suministro e instalación de línea 3x4x(1x300) mm ² , formada por cable unipolar XZ1-K(AS), tensión asignada de 0,6/1 kV, con conductor de Cu pulido flexible clase 5 de , aislamiento de de Polietileno Reticulado (XLPE) y cubierta de Poliolefina de color negro, libre de halogenos, con clase CPR Cca-s1b,d1a1, según norma constructiva y de ensayos UNE21123-4. Instalada, conectada y comprobado su funcionamiento, s/RBT-02.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Línea generador GNL a CT	1	26,00			26,00	
		10 % de accesorios eléctricos (cocas,curvas etc) Línea GNL-CT	0,1	26,00			2,60	
							28,60	28,60
Total m:							28,60	245,55
Total presupuesto parcial nº 2 LÍNEAS :								7.582,52

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 180 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto parcial nº 3 SISTEMAS DE INSTALACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
3.1	M	Suministro e instalacion de bandeja metálica, lisa o perforada 60x100 mm, i/cubierta, serie 66, Unex con resistencia a la corrosión Clase 5. Marcado N de AENOR, nº certificado 030/002090. Continuidad eléctrica garantizada. Resistencia a la corrosión Clase 5. >450 horas en Cámara de niebla salina. Instalada y comprobada su funcionalidad, s/RBT-02.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Linea grupo electrogeno auxiliar a generador GNL	1	10,00			10,00	
		10 % de accesorios eléctricos (cocas,curvas etc) bandeja	0,1	10,00			1,00	
							11,00	11,00
		Total m:					11,00	40,50
								445,50
3.2	M	Suministro e instalacion de bandeja metlálica, lisa o perforada 100x500 mm, i/cubierta, serie 66, Unex con resistencia a la corrosión Clase 5. Marcado N de AENOR, nº certificado 030/002090. Continuidad eléctrica garantizada. Resistencia a la corrosión Clase 5. >450 horas en Cámara de niebla salina. Instalada y comprobada su funcionalidad, s/RBT-02.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Generador GNL a CT	1	26,00			26,00	
		10 % de accesorios eléctricos (cocas,curvas etc) bandeja	0,1	26,00			2,60	
							28,60	28,60
		Total m:					28,60	91,46
								2.615,76
Total presupuesto parcial nº 3 SISTEMAS DE INSTALACIÓN :								3.061,26

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 181 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto parcial nº 4 GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Suministro e instalación del grupo electrógeno EUROPA/ QAS 40 ST3 de gasoil para servicio de emergencia de 40 kVA, con alternador a 1500 r.p.m., montado en cajón insonorizado para intemperie para un nivel de 63 dBA a 1 m.a plena carga, acoplamiento directo, con cuadro eléctrico de protección y panel de control para arranque automático, depósito de combustible incorporado en bastidor con boya de nivel para alarma de falta de suministro, baterías de arranque y cargador, tacos antivibratorios, resistencias de calefacción, alarmas de presión de aceite, temperatura de agua, sobrevelocidad y sobrearranque, de acople flexible, incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.			
Total Ud:			1,00	7.529,00	7.529,00
Total presupuesto parcial nº 4 GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR :					7.529,00

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 182 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto parcial nº 5 PUESTA A TIERRA DEL GENERADOR

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1	Ud	Puesta a tierra de protección de grupo electrógeno, formada por la unión de punto de puesta a tierra mediante cable aislado de cobre de 35mm con 3 picas de cobre de 2m en arqueta de puesta a tierra, metálica, de 30x30 cm, con tapa, incluso pica de acero cobrado de 2m, seccionador, hincado, p.p. de soldadura aluminotérmica y adición de carbón y sal. Totalmente instalada y comprobada incluso ayudas de albañilería, s/RB-02.			
		Total Ud	1,00	159,75	159,75
5.2	Ud	Puesta a tierra de neutro de grupo electrógeno, formada por la unión de neutro mediante cable aislado de cobre de 35mm con pica de cobre de 2m en arqueta de puesta a tierra, metálica, de 30x30 cm, con tapa, incluso pica de acero cobrado de 2m, seccionador, hincado, p.p. de soldadura aluminotérmica y adición de carbón y sal. Totalmente instalada y comprobada incluso ayudas de albañilería, s/RB-02.			
		Total Ud	1,00	159,75	159,75
	Ud	Medida de la resistividad de la puesta a tierra, hasta 3 mediciones.			
		Total Ud	1,00	190,45	190,45
Total presupuesto parcial nº 5 PUESTA A TIERRA DEL GENERADOR :					509,95

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 183 de 204

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto parcial nº 6 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1	Ud	Casco seguridad 6 Pro-tec, Würth o equivalente, con marcado CE.			
		Total ud	4,00	34,25	137,00
6.2	Ud	Guantes protección amarillo, Würth o equivalente, con marcado CE.			
		Total ud	4,00	6,98	27,92
6.3	Ud	Zapatos negro S3 (par), Würth o equivalente, con puntera y plantilla metálica, con marcado CE.			
		Total ud	2,00	91,63	183,26
6.4	Ud	Valla metálica modular, tipo Ayuntamiento, de 2,50 de largo y 1,10 m de altura, (amortización = 10 %), incluso colocación y posterior retirada.			
		Total ud	50,00	5,99	299,50
6.5	Ud	Cartel indicativo de riesgo, de PVC, sin soporte metálico, (amortización = 100 %), incluso colocación y desmontado.			
		Total ud	3,00	3,17	9,51
6.6	Ud	Botiquín metálico tipo maletín, preparado para colgar en pared, con contenido sanitario completo según ordenanzas.			
		Total ud	1,00	51,38	51,38
6.7	Ud	Formación del personal, necesaria para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso reuniones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente realizadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.			
		Total ud	4,00	515,00	2.060,00
6.8	Ud	Suministro de gafas de protección con montura universal, de uso básico, con dos oculares integrados en una montura de gafa convencional con protección lateral, amortizable en 5 usos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente suministradas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.			
		Total ud	4,00	2,72	10,88
6.9	Ud	Suministro de juego de orejeras, estándar, compuesto por un casquete diseñado para producir presión sobre la cabeza mediante un arnés y ajuste con almohadillado central, con atenuación acústica de 15 dB, amortizable en 10 usos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente suministradas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.			
		Total ud	4,00	1,04	4,16
6.10	Ud	Explosímetro portátil de uso universal con alarma para la protección de personas que mide hasta 6 gases simultáneamente para la medición de dióxido de carbono, de hidrógeno de azufre, gases inflamables y oxígeno.			
		Total ud	1,00	1.157,00	1.157,00
6.11	Ud	Extintor portátil de polvo químico polivalente contra fuegos A B C, de 6 kg de agente extintor, con soporte, válvula de disparo, difusor y manómetro, incluidas fijaciones a la pared, totalmente instalado. Según C.T.E. DB SI.			
		Total ud	2,00	39,85	79,70
Total presupuesto parcial nº 6 SEGURIDAD Y SALUD :					4.020,31

VISADO TF29197/00
 FECHA 18-03-2019
 en Pag. 184 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto de ejecución material

1 MONTAJE DEL GRUPO MOTOGENERADOR GNL	26.150,59
2 LÍNEAS	7.582,52
3 SISTEMAS DE INSTALACIÓN	3.061,26
4 GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR	7.529,00
5 PUESTA A TIERRA DEL GENERADOR	509,95
6 SEGURIDAD Y SALUD	4.020,31
Total	48.853,63

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUARENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS CIENCUENTA Y TRES CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.

VISADO TF29197/00
FECHA 18-03-2019
Pag. 185 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Santa Cruz de Tenerife (España), Marzo de 2019



José Julio Brossa Gutierrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

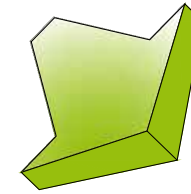
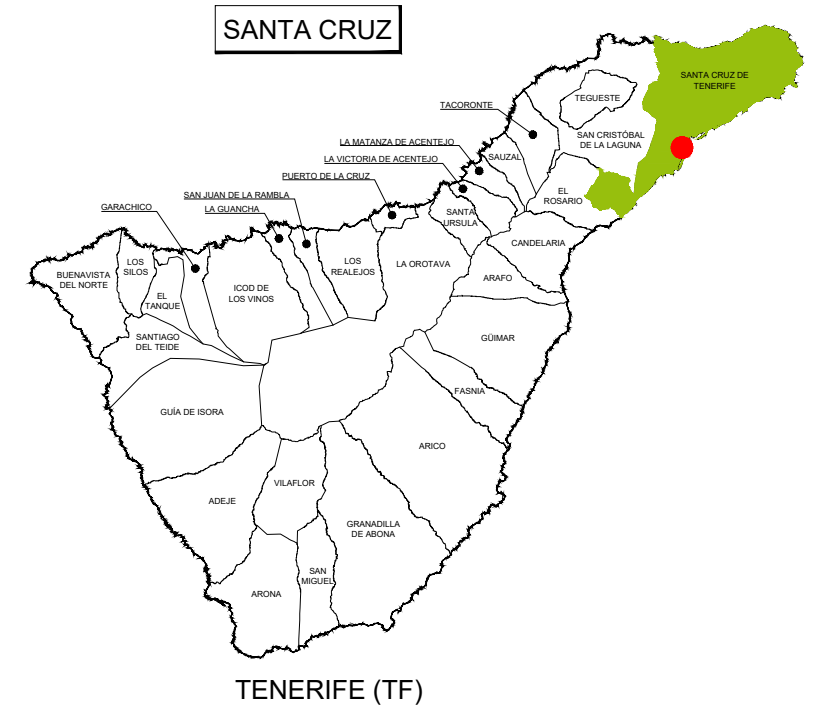
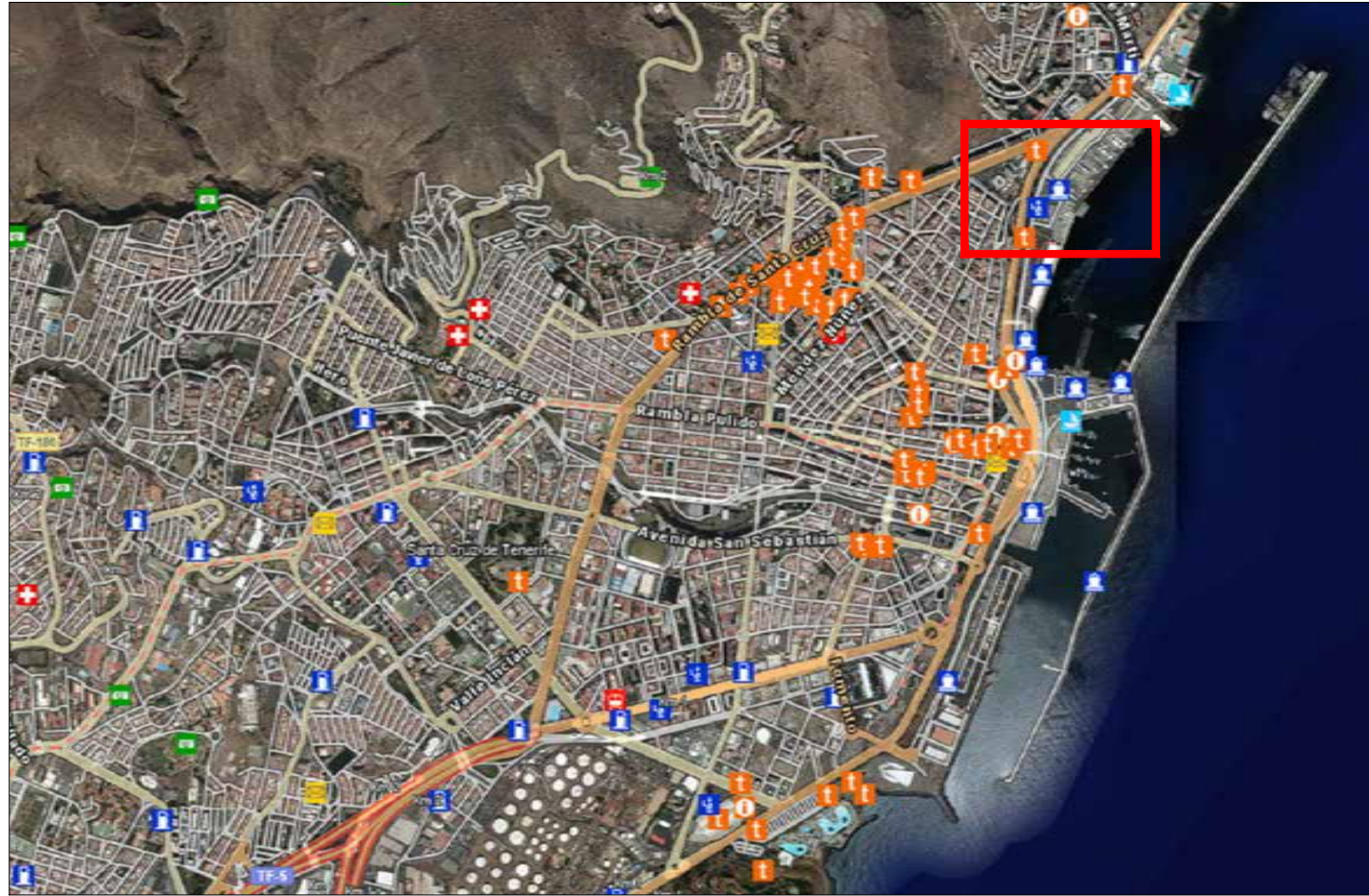


PLANOS





SITUACIÓN
TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
SANTA CRUZ DE TENERIFE



VISADO TF29197/00
 FECHA 18-03-2019
 Pag. 188 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

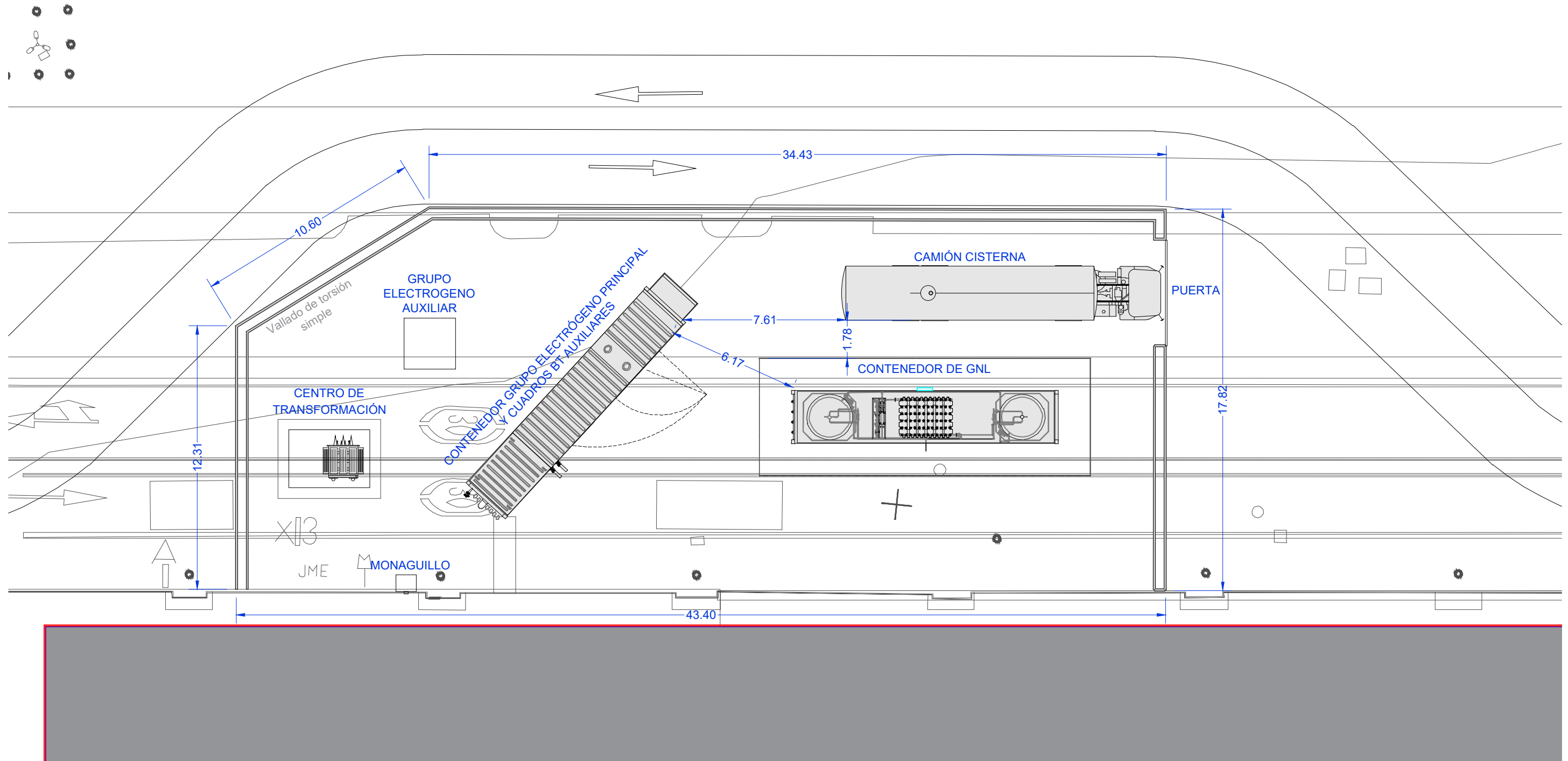
PLANO:
SITUACIÓN

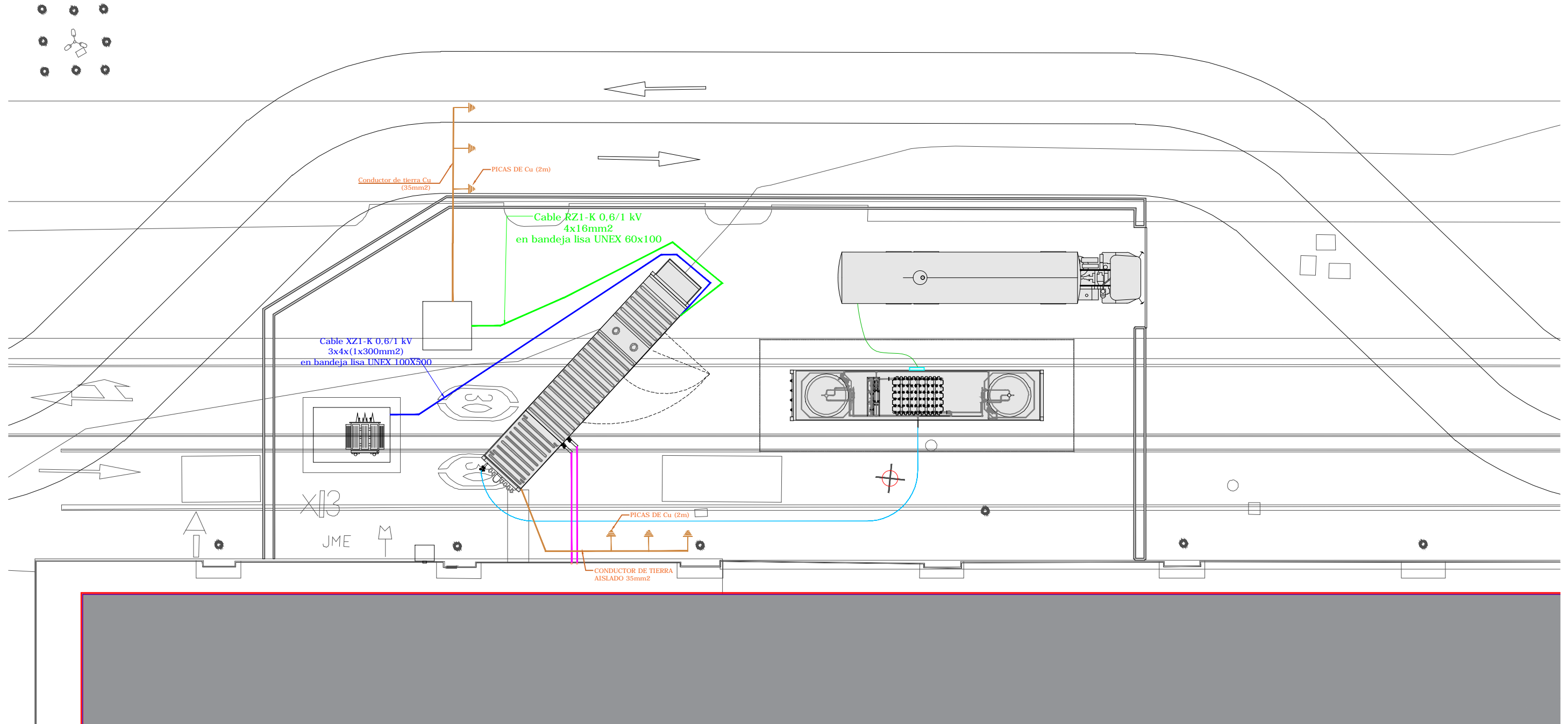
TÍTULO: **PROYECTO DE BAJA TENSIÓN PLANTA SATELITE GNL**
PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE






FECHA: MARZO 2019
 ESCALA: S/E

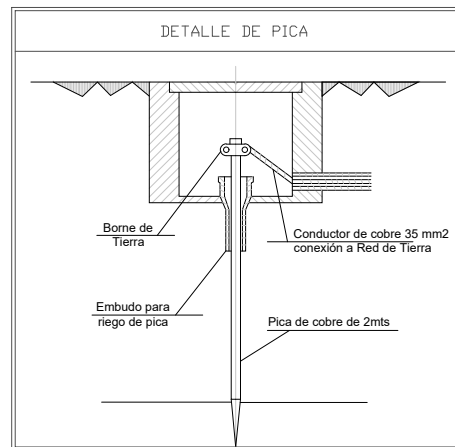
SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
 PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
 AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: **1**





LEYENDA	
	LINEA BT GE AUXILIAR
	LINEA BT GRUPO GENERADOR GNL
	MANGUERA FLEXIBLE DN 50
	MANGUERA FLEXIBLE DN 40
	TUBERÍAS DE AGUA SALADA



PENSAMOS, LUEGO CREAMOS



PLANO:
LINEAS

TÍTULO: **PROYECTO DE BAJA TENSIÓN PLANTA SATELITE GNL
PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**

FECHA: MARZO 2019

ESCALA: 1/200

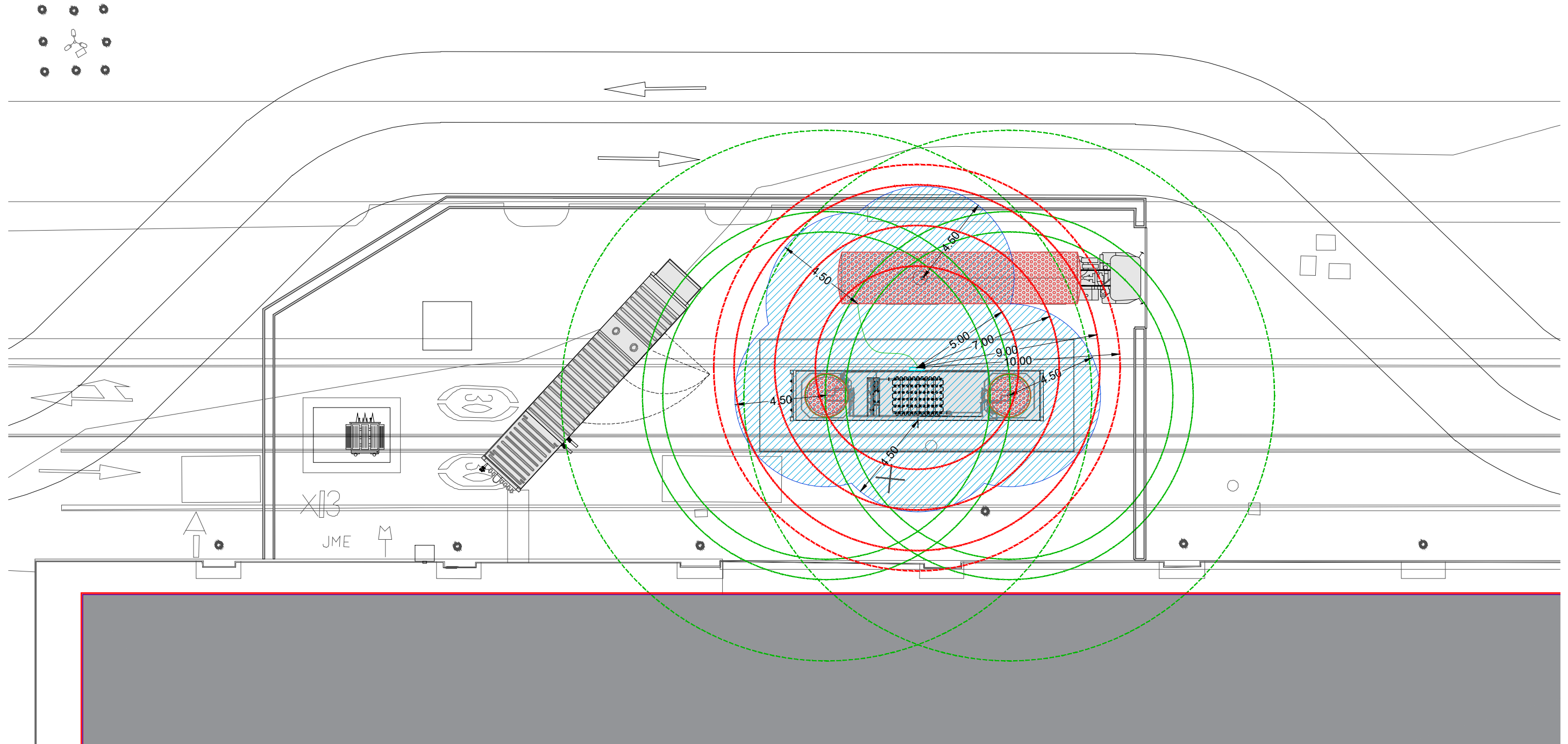
SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ





PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE

AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: **3**





LEYENDA ZONAS ATEX	
	Zona 1
	Zona 0
	Distancia de seguridad depósitos
	Distancia de seguridad válvulas

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS




PLANO:
ZONAS ATEX

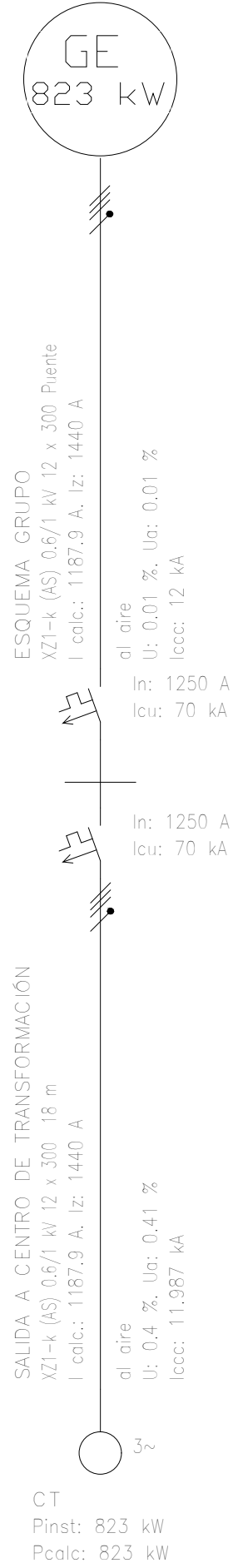
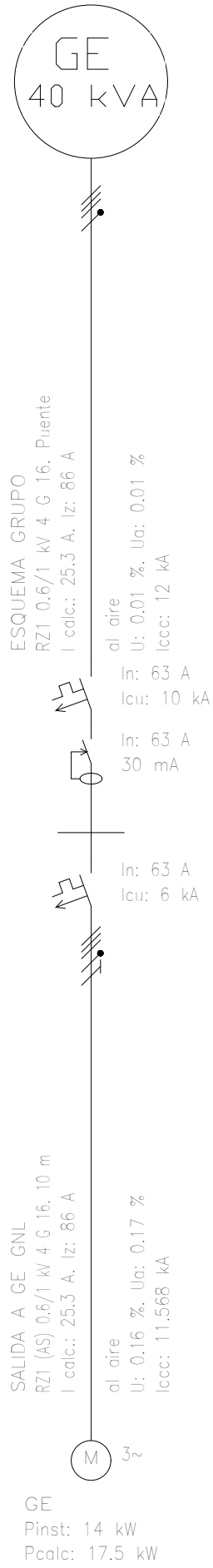
TÍTULO: **PROYECTO DE BAJA TENSIÓN PLANTA SATELITE GNL
PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**

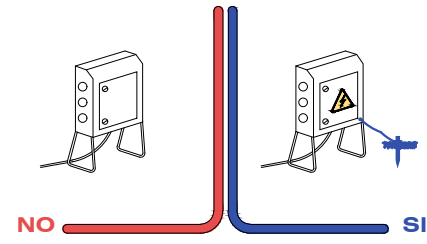
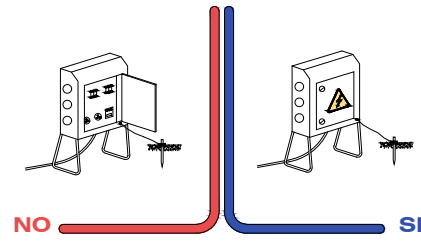
FECHA: MARZO 2019
ESCALA: 1/200

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

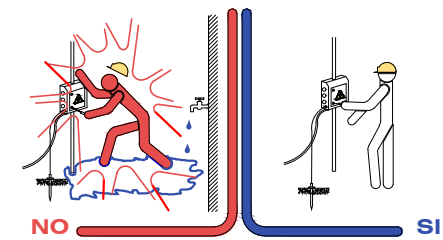
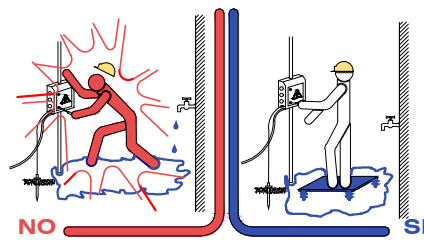
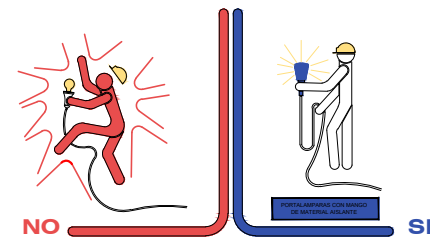
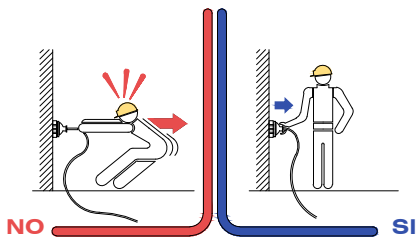
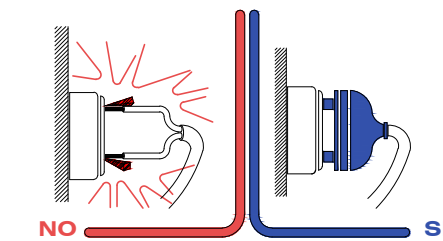
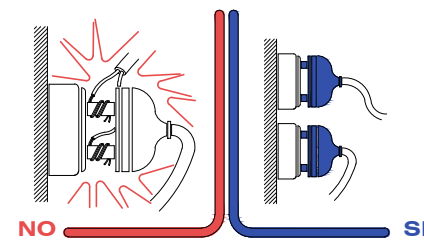
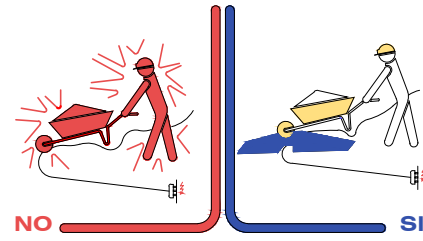
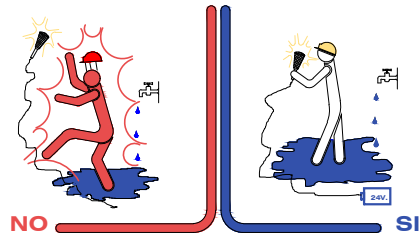
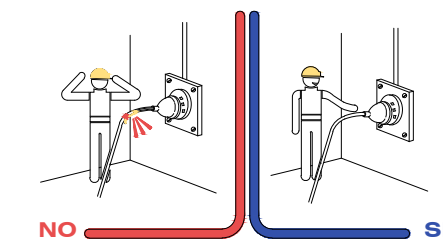
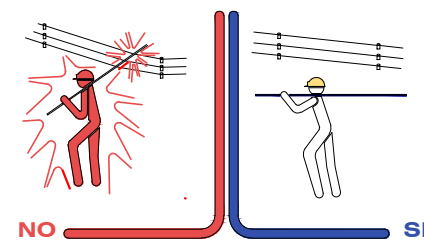
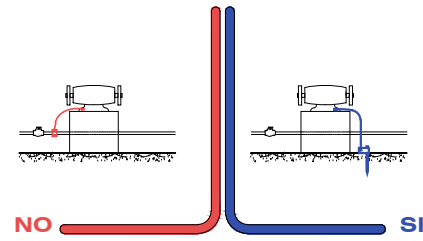
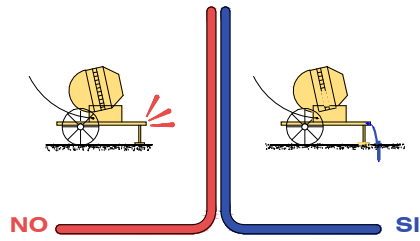
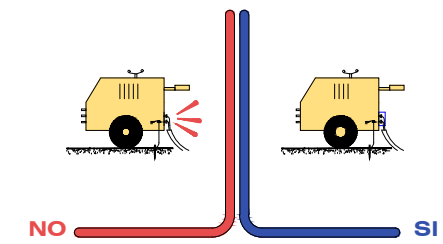
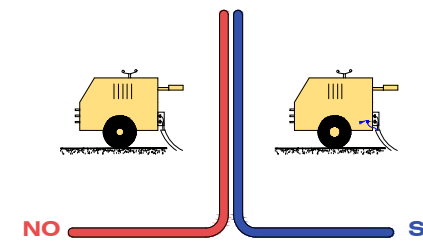
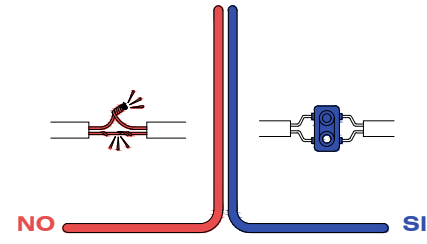
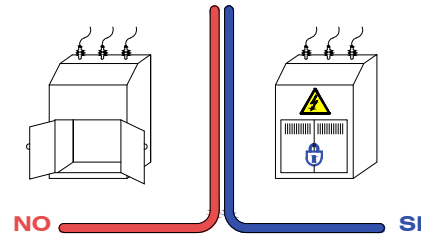
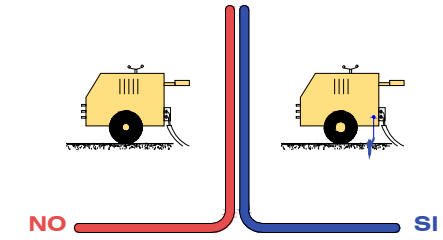
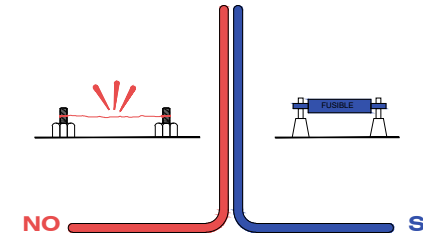
PLANO Nº: **4**





ELECTRICIDAD



PENSAMOS, LUEGO CREAMOS



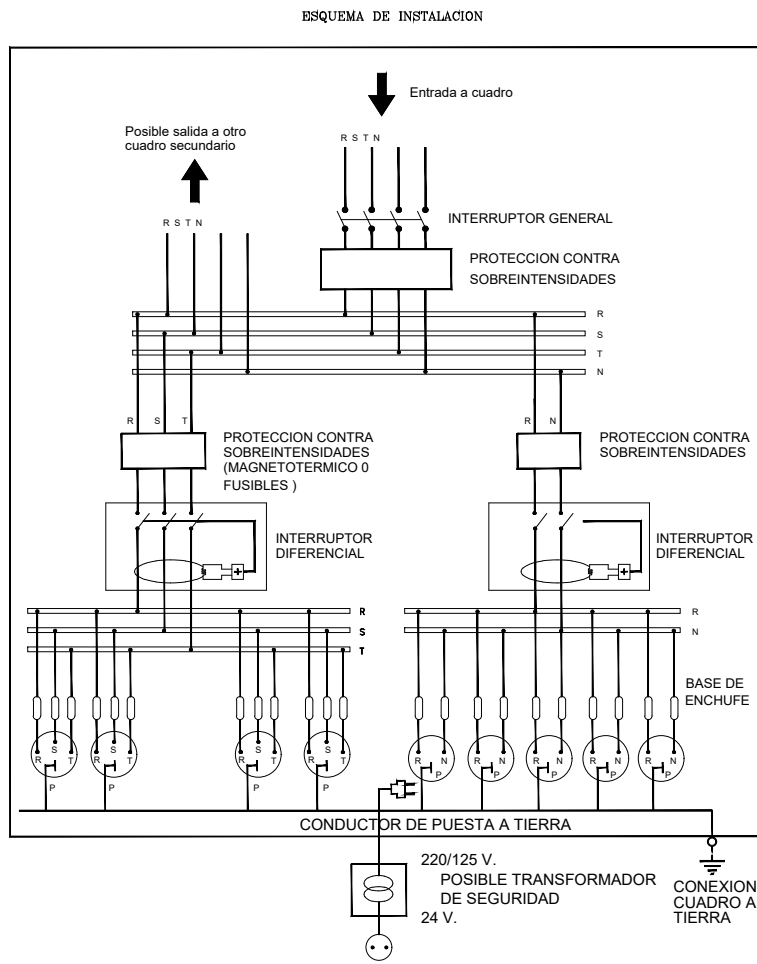
PLANO:
SEGURIDAD Y SALUD I

TÍTULO: **PROYECTO DE BAJA TENSÓN PLANTA SATELITE GNL
PUERTO SANTA CRUZ DE TENERIFE**

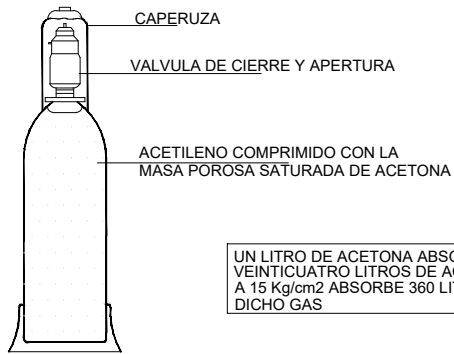
FECHA: MARZO 2019
ESCALA: S/E

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA SANTA CRUZ
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

CUADRO DE ALIMENTACIÓN A OBRA

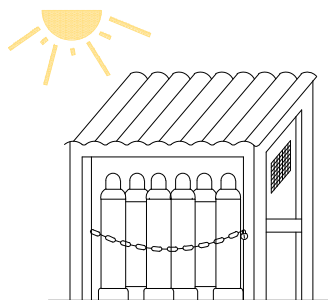


NOTA.- La sensibilidad del rele diferencial estara relacionada con el valor de la toma de tierra, no pudiendo ser inferior a $300m_A$ ($<300mA$.)

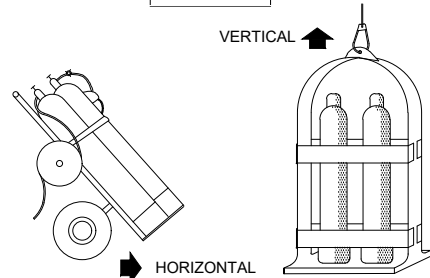


UN LITRO DE ACETONA ABSORBE VEINTICUATRO LITROS DE ACETILENO A 15 Kg/cm^2 ABSORBE 360 LITROS DE DICHO GAS

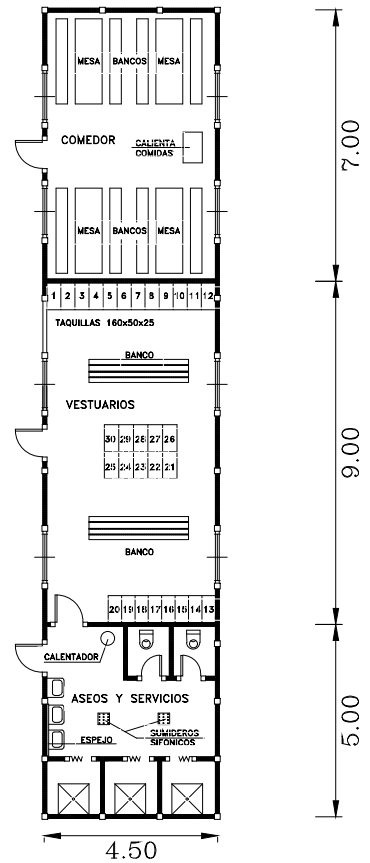
ALMACEN



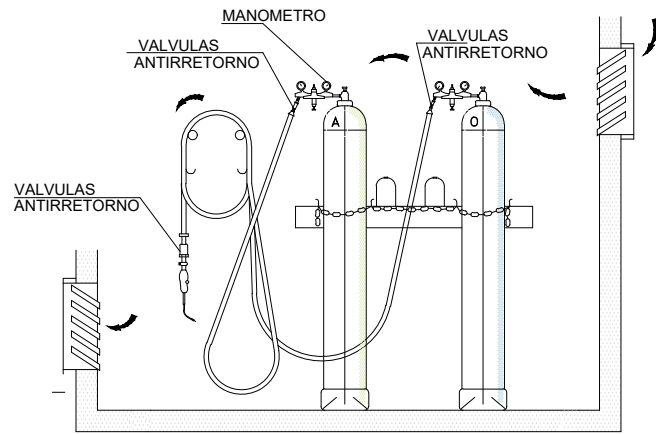
TRANSPORTE



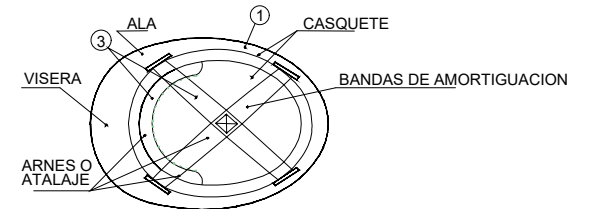
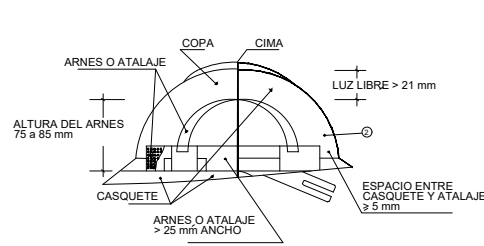
MODELO DE INSTALACIÓN COMEDOR, VESTUARIO Y SEVICIOS HIGIENICOS DE OBRA MODULO PARA 30 TRABAJADORES



INSTALACIÓN DE BOMBAS DE OXIGENO Y ACETILENO

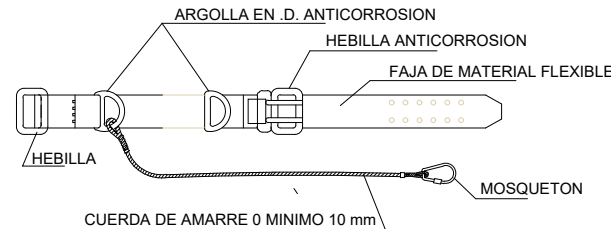


CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO

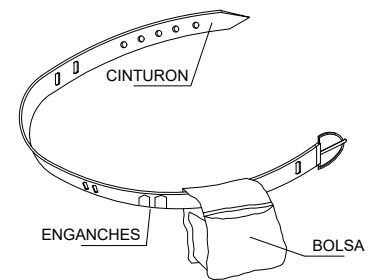


- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
- ② CLASE M AISLANTE A 1000 v. CLASE E-AT AISLANTE A 25000 v.
- ③ MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION

CINTURON DE SEGURIDAD

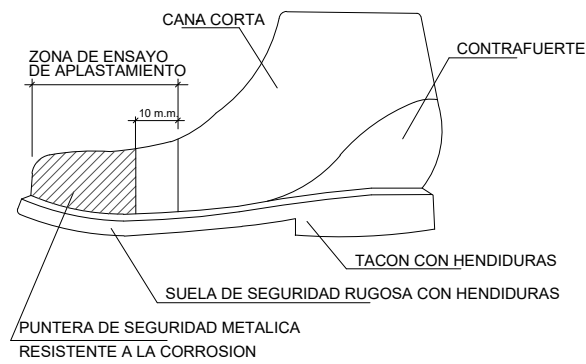


PORTAHERRAMIENTAS

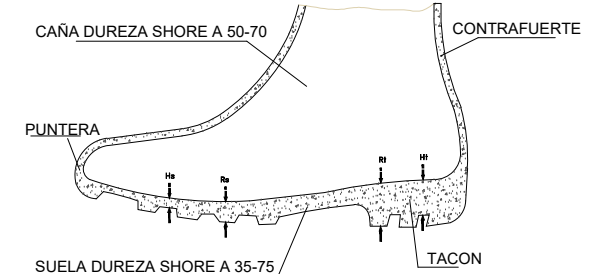


- ① PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE
- ② EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
- ③ NO EXIME DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

BOTA DE SEGURIDAD CLASE III

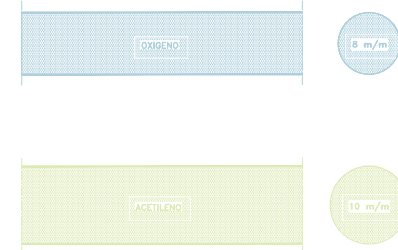


BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



Hs HENDIDURA DE LA SUELA = 5 m.m.
Rs RESALTE DE LA SUELA = 9 m.m.
Ht HENDIDURA DEL TACON = 20 m.m.
Rt RESALTE DEL TACON = 25 m.m.

MANGUERA



RESISTENCIA A LA PRESION
HASTA 15 Kg/cm^2 CUANDO LA PRESION DE CONDUCCION DE LOS GASES SEA INFERIOR A 1 Kg/cm^2
HASTA 25 Kg/cm^2 PARA PRESIONES SUPERIORES A 1 Kg/cm^2

CERTIFICADO FINAL DE OBRA

D. José Julio Brossa Gutiérrez con título Profesional de Ingeniero Industrial con domicilio en c/ Emilio Calzadilla, nº10, 1ºF, S/C de Tenerife, teléfonos 922 28 96 27 y 607561360. Colegiado nº203, del Ilustre COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE como Director Técnico de la Instalación correspondiente al Proyecto:

PROYECTO DE BT PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

VISADO TF29197/00 FECHA 18-03-2019

, cuyo **titular** es:

Razón Social:	Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife
CIF:	Q3867002B
Dirección:	Av. Francisco La Roche, 49, 38001, Santa Cruz de Tenerife
Contacto:	922 60 54 87

ANTECEDENTES:

Durante la obra se observó que dada la composición del terreno en el punto de ubicación de los elementos de la instalación, sería necesario modificar la ubicación de las mismas, según se observa en proyecto.

, POR LO TANTO, CERTIFICO:

1. Que la instalación técnica se ha realizado conforme al proyecto, salvo las modificaciones que se recogen en este certificado y en los planos.
2. Que la instalación cumple con las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que le son de aplicación.
3. Que la instalación ha sido ejecutado bajo mi dirección.
4. Que la instalación ha sido realizada por el instalador autorizado que se detalla a continuación:

Instalador

Razón Social:	COMPañÍA DE EFICIENCIA Y SERVICIOS INTEGRALES S.L.
CIF:	B-35529908
REI:	35/14614
Tif:	928 36 3422
Instalador:	Carlos Tabares de Nava Ponte
CCI:	43792817N

DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:

Instalación de BT

1. Modelo Oficial de CFO.
2. Certificado del instalador.

Planos

Planos que reflejan los cambios respecto a proyecto en la obra finalmente realizada.

Y para que así conste y para su presentación ante los Organismos Oficiales que fuera necesario, firmo el presente en:

Santa Cruz de Tenerife (España), a Noviembre de 2019
José Julio Brossa
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203





CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE B.T.

Nombre	D. JOSE JULIO BROSSA GUTIÉRREZ		
Título facultativo	INGENIERO INDUSTRIAL	Especialidad:	MECÁNICA
Denominación instalación	PROYECTO DE BT PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE	Nº expediente	BT /
Domicilio	C:/EMILIO CALZADILLA	Nº:10	Portal/planta:1ºF CP: 38002
Tlfno/s	922 28 96 27 / 607561360	e-mail	gerente@cmningeneria.com
Localidad	Santa Cruz de Tenerife	Municipio	Santa Cruz de Tenerife
Colegio Oficial	COITF	Nº colegiado	203

CERTIFICA:

- Que ha realizado la dirección de obra de la instalación descrita en el presente documento.
- La instalación está completamente terminada, siendo la fecha de inicio en Noviembre de 2019 y la fecha de finalización en Noviembre de 2019.
- La instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado.
- La instalación se ajusta al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, sus Instrucciones Técnicas Complementarias y demás normas de obligado cumplimiento que le afectan, así como a las Normas Particulares de enlace de la empresa distribuidora, aprobadas por la Administración.
- Que todos los elementos y dispositivos instalados cumplen las normas UNE, EN o CEI, que, en su caso, estén declaradas de obligado cumplimiento o, en su defecto, se especifiquen en el proyecto.
- Se han realizado, bajo mi supervisión y con resultado satisfactorio, los reconocimientos y verificaciones reglamentarias establecidas en la norma UNE 20460.6-61 para este tipo de instalaciones.
- La instalación eléctrica y el equipamiento de obra anexo dispone de las características y medidas de protección contra incendios que establece la normativa vigente.
- El presupuesto final de ejecución de la obra ha sido 48.853,63 €
- Que las características técnicas principales son las que se indican en las páginas siguientes.

Lo que certifico y firmo a los efectos previstos en las disposiciones vigentes y para que conste en la Consejería de Empleo, Industria y Comercio, en Santa Cruz de Tenerife, a Noviembre de 2019

El/La

Visado

Fdo:

TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Titular Instalación	AUTORIDAD PORTUARIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE				
DOI/CIF.	Q-3867002-B	Tlfno/s.	636824513		
Localidad	Santa Cruz de Tenerife	Municipio	Santa Cruz de Tenerife	Isla	Tenerife
Domicilio	Av. Francisco La Roche	Nº: 49	Portal/planta:	CP: 38001	

EMPLAZAMIENTO Y USO DE LA INSTALACIÓN

Ubicación	Terminal de Cruceros Del Puerto de Santa Cruz de Tenerife		Nº:12	CP: 35500	
Localidad	Santa Cruz de Tenerife	Municipio	Santa Cruz de Tenerife	Isla	Tenerife
Uso a que se destina	Instalación de BT desde un Grupo para alimentación de un Centro de transformación elevador para alimentación de buques		Superficie	m ²	

INSTALADOR Y EMPRESA INSTALADORA

INSTALADOR AUTORIZADO BT	Categoría:	<input type="checkbox"/> Básica	<input checked="" type="checkbox"/> Especialista
EMPRESA INSTALADORA	COMPAÑÍA DE EFICIENCIA Y SERVICIOS INTEGRALES S.L.	Nº Carné	35/14614
Nombre y apellidos del P.H.	D. Carlos Tabares de Nava Ponte	Nº C.C.I.	43792817N

PROYECTO PRESENTADO

Autor	D. Jose Julio Brossa Gutiérrez		
Título proyecto	PROYECTO DE BT PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
Título Facultativo	INGENIERO INDUSTRIAL	Especialidad	MECÁNICA
Visado nº	TF29197/00	Fecha	18/03/2019



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN

Tipo (Uso)

<input type="checkbox"/> Viviendas	<input type="checkbox"/> LPC	<input type="checkbox"/> A.Exterior	<input checked="" type="checkbox"/> ATEX
<input type="checkbox"/> Comercial	<input type="checkbox"/> IND	<input type="checkbox"/> Inst. doméstica	<input type="checkbox"/> Local Mojado
<input type="checkbox"/> Piscina	<input type="checkbox"/> Temporal	<input type="checkbox"/> E. Renovables	<input checked="" type="checkbox"/> Otro Alimentación eléctrica buques

Acometida

<input type="checkbox"/> Aérea	Longitud(m)	<input type="text"/>	Punto de entronque:	<input type="checkbox"/> Red B.T.	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Subterránea	Longitud(m)	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> C.T. nº	<input type="text"/>

Potencia

Potencia instalada (kW)	<input type="text" value="820"/>
Potencia prevista (kW)	<input type="text" value="820"/>
Tensión nominal (V)	<input type="text" value="400V"/>

Medida

<input type="checkbox"/> AT	<input type="checkbox"/> CPM	Nº	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> BT :	<input type="checkbox"/> C. Contadores:	Nº contadores CC	<input type="text"/>

Línea General de Alimentación

Sección (mm ²)	<input type="text"/>	Longitud (m)	<input type="text"/>
Tipo de canalización	<input type="text"/>	Código UNE	<input type="text"/>

Derivación Individual

Sección (mm ²)	<input type="text" value="16"/>	Longitud (m)	<input type="text"/>
Tipo de canalización	<input type="text" value="Empotrada"/>	Nº derivaciones	<input type="text"/>
Código UNE	<input type="text"/>		

Recorrido: <input type="checkbox"/> Vertical	Dimensiones conducto obra civil	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Horizontal	Número de tubos de reserva	<input type="text"/>

Protecciones eléctricas generales

Protección diferencial:	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Ubicación:	<input checked="" type="checkbox"/> Cdo. Pcpal. <input type="checkbox"/> C. T.
Protección sobretensiones:	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Ubicación:	<input type="checkbox"/> Cdo. Pcpal. <input type="checkbox"/> C. T.
I.G.A.:	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Protección sobreintensidades:	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		

Cuadros eléctricos de mando y protección

Cuadro Principal	<input type="text" value="1"/>	Nº salidas/cuadro	<input type="text" value="6, 16"/>	I.G.A. (A)	<input type="text" value="25,40"/>	Icc/ Ics (kA)	<input type="text" value="6"/>
Nº cuadros 2º	<input type="text"/>	Nº salidas/cuadro	<input type="text"/>	I.G.A. (A)	<input type="text"/>	Icc/ Ics (kA)	<input type="text"/>
Nº resto cuadros	<input type="text"/>	Nº salidas/cuadro	<input type="text"/>	I.G.A. (A)	<input type="text"/>	Icc/ Ics (kA)	<input type="text"/>

Instalaciones interiores (Cu)

Sección mínima (mm ²)	<input type="text" value="6"/>	Longitud (m)	<input type="text" value="20"/>	I.A. (A)	<input type="text" value="25"/>	Dif. (A/mA)	<input type="text" value="40/300"/>
Sección máxima (mm ²)	<input type="text" value="16"/>	Longitud (m)	<input type="text" value="20"/>	I.A. (A)	<input type="text" value="40"/>	Dif. (A/mA)	<input type="text" value="40/300"/>

Canalizaciones:

<input type="checkbox"/> Bajo tubo	<input checked="" type="checkbox"/> Canaleta	<input type="checkbox"/> Bandeja
<input type="checkbox"/> Tubo visto	<input type="checkbox"/> Otros	<input type="text"/>

Alumbrado exterior

Nº puntos	<input type="text"/>	Luminarias tipo	<input type="text"/>	Clase: I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/>
Cuadros M y P	<input type="text"/>	Nº circuitos	<input type="text"/>	IGA (A) <input type="text"/>
				Dif. (A/mA) <input type="text"/>
				PIA (A) <input type="text"/>

Lámpara:	<input type="checkbox"/> Na	<input type="checkbox"/> Halógena	<input type="checkbox"/> Otra <input type="text"/>
Protección pto.:	<input type="checkbox"/> I.A.	<input type="checkbox"/> I.D.	<input type="checkbox"/> Fusible especial

Soportes:	<input type="checkbox"/> Balizas	<input type="checkbox"/> Brazos	<input type="checkbox"/> Báculos
	<input type="checkbox"/> Columnas	Longitud columnas (m):	<input type="text"/>

Naturaleza soporte:	<input type="checkbox"/> Aluminio	<input type="checkbox"/> Acero	<input type="checkbox"/> Fibra	<input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>
---------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--



Características especiales

Existe suministro de seguridad Tipo _____ Enclavamiento

Existe alumbrado de emergencia Alumbrado evacuación. Alumbrado ambiente.
 Alumbrado zonas A.R. Alumbrado reemplazamiento.

Existen zonas ATEX Clase I: Zona 0 1 2
 Clase II: Zona 20 21 22

Existe instalación domótica Tecnología/Protocolo _____ / _____ Nº puntos control _____

Existe grupo contra incendios: Protección Sobreintensidades I.A. (A) Protección contactos indirectos

Instalación de tierra

Tipo y nº de electrodos: Pica de acero cobreado 2 m Otro: _____ Nº _____
 Conductor desnudo de Cu de 50 mm² Longitud 4

Nº puntos de puesta a tierra: 3

Dispone de Red de Tierras de:

<input checked="" type="checkbox"/> Protección	Sección principal (mm ²)	<input type="checkbox"/> 35
<input checked="" type="checkbox"/> Funcional	Sección principal (mm ²)	<input type="checkbox"/> 35
<input type="checkbox"/> Sobretensiones	Sección principal (mm ²)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Red equipotencial baños y aseos	Sección principal (mm ²)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Red equipotencial piscina	Sección principal (mm ²)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Red equipotencial alumbrado exterior	Sección principal (mm ²)	<input type="checkbox"/>

Distancia a la estación transformadora más próxima (m) 16 Código CT _____

MEDIDAS Y VERIFICACIONES REALIZADAS

<input checked="" type="checkbox"/> Resistencia de la puesta a tierra de los electrodos	Valor (Ω)	<input type="checkbox"/> <1
<input type="checkbox"/> Resistencia de la puesta a tierra de protección en el punto más alejado	Valor (Ω)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Resistencia de la puesta a tierra de piscinas	Valor (Ω)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Resistencia de la puesta a tierra del alumbrado exterior	Valor (Ω)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Resistencia de la puesta a tierra funcional en el punto más alejado	Valor (Ω)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Resistencia de la puesta a tierra del punto de p.a t. en C. contadores	Valor (Ω)	<input type="checkbox"/>

Aislamiento: Valor mínimo (MΩ) 482 Medida

Alumbrado emergencia:

Illuminancia alum. evacuación (lux)	<input type="checkbox"/>	Ubicación correcta	<input type="checkbox"/>
Illuminancia alum. ambiente (lux)	<input type="checkbox"/>	Orientación según proyecto	<input type="checkbox"/>
Illuminancia alum. zonas A.R. (lux)	<input type="checkbox"/>	Caract. lum. según proyecto	<input type="checkbox"/>
Illuminancia alum. reemplazamiento (lux)	<input type="checkbox"/>	Nº puntos de luz	<input type="checkbox"/>

Los circuitos eléctricos están debidamente señalizados e identificados. Asimismo, todos los cuadros eléctricos tienen la señal de riesgo eléctrico pertinente y placa del instalador/es.

Las puestas a tierra del edificio son independientes de las del centro de transformación más próximo, según REBT ITC 18

Otras verificaciones que establece la norma UNE 20460-6-61 y resulten pertinentes para esta instalación.

OTROS DOCUMENTOS TÉCNICOS DE LA INSTALACIÓN

Certificado Instalación B.T. Proyecto Otro _____

Certificado Inspección OCA Reformado / Anexo

DOCUMENTACIÓN ADICIONAL

Se aporta la documentación técnica complementaria siguiente:

Se adjunta certificado del instalador contra incendios nº _____ / _____

Se adjunta contrato de mantenimiento con la empresa: _____

Se adjunta esquema unifilar actualizado.

Se adjuntan otros datos que complementan aquellos aspectos no recogidos explícitamente en el presente certificado:



INFORMACIÓN ADICIONAL

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Relación de expedientes industriales vinculados aguas abajo con esta instalación.

Nº Expediente

MODIFICACIONES Y ANEXOS:

Durante la ejecución de las obras se han introducido las modificaciones no sustanciales que relaciono a continuación:

--

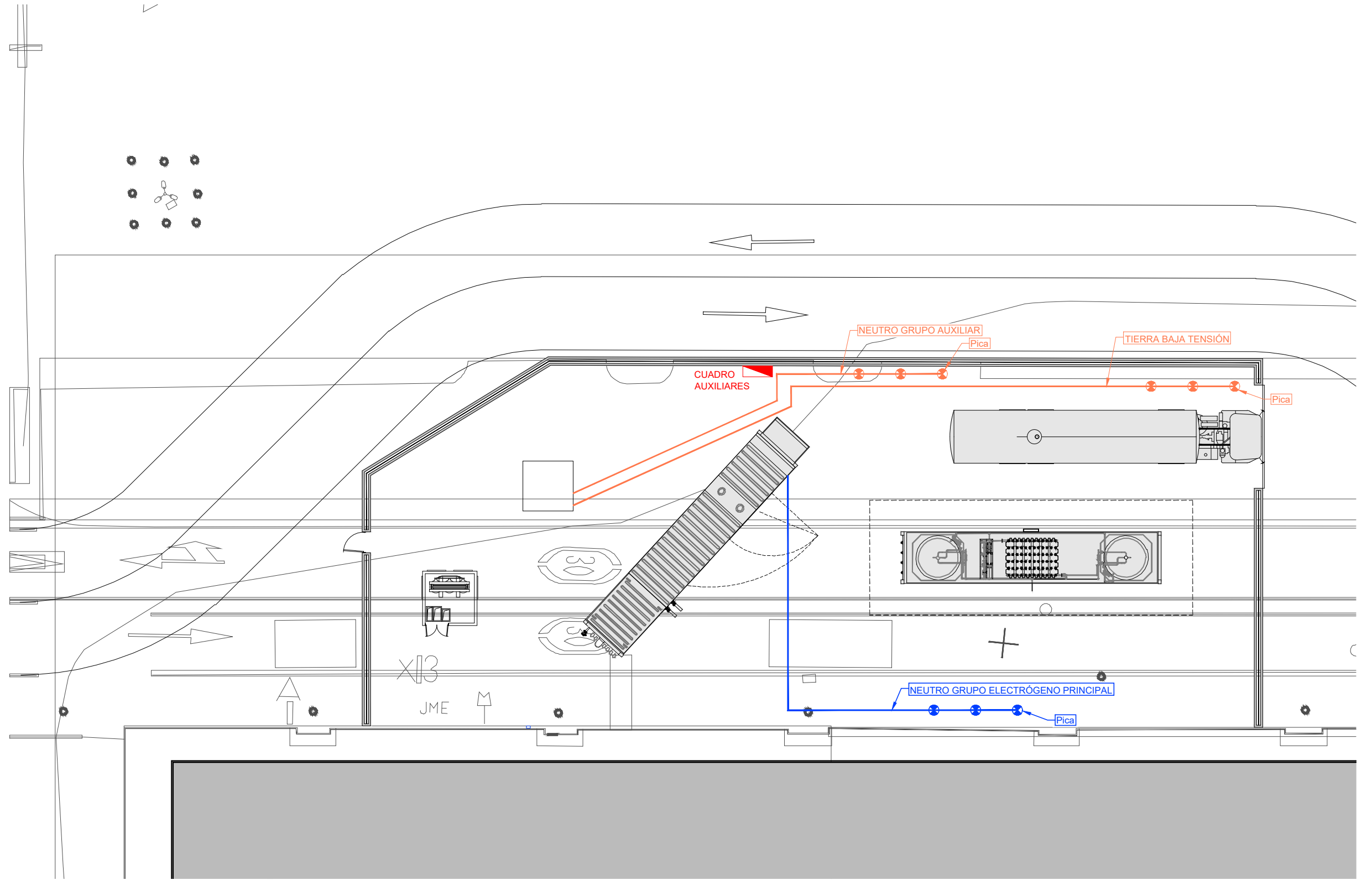
Por lo que apporto anexo con los planos y cálculos actualizados correspondientes.

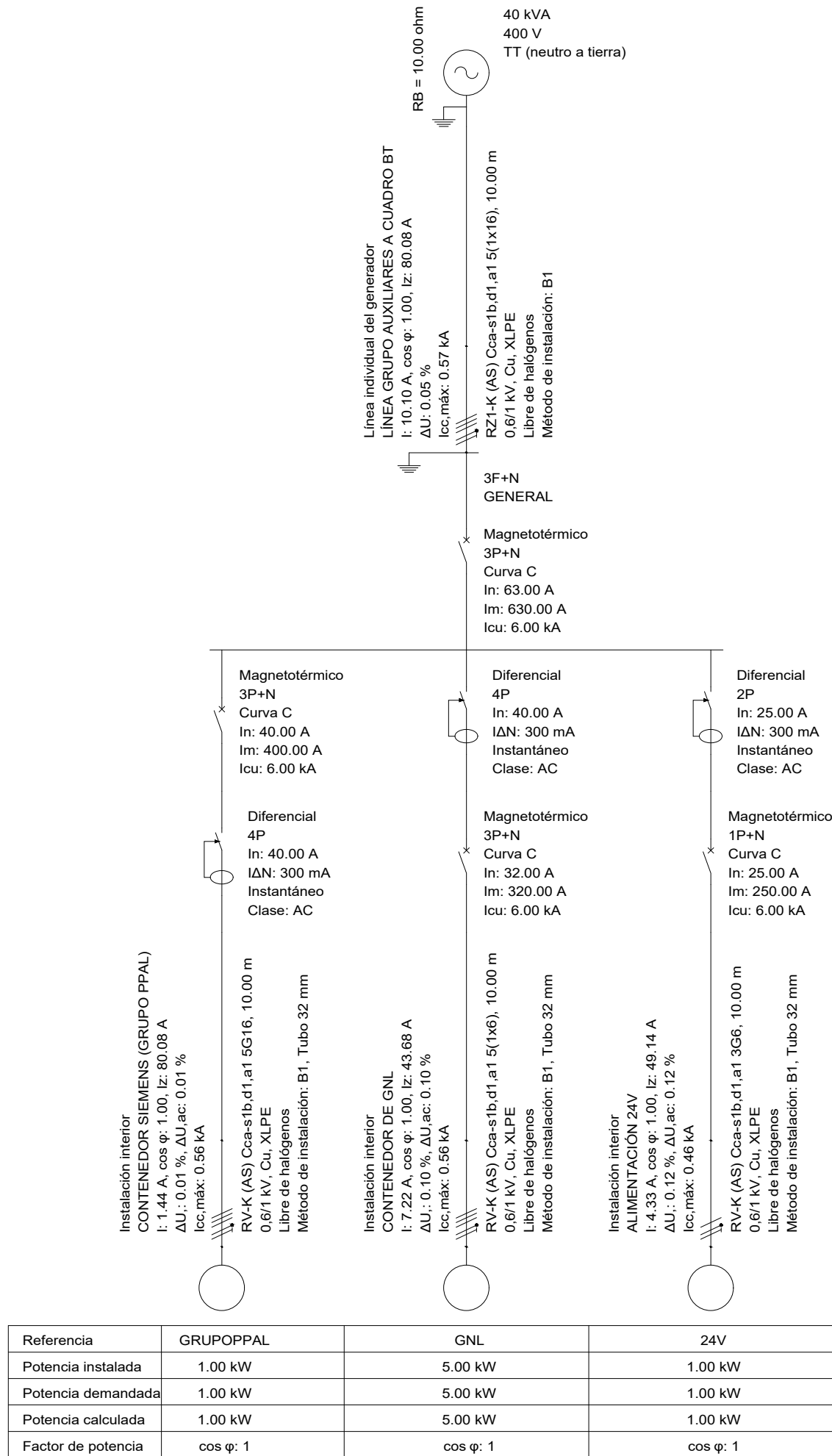
Firmo el presente certificado en Santa Cruz de Tenerife a Noviembre de 2019

Visado

El /La
Fdo:

Si utiliza el Sistema de Tramitación Telemática, el presente certificado y su documentación adicional deberán constituir un único archivo, que deberá ser firmado y visado digitalmente por quién proceda, una vez completado.





Referencia	GRUPOPPAL	GNL	24V
Potencia instalada	1.00 kW	5.00 kW	1.00 kW
Potencia demandada	1.00 kW	5.00 kW	1.00 kW
Potencia calculada	1.00 kW	5.00 kW	1.00 kW
Factor de potencia	cos φ: 1	cos φ: 1	cos φ: 1

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIARES

TÍTULO: **CFO DE PROYECTO DE BAJA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**

FECHA: NOVIEMBRE 2019
ESCALA: S/E

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: **2**



PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

REDACCIÓN DEL PROYECTO:

Jose Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial col. 203

PETICIONARIO:

Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA:

Puerto de Santa Cruz de Tenerife junto a
la Terminal de Carga Rodada (TCR) en
el Muelle de la Ribera.
Tenerife, Canarias, España

FECHA:

Febrero 2019





Memoria

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES	6
2.- OBJETO	6
3.- PETICIONARIO.	8
4.- EMPLAZAMIENTO	8
5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	9
5.1.- PROGRAMA DE NECESIDADES Y SOLUCIÓN ADOPTADA	11
5.1.1.- Programa de necesidades	11
5.1.2.- Previsión de cargas	11
5.1.3.- Solución adoptada	11
6.- REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN	11
7.- DOCUMENTOS ANEXOS A ESTA MEMORIA	15
7.1.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	15
8.- PLAZO DE PUESTA EN MARCHA	16
9.- PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN	16
10.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (400V/15KV)	18
10.1.- UBICACIÓN	18
10.2.- ACCESOS	18
10.3.- CONSTRUCCIÓN	18
10.3.1.- Cubierta	18
10.3.2.- Muros	18
10.3.3.- Resistencia al fuego	18
10.3.4.- Excavación	19
10.3.5.- Puertas, trampillas y escaleras	19
10.3.6.- Ventilación	19
10.3.6.1.1 Ventilación natural.....	19
10.3.6.1.2 Rejillas de ventilación.....	20
10.3.7.- Grados de protección	20
10.4.- INSTALACIONES SECUNDARIAS	21
10.4.1.- Pozo recogida de aceite	21
10.4.2.- Canales interiores	21

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 3 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

10.4.3.- Desagües	21
10.4.4.- Iluminación	21
10.5.- EQUIPOS DE SEGURIDAD	21
10.6.- EQUIPOTENCIALIDAD	21
10.7.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	22
10.7.1.- Características de la aparamenta de Baja Tensión	22
10.7.1.1 Cuadro de Baja Tensión.....	22
10.7.1.2 Puente de BT.....	23
10.7.2.- Características de los elementos de Media Tensión	24
10.7.2.1 Transformador.....	24
10.7.2.2 Puente de MT.....	42
10.7.2.3 Celdas de Media Tensión. Características comunes.....	44
10.7.2.4 Celda de Protección.....	57
10.7.2.4.1 Celda de Línea.....	59
10.7.2.5 Dimensionado del embarrado.....	60
10.7.2.6 Medida de la energía eléctrica.....	61
10.7.3.- Medidas de seguridad	61
10.7.3.1 Dispositivos de seguridad en las celdas.....	61
10.7.3.2 Montaje de aparamenta y protecciones.....	61
10.7.3.2.1 Distancias de seguridad.....	61
10.7.3.2.2 Aparatos de maniobra.....	62
10.7.3.3 Protecciones.....	62
10.7.3.3.1 Protecciones contra sobreintensidades.....	62
10.7.3.3.2 Protección contra incendios.....	62
10.7.4.- Instalaciones de puesta a tierra	63
10.7.4.1 Puesta a tierra de protección.....	63
10.7.4.2 Procedimiento para el dimensionado de la puesta a tierra de protección.....	63
10.7.4.3 Investigación de las características del suelo.....	64
10.7.4.3.1 Resistividad del terreno.....	64
10.7.4.3.2 Resistencia de tierra del electrodo.....	65
10.7.4.3.3 Efecto de la humedad.....	65
10.7.4.3.4 Efecto de la temperatura.....	65
10.7.4.4 Determinación de la corriente máxima de defecto y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	66
10.7.4.5 Determinación de las tensiones de puesta a tierra para la elección del electrodo de puesta a tierra de protección.....	66
10.7.4.5.1 Tensiones aplicadas en la instalación.....	66
10.7.4.5.2 Tensiones máximas admisibles en la instalación.....	67
10.7.4.5.3 Tensiones calculadas según el electrodo a instalar.....	69

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 4 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

10.7.4.5.4	Consideraciones y medidas de seguridad adicionales.....	70
10.7.4.5.5	Comprobación del diseño de puesta a tierra de herrajes elegido	72
10.7.4.6	Puesta a tierra de servicio o del neutro de BT	73
10.7.4.7	Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos.....	73
10.7.4.7.1	Separación de la tierra de los neutros de baja tensión	73
10.7.4.7.2	Separación entre la puesta a tierra general y la del neutro de BT	74
10.7.4.7.3	Distancia entre puesta a tierra del neutro de BT y otras puestas a tierra ajenas al centro 75	
10.7.4.7.4	Separación de las puestas a tierra.....	75
10.7.4.7.5	En resumen, la puesta a tierra.....	75
10.7.4.8	Condiciones difíciles de puesta a tierra.....	76
10.7.4.9	Dimensionado material de la instalación.....	77
10.7.4.10	Elementos de las instalaciones de puesta a tierra y condiciones de montaje.....	77
10.7.4.10.1	Líneas de puesta a tierra.....	78
10.7.4.10.2	Instalación de líneas de puesta a tierra.....	79
10.7.4.10.3	Electrodos de puesta a tierra	79
10.7.4.10.4	Dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra	79
10.7.4.10.5	Instalación de electrodos de puesta a tierra.....	80
10.7.4.11	Disposiciones particulares de puesta a tierra.....	81
10.7.4.11.1	Descargadores de sobretensiones.....	81
10.7.4.11.2	Seccionadores de puesta a tierra.....	81
10.7.4.11.3	Conjuntos protegidos por envoltorio metálica.....	81
10.7.4.11.4	Elementos de la construcción	82
10.7.4.11.5	Elementos metálicos que salen fuera de la instalación.....	82
10.7.4.11.6	Vallas y cercas metálicas.....	82
10.7.4.12	Medidas y vigilancia de las instalaciones de puesta a tierra.....	83
10.7.4.12.1	Mediciones de las tensiones de paso y contacto aplicadas	83
10.7.4.12.2	Vigilancia periódica	84
10.8.-	LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN (15kV)	85
10.8.1.-	Descripción de la instalación	85
10.8.1.1	Clasificación	85
10.8.1.2	Punto de conexión.....	86
10.8.1.3	Tipo de cable	86
10.8.1.4	Trazado.....	86
10.8.1.5	Entronque	86
10.8.1.6	Cruzamiento y paralelismo.....	87
10.8.1.7	Canalizaciones	87
10.8.1.7.1	Aperturas y cierre de zanjas en aceras y paseos.....	87

10.8.1.7.2	Aperturas y cierre de zanjas en cruces de calle y carretera.....	87
10.8.2.-	Cables subterráneos	87
10.8.3.-	Cálculos eléctricos	87
10.8.3.1	Características de la línea (sección, resistencia, reactancia, longitud e intensidad máxima)	87
10.8.3.2	Capacidad del cable en función de la tensión e intensidad admisible.....	89
10.8.3.3	Caída de tensión en función de la longitud de la línea, intensidad admisible, resistencia óhmica y reactancia	89
10.8.3.4	Pérdida de potencia, en función de la intensidad resistencia longitud de la línea	89
10.8.3.5	Campos magnéticos en la proximidad de la instalación	89
10.8.3.5.1	Cálculo del campo magnético	90
10.8.3.5.2	Conclusión	102
10.8.3.5.3	Ensayos y Pruebas	103
10.8.3.6	Cálculos del nivel de ruido transmitido al exterior en la instalación.....	103
10.8.4.-	Empalmes	105
10.8.5.-	Terminales	106
11.-	MONAGUILLO	108

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 6 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

1.- ANTECEDENTES

La Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife desea definir los requerimientos mínimos que debe de cumplir la implantación de los diferentes equipos que componen una Unidad Móvil de Generación de energía eléctrica con alimentación por GNL para el suministro eléctrico desde tierra a buques.

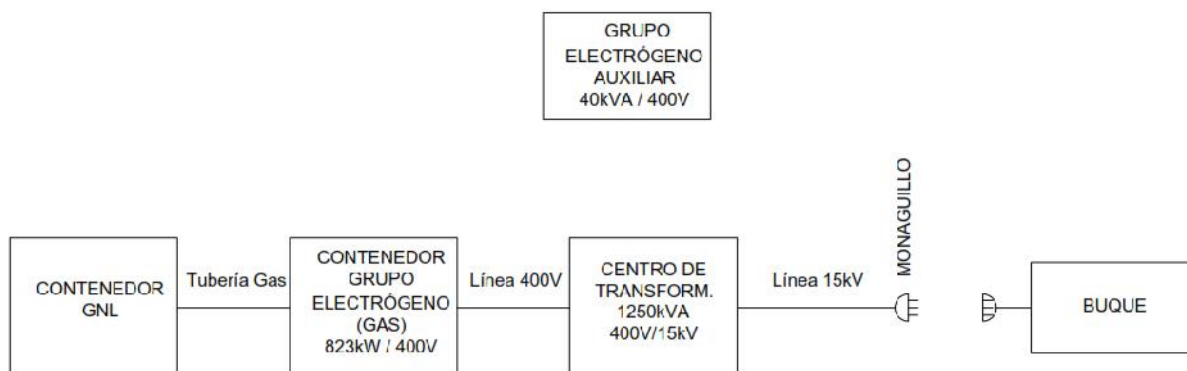
Esta planta será una planta piloto, dentro del proyecto Core LNGas hive, dentro del programa de reducción de combustibles contaminantes y su sustitución por combustibles más limpios, como el GN; de esta forma se reduce la dependencia del petróleo y de las emisiones al medio ambiente.

El sistema de generación eléctrica a gas natural proporcionará la energía eléctrica necesaria para mantener funcionando variedad de equipos a bordo del buque mientras este está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de sus generadores diésel.

La instalación se compondrá de los siguientes equipos y componentes principales:

- Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL.
- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural (Grupo Electrónico principal).
- Grupo electrógeno auxiliar para alimentar sistemas auxiliares.
- Instalaciones de interconexión auxiliares: mangueras de GN y GNL, depósito gasoil para el grupo electrógeno auxiliar, etc.
- Línea de interconexión BT (400V)
- Centro de Transformación Elevador (400V/15kV)
- Línea de interconexión MT (15kV)
- Toma de corriente tipo "Monaguillo" (15kV) para conexión del buque.

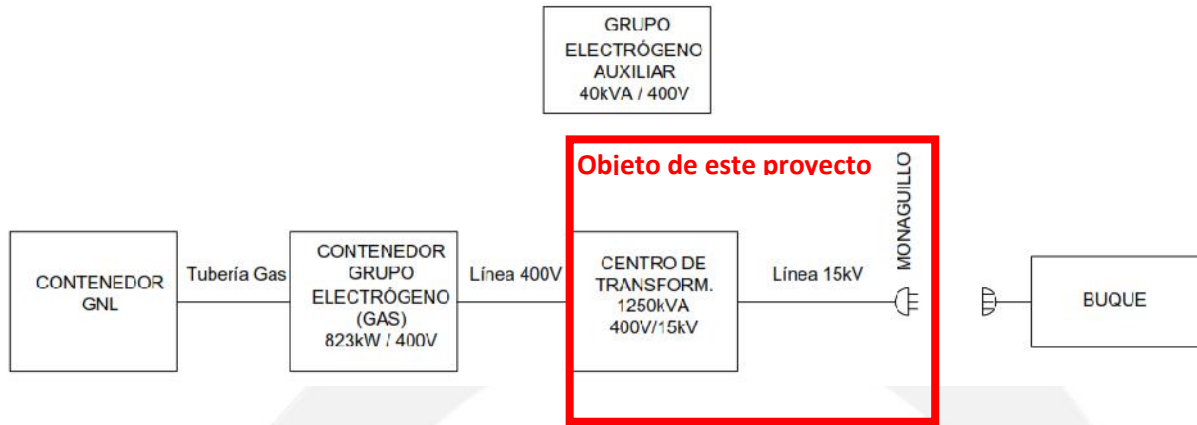
De manera esquemática:



2.- OBJETO

En el apartado anterior se muestra la totalidad del sistema móvil, pero es necesario indicar que en este documento se describirá la instalación de MT, no siendo objeto del mismo, el sistema de GNL ni el grupo electrógeno, ni la instalación de BT, es decir, el objeto de este proyecto será:

- Centro de Transformación Elevador (400V/15kV)
- Línea de interconexión MT (15kV)
- Toma de corriente tipo “Monaguillo” (15kV) para conexión del buque.



NOTA: La obra se realizará en una sola fase, aunque su redacción se ha recogido en 3 proyectos diferentes:

- Proyecto Planta Satélite De GNL en Contenedor Marítimo
- Proyecto de Baja Tensión para satélite GNL Puerto de Santa Cruz de Tenerife
- Proyecto de Media Tensión para Planta Satélite GNL Puerto De Santa Cruz De Tenerife

Esto se ha realizado de esta manera dada la diferencia de contenidos de cada uno de ellos y para facilitar la legalización de cada parte. Como se ha indicado en este proyecto se reflejará sólo la parte de Media Tensión.

Sabiendo esto, en este documento no se pretende definir las características técnicas de cada uno de los elementos del sistema, ya que, esta será aportada por sus respectivos fabricantes, e incluida en este documento.

El objeto de este escrito es documentar el cumplimiento de las condiciones técnicas necesarias para la instalación, implantación e interconexión para realizar y usar la instalación en condiciones de seguridad y la justificación del cumplimiento de la normativa vigente.

En este caso, queda fuera del alcance de presente proyecto la implantación de la unidad en otra ubicación o la implantación de otros equipos o instalaciones que no estén descritos en presente proyecto y/o que no sirvan para el funcionamiento propio de la unidad.

Quedan igualmente excluidas de la presente descripción y certificación las instalaciones eléctricas de alimentación al buque situadas a continuación del elemento denominado “monaguillo”, que es el último elemento que se ubica en tierra, ya que a partir de este punto serán de aplicación de reglamentación para equipos de uso navío.

Por todo esto se ha encargado al Técnico que suscribe la realización de este proyecto.

Además, con la presentación de este proyecto y demás documentación necesaria se pretende obtener los oportunos permisos técnicos y administrativos de las entidades y organismos oficiales.

3.- PETICIONARIO.

Se estudia y se redacta este anteproyecto a petición de:

Razón Social:	Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife
CIF:	Q3867002B
Dirección:	Av. Francisco La Roche, 49, 38801, Santa Cruz de Tenerife
TLF:	922 60 54 87

4.- EMPLAZAMIENTO

La instalación estará situada en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife junto a la Terminal de Carga Rodada (TCR) en el Muelle de la Ribera.



Coordenadas UTM:

28R
378170.12 m E
3150441.78 m N

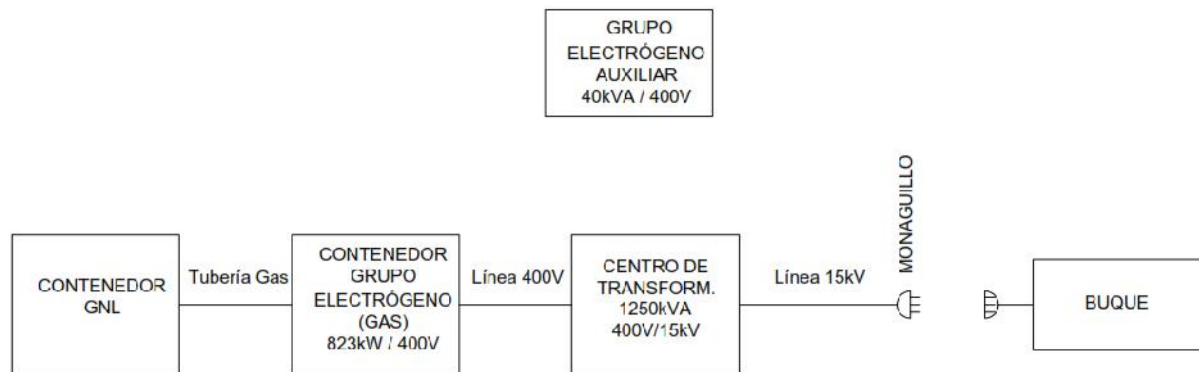
En la siguiente imagen se muestra concretamente la situación de la obra. Para mayor detalle, ver los planos.

5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Como sea indicado, la unidad móvil de generación de energía eléctrica con alimentación de GNL para suministro de energía a buque desde tierra se compondrá de los siguientes equipos y componentes principales:

- Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL.
- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural (Grupo Electrónico principal).
- Grupo electrónico auxiliar para alimentar sistemas auxiliares.
- Instalaciones de interconexión auxiliares: mangueras de GN y GNL, depósito gasoil para el grupo electrónico auxiliar, etc.
- Línea de interconexión BT (400V)
- Centro de Transformación Elevador (400V/15kV)
- Línea de interconexión MT (15kV)
- Toma de corriente tipo "Monaguillo" (15kV) para conexión del buque.

De manera esquemática:



El sistema estará formado por 4 estructuras principales:

- Contenedor de GNL (contenedor de 40 pies)
- Contenedor de Grupo Electrónico principal (contenedor de 40 pies)
- Grupo electrónico auxiliar
- Centro de transformación

Todos estos elementos se ubicarán sobre el muelle, tal y como se indica en los planos.

El GNL se trasegará desde un vehículo dotado de bomba criogénica hasta el depósito de GNL través de una manguera de líquido entre la cisterna y el depósito (no habrá conexión de la fase gas entre la cisterna y el depósito).

En el contenedor de GNL se ubicarán dos depósitos de 5m³ cada uno. Uno se llenará de GNL y el segundo se usará como reservorio de presión (GN), el cual servirá de respaldo y para equiparar las presiones en ambos depósitos. Además, dentro del mismo contenedor existe un sistema de vaporización.

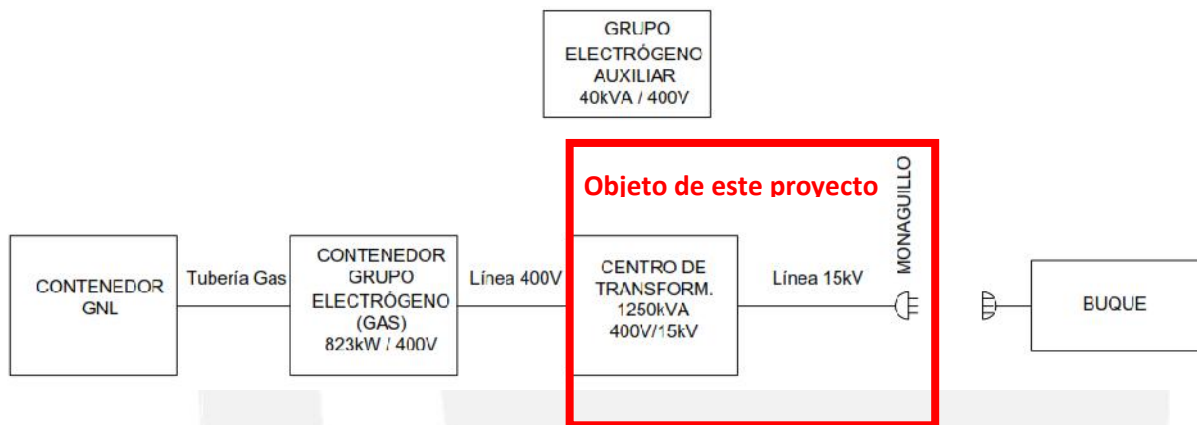
La Unidad Motor-Alternador estará ubicada en su propio contenedor. Este contenedor se alimentará de gas natural procedente del contenedor de GNL y enviará la energía generada a 400V al Centro de Transformación a través de cable tipo XZ1-K (cable especial para servicios móviles de BT),

el cual elevará la tensión a 15kV y conectará con el monaguillo mediante cable con aislamiento con goma 3GI3 y cubierta de PVC (cable especial para servicios móviles de MT).

Además de la unidad motor-alternador principal, existirá un grupo electrógeno auxiliar para proporcionar electricidad al generador principal y sistemas de control de los depósitos. La conexión del grupo auxiliar y los elementos a alimentar se realizará a través de cable armado en las zonas donde existe zona ATEX.

Retomando lo indicado en el objeto del proyecto, en este proyecto se definirá la instalación de MT, es decir:

- Centro de Transformación Elevador (400V/15kV)
- Línea de interconexión MT (15kV)
- Toma de corriente tipo "Monaguillo" (15kV) para conexión del buque.



En nuestro caso concretamente:

El CT será prefabricado y móvil, refiriéndose el adjetivo de móvil al hecho de que se montará cuando el buque esté en puerto atracado y se desmontará cuando el buque parta de puerto. Este CT no se conectará a la red pública en ningún momento (ni en MT ni en BT), sino que se alimentará desde el grupo electrógeno instalado para tal cometido, y alimentará al buque, que tampoco estará conectado a la red pública.

Las tierras serán fijas dada su naturaleza.

La línea de MT se instalará en superficie, bajo canales superficiales, dado el tipo de cable que se instalará (especial para instalaciones móviles e intemperie).

Esta línea conectará la celda de salida de MT del CT con el Monaguillo, el cual estará preparado para la recepción de la toma del buque.

5.1.-Programa de necesidades y solución adoptada

5.1.1.- Programa de necesidades

Como se ha indicado anteriormente, se necesita un sistema que proporcione la energía eléctrica necesaria para mantener funcionando variedad de equipos a bordo de un buque mientras este está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de sus generadores diésel.

5.1.2.- Previsión de cargas

En este caso no se realizará una previsión de carga, sino que se calculará la instalación para la máxima capacidad del grupo disponible, es decir, 823kW, ya que el alternador del grupo es el alternador LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6, que proporciona una potencia eléctrica máxima de 823kWe a $\cos\phi=1$ generando dicha potencia a una tensión de 400Vca y a 50Hz de frecuencia.

Como se verá en los apartados correspondientes, el trafo elegido será de 1250kVA (1000kW), lo que permitirá la transformación de 823kW con olgura

5.1.3.- Solución adoptada

De acuerdo con las características de la zona y lugar de emplazamiento, optamos por instalar un centro de transformación prefabricado y móvil de 1250kVA (1000kW), lo que permitirá la transformación de 823kW con holgura

6.- REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN

Esta instalación se ha proyectado de acuerdo con la reglamentación siguiente:

ELECTRICIDAD

) **Real Decreto 919/2006, de 28 de julio**, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseoso y sus instrucciones técnicas ICG 01 a 11.

) **Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto**, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (en adelante REBT'02) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC).

) **Guía Técnica de aplicación** al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

) **Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo**, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas en Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23.

) **Reglamento 548/2014 de 21 de mayo de 2014**, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento y del Consejo Europeo, en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.

) **Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero**, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITCLAT 01 a 09.

) **UNE 60079** Atmósferas explosivas

) **UNE 60228** Conductores de cables aislados

) **UNE 60332** Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.

) **UNE 60332** Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.

) **UNE 60364** Instalaciones eléctricas de baja tensión

) **UNE 60529** Grados de protección proporcionados por las envolventes

) **UNE 62305** Protección contra el rayo

) **API RP 505** (American Petroleum Institute) Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classifies as Class I, Zone 0, Zone 1 and Zone 2

CPR

) **Reglamento 305/2011 (CPR: Construction Products Regulation)** publicado el 9 de Marzo de 2011 por el Parlamento Europeo a través del cual se establecen condiciones armonizadas en toda la UE para la comercialización de productos de la construcción

MEDIA TENSIÓN

) **UNE 21308-1:1994** Ensayos en alta tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.

) **UNE-EN 60060-2: 1997** Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

) **UNE-EN 60060-2 ER:1999** Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

) **UNE-EN 60060-2/A11: 1999** Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

) **UNE-EN 60071-1: 1997** Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

) **UNE-EN 60071-2: 1999** Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

) **UNE 21405-1: 1995** Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.

) **UNE 21405-4: 1995** Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 4: Símbolos de magnitudes relativas, a máquinas eléctricas rotativas.

) **UNE-EN 60617-2: 1997** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos. símbolos distintivos V otros símbolos de aplicación general.

) **UNE-EN 60617-3: 1997** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.

) **UNE-EN 60617-6: 1997** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.

) **UNE-EN 60617- 7:1997** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparatos y dispositivos de control y protección.

) **UNE-EN 60617-8: 1997** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida. lámparas y dispositivos de señalización.

Aisladores y pasatapas:

) **UNE-EN 60168: 1997** Aisladores de apoyo para interior y exterior de cerámica o vidrio para instalaciones de tensión nominal superior a 1000V.

) **UNE-EN 601681 A 1: 1999** Aisladores de apoyo para interior y exterior .de cerámica o vidrio para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.

) **UNE 21110-2: 1996** Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

) **UNE 21110-2 ER: 1997** Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

) **UNE-EN 60137: 1997** Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1 kV.

) **UNE-EN 60507: 1995** Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

Aparamenta:

) **UNE-EN 60694: 1998** Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de A.T.

) **UNE-EN 60694 COR:1999** Estipulaciones comunes para las normas de aparata de A.T.

Seccionadores:

-) **UNE-EN 60129: 1996** Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna
-) **UNE-EN 601291 A 1: 1996** Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
-) **UNE-EN 60129/ A2: 1997** Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
-) **UNE-EN 61129:1996** Seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. Establecimiento y corte de corrientes inducidas.
-) **UNE-EN 61129/A1:1996** Seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. Establecimiento y corte de corrientes inducidas.

Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

-) **UNE-EN 60265- 1:1999** Interruptores de A.T. Parte 1: Interruptores de A.T. para tensiones asignadas superiores a 1 kVe inferiores a 52 kV.
-) **UNE-EN 60265-2: 1994** Interruptores de A.T. Parte 2: Interruptores de A.T. para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
-) **UNE-EN 60265-2/ A 1: 1997** Interruptores de A.T. Parte 2: Interruptores de A.T. para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
-) **UNE-EN 60265- 2/A2:1999** Interruptores de A.T. Parte 2: interruptores de A.T. para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
-) **UNE 20149: 1980** Contactores de corriente alterna para A.T.
-) **UNE 21081: 1994** Interruptores automáticos de corriente alterna para A.T.
-) **UNE 21 0817 / 3M: 1999** Interruptores automáticos de corriente alterna para A.T.

Aparata bajo envolvente metálica:

-) **UNE-EN 60298: 1998** Aparata bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kVe inferiores o iguales a 52 kV.
-) **UNE-EN 60298 COR:2000** Aparata bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kVe inferiores o iguales a 52 kV.
-) **EN 60298/ A11:1999 (PNE-EN 60298/A11:2000)** Aparata bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kVe inferiores o iguales a 52 kV.
-) **UNE-EN 60517: 1998** Aparata bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas iguales o superiores a 72.5 kV.
-) **EN 60517/ A 11: 1999 (PNE-EN 60514/ A 11:2000)** Aparata bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso, para tensiones asignadas iguales o superiores a 72,5 kV.
-) **UNE 20324: 1993** Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
-) **UNE-EN 50102: 1995** Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
-) **UNE-EN 501021 A 1: 1999** Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Transformadores de potencia:

-) **UNE-EN 60076-1: 1998** Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades
-) **UNE-EN 60076-1/A 11:2000** Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
-) **UNE-EN 60076-2: 1998** Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento,
-) **UNE 20101-3:1987** Transformadores de potencia. Niveles de aislamiento y ensayos dieléctricos.
-) **UNE 20101- 3/1M:1996** Transformadores de potencia. Niveles de aislamiento y ensayos dieléctricos.
-) **UNE 20101-3-1:1990** Transformadores de potencia. Niveles de aislamiento y ensayos dieléctricos. Distancias de aislamiento en el aire.
-) **UNE 20101-5:1982** Transformadores de potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos
-) **UNE 20101-5/1 M:1996** Transformadores de potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos

-) **UNE 20178:1986** Transformadores de potencia tipo seco.
-) **UNE 20178/1C:1989** Transformadores de potencia tipo seco.
-) **UNE 20178/2M:1994** Transformadores de potencia tipo seco.
-) **UNE 20178/3M:1996** Transformadores de potencia tipo seco.
-) **UNE 20178/ 4M:1996** Transformadores de potencia tipo seco.
-) **UNE 21538-1:1996** Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en baja tensión de 100 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
-) **UNE 21538-3:1997** Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en baja tensión de 100 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

Centros de transformación prefabricados:

-) **UNE-EN 61330: 1997** Centros de Transformación Prefabricados

Transformadores de medida y protección:

-) **UNE 21088-1: 1995 (*)** Transformadores de medida y protección. Parte 1: Transformadores de intensidad
-) **UNE 21 088-1/ER: 1995 (*)** Transformadores de medida, y protección. Parte 1: Transformadores de intensidad
-) **UNE 21088- 1/1m:1997 (*)** Transformadores de medida y protección. Parte 1: Transformadores de intensidad
-) **UNE-EN 60044- 1:2000** Transformadores de medida y protección. Parte 1: Transformadores de intensidad
-) **UNE 21088-2: 1995 (*)** Transformadores de medida y protección. Parte 2: Transformadores de tensión
-) **UNE 21 088-2/ER: 1995 (*)** Transformadores de medida y protección. Parte 2: Transformadores de tensión
-) **UNE 21088-2/1 M: 1997 (*)** Transformadores de medida y protección. Parte 2: Transformadores de tensión
-) **UNE-EN 60044-2: 1999** Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
-) **UNE 21088-3: 1983** Transformadores de medida y protección. Transformadores combinados.
-) **UNE 21587: 1996** Transformadores de medida. Transformadores de tensión trifásicos para niveles de tensión con Um hasta 52 kV.

(*) Solo aplicable para transformadores de protección; los de medida deben cumplir las normas UNE-EN 60044-1:2000 y UNE-EN 60044-2:1999.

RIESGOS LABORALES

-) **Ley 31/1995, de 8 de noviembre**, de prevención de riesgos laborales; modificaciones por Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
-) **Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre**, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
-) **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.
-) **Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos** relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma UNE 12464.

FORMATO PROYECTO Y LEGALIZACIÓN

-) **Decreto 161/2006, de 8 de noviembre**, por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.

) **Orden de 13 de julio de 2007**, por la que se modifica el anexo IX "Guía de contenidos mínimos en los proyectos de instalaciones receptoras de BT", del Decreto 161/2006, de 8 de noviembre, que regula la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.

) **Decreto 141/2009, de 10 de noviembre**, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.

7.- DOCUMENTOS ANEXOS A ESTA MEMORIA

Por su carácter específico, se adjuntan a esta memoria los siguientes documentos.

- Pliego de Condiciones Generales
- Pliego de Centros de Transformación
- Aspectos ambientales
- Gestión de residuos
- Presupuesto
- Planos

7.1.-Estudio de seguridad y salud

Dada la importancia de evitar riesgos en cualquier tipo de obra, se adjunta un estudio para la prevención de riesgos en el entorno que nos ocupa.

Además, este debe estar acompañado por un estudio de Seguridad y Salud en la obra, que puede ser Básico o Completo.

Para justificar la elaboración de un Estudio Básico o Completo de Seguridad y Salud es necesario acudir al Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Este RD establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que **se den alguno de los supuestos siguientes:**

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450759,08 €.

No se cumple.

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

Teniendo en cuenta que se estima que en la obra trabajen simultáneamente 2 personas y que la misma durará 30 días, no se cumple esta condición ya que la duración no es mayor a 30 días laborables no es estima que sea necesario el empleo de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

No se cumple ya que existen 2 trabajadores, trabajando 30 días, obteniendo así un volumen de mano de obra de 60 días.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.
No se cumple.

Por lo tanto, se realizará un Estudio Básico de Seguridad y Salud que se muestra en el documento correspondiente de este proyecto.

8.- PLAZO DE PUESTA EN MARCHA

La ejecución de esta instalación se prevé en Abril de 2019.

Se prevé que su ejecución se termine en una semana y las pruebas (de funcionamiento, OCAs..) correspondientes se realicen entre la semana de ejecución y la siguiente.

La presentación de la documentación pertinente en la Consejería de Industria para su completa legalización, se pretende realizar en la tercera semana.

La puesta en marcha oficialmente se producirá en cuanto la Consejería de Industria dé el consentimiento definitivo.

9.- PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN

Como se ha indicado, el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) asciende a un total de **SESENTA MIL NOVECIENTOS OCHO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS (60.908,80 €)** y su plazo de ejecución es de 30 días.

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 18 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Media Tensión

10.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (400V/15KV)

10.1.-Ubicación

El centro de transformación se ubicará en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife junto a la Terminal de Carga Rodada (TCR) en el Muelle de la Ribera. (Ver los planos).

Este dispondrá de su propia envolvente, ya que se instalará al aire libre, fuera de cualquier edificio existente en el puerto.

10.2.-Accesos

Para llegar a la zona de instalación del CT será necesario acceder a una zona restringida mediante un vallado.

Dado que el CT no conecta con la red pública en ningún punto, no será necesario garantizar el acceso a personal de la compañía suministradora.

El Centro será de maniobra exterior, por lo que tampoco será necesario acceder a su interior para su explotación.

10.3.-Construcción

La envolvente del CT es una envolvente prefabricada

10.3.1.- Cubierta

El diseño de la cubierta impedirá la acumulación de agua sobre ella, siendo estanca y sin riesgo de filtraciones.

Esta cubierta no será ni transitable, ni permitirá la colocación de elementos sobre ella.

10.3.2.- Muros

Los muros exteriores deben presentar una resistencia mecánica mínima equivalente a la de los espesores de los muros construidos con los distintos materiales.

En este caso, la resistencia mecánica del metal se considera suficiente para la función que desarrolla.

10.3.3.- Resistencia al fuego

Dado que el CT se encuentra al aire libre y a cierta distancia de otros elementos, no se considera preceptivo que el CT debe cumplir con una resistencia al fuego mínima.

En cuanto a sus materiales de revestimiento no deben contribuir al fuego en ninguna fase del mismo, es decir, materiales no combustibles, sin contribución en grado máximo al fuego.

10.3.4.- Excavación

No será necesaria la excavación para la colocación del CT, ya que este será móvil.

Las excavaciones necesarias se realizarán para la puesta a tierra del CT (Ver apartado correspondiente).

10.3.5.- Puertas, trampillas y escaleras

Las puertas exteriores serán de aluminio anodizado, preferentemente, acero inoxidable o bien de otro material cuya resistencia mecánica sea la adecuada a la situación, ubicación y características del centro.

Las puertas abrirán hacia el exterior. Tendrán como mínimo 2,10m de altura y 0,80m de ancho, libre interior para el acceso al personal y 2,10m de altura y 1,25m de anchura para la puerta de acceso del transformador. La tornillería, bisagras y cerradura serán de acero inoxidable AISI 316 L.

Las puertas de acceso al centro llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular del riesgo eléctrico, asimismo llevarán serigrafiado en color negro el código del centro.

10.3.6.- Ventilación

Para la evacuación del calor generado en el interior del centro de transformación deberá posibilitarse una circulación de aire. Pudiendo diseñarse dos tipos de ventilaciones:

10.3.6.1.1 Ventilación natural

La altura entre la entrada y la salida del aire será máxima.

En este caso, al tratarse de un transformador de potencia superior a 630kVA, se utilizará el método usado en las normas particulares de UNELCO-ENDESA, para el cálculo de la ventilación natural.

Según este método, debe seguirse las recomendaciones de la Tabla I de la Orden de 19 de Agosto de 1997, por la que se aprueba la Norma Particular para Centros de Transformación de hasta 30kV, en el ámbito de suministro de Unión Eléctrica de Canarias S.A.

TABLA I

POTENCIA TRAFO (kVA)	PÉRDIDAS TOTALES (kW)	S	H								
			1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	6,00
630	7,8		1,39	1,14	0,98	0,88	0,80	0,74	0,69	0,65	0,62
2x630	15,6		2,79	2,28	1,97	1,76	1,61	1,48	1,39	1,31	1,25
1000	12,2		2,18	1,79	1,54	1,38	1,26	1,16	1,09	1,03	0,97
2x1000	24,4		4,37	3,57	3,09	2,76	2,52	2,33	2,18	2,06	1,95

Siendo:

S = sección del conducto de ventilación, en m². El valor de "S" será la sección de ventilación de cada una de las rejillas por separado, la inferior de entrada de aire frío y la superior de la salida de aire caliente, y no la suma de ambas.

H = altura entre centros de rejillas, en m

En este caso no aparecen transformadores de 1250kVA, pero se utilizarán los valores para dos trafos de 630kVA (1260kVA).

Según la tabla, las pérdidas totales serán de 15,6kW, por lo que, si la altura entre rejillas es de 1,5m, la superficie de entrada o salida de aire debe ser de 2,28m².

Teniendo en cuenta que la superficie de una rejilla de entrada es de:

Entrada: 1mx0,5m = 0,5m².

Salida: 0,9mx0,5m = 0,45m².

10.3.6.1.2 Rejillas de ventilación

Los huecos de ventilación tendrán un sistema de rejillas dobles que impidan la entrada de agua y en su caso, tendrán una tela mosquitera de latón de 6 mm que impida la entrada de pequeños animales. Las rejillas serán de chapa de aluminio anodizado de 18/21 micras y 1,5mm de espesor, acero inoxidable o de otros materiales que presenten un grado de insensibilidad a los agentes atmosféricos igual o superior a los anteriores. Las rejillas irán instaladas de manera que no tengan contacto eléctrico con el sistema equipotencial. La tornillería será de acero inoxidable AISI 316 L.

10.3.7.- Grados de protección

El grado de protección de la parte exterior de los centros, incluidas rejillas de ventilación, será IP23 según la norma UNE 20324-93 y de IK 10 según UNE 50102, declaradas de obligado cumplimiento.

10.4.-Instalaciones secundarias

10.4.1.- Pozo recogida de aceite

En este caso, no es necesario un pozo de recogida de aceite, ya que el transformador es un transformador seco.

10.4.2.- Canales interiores

El Centro no dispondrá de canales interiores de obra. Los cables se distribuirán mediante bandeja

10.4.3.- Desagües

En este caso se trata de un CT de superficie, y como se puede observar en los planos, se encuentra elevado del nivel del suelo.

10.4.4.- Iluminación

En este caso, al tratarse de un centro de maniobra exterior, el centro no dispone de iluminación propia.

Para la realización de alguna maniobra, en caso de que fuese necesaria mayor iluminación que la existente en el ambiente, se usará iluminación portátil, la cual queda fuera del ámbito de este proyecto.

10.5.-Equipos de seguridad

El centro contará con:

- Cartel de primeros auxilios (en reverso de la puerta)
- Cartel 5 reglas de oro (en reverso de la puerta)
- Guantes aislantes para 30 kV
- Pértiga de salvamento
- La banqueta aislante no se considera necesaria, ya que la manipulación de celdas se realizará sobre la tarima equipotencial con el CT.

10.6.-Equipotencialidad

Como se ha indicado anteriormente, dado que la maniobra del centro será exterior, el centro dispondrá de una tarima metálica que formará una superficie equipotencial con las celdas.

10.7.-Características de la instalación eléctrica

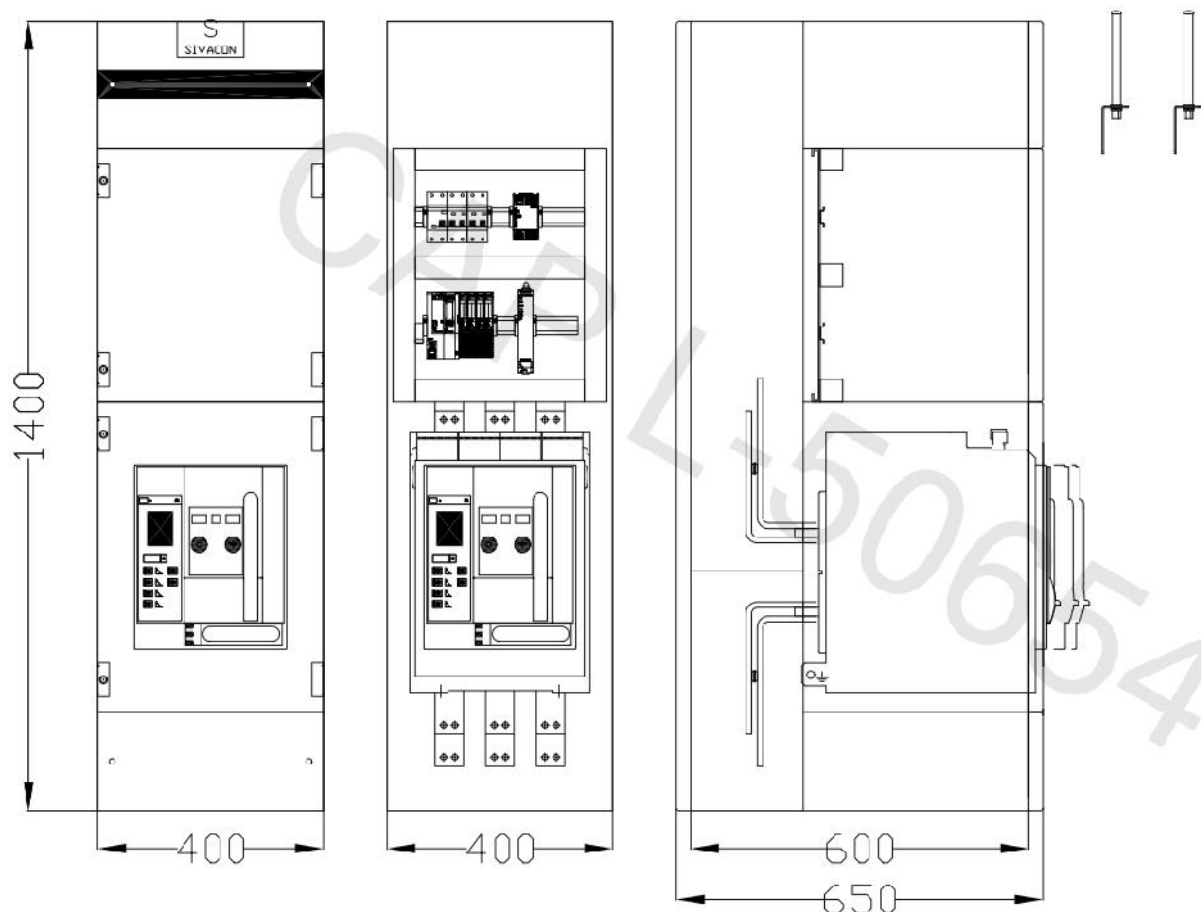
Como se ha indicado en los apartados correspondientes, el CT se alimentará a través de una línea de BT, ya que funcionará como un centro de transformación elevador.

Por este motivo, se ha mostrado la instalación de BT en primer lugar.

10.7.1.- Características de la apartada de Baja Tensión

10.7.1.1 Cuadro de Baja Tensión

El cuadro de maniobra de Baja Tensión será el elemento que recibirá la línea de BT en el CT. Este cuadro será un cuadro Sivacon de la casa comercial Siemens, que alojará un interruptor automático compacto tetrapolar de 1600A, modelo SIEMENS/ WL I 1600 N con relés de regulación de curva de disparo ETU25B.



10.7.1.2 Puente de BT

Intensidad de Baja Tensión

El puente de BT, que unirá el cuadro de BT con el Transformador estará formado por cable de cobre RV 0,6/1 kV según UNE 21123, formando la configuración 3x(6x1x240)mm².

La intensidad máxima de paso por el devanado secundario en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s \times \frac{P}{\sqrt{3} | U_s}$$

donde:

P = Potencia del transformador [kVA]

Us = Tensión en el secundario [kV]

Is = Intensidad en el secundario [A]

Si el transformador tiene una potencia de 1250 kVA, y la tensión secundaria es de 420V en vacío, la intensidad en la salida del trafo en vacío puede alcanzar el valor de:

$$I_s \times \frac{1250000VA}{\sqrt{3} | 420V} \times 1719A$$

Pero en este caso, la potencia máxima de la instalación será de 1000kVA, que es la potencia máxima del generador (grupo electrógeno principal). En ese caso, si tenemos una potencia de 1000kVA, y la tensión secundaria es de 420V en vacío, la intensidad en la salida del trafo en vacío puede alcanzar el valor de:

$$I_s \times \frac{1000000VA}{\sqrt{3} | 420V} \times 1375A$$

$$I_s = 1375A.$$

Este puente deberá soportar, en el peor de los casos una intensidad de 1375A. Como se observa en el cálculo, la línea tiene una intensidad admisible de 2400A, por lo que puede soportar la intensidad demandada por la instalación y estar protegida por el interruptor automático del armario de BT (1600A).

Intensidad de Cortocircuito de Baja Tensión

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores, siendo esta consideración más conservadora que las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} \times \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_S}$$

donde:

P = Potencia de transformador [kVA]

E_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador [%]

U_s = Tensión en el secundario [V]

I_{ccs} = Corriente de cortocircuito [kA]

Para el transformador, la potencia es de 1250kVA, la tensión porcentual del cortocircuito o tensión de cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será:

$$I_{ccs} \times \frac{100 \cdot 1250000VA}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 420V} \times 28638A$$

$$I_{ccs} = 29 \text{ kA}$$

El interruptor elegido es suficiente, ya que posee un poder de corte superior a 29 kA.

Conexiones

La conexión de los cables de entrada se realizará mediante palas al interruptor de BT.

10.7.2.- Características de los elementos de Media Tensión

10.7.2.1 .Transformador

El transformador usado será un transformador encapsulado en resina Epoxy de 1250kVA de la casa comercial IMEFY.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Potencia nominal	1250 kVA
Tensión Primaria	15 kV
Tensión secundaria	400 V
Regulación	±2,5±5 %
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Refrigeración	AN
Altitud sobre el nivel del mar	1000 m
Tª ambiente min / máx	-25°C / 40°C
Calentamiento devanados A.T. / B.T.	100K / 100K
Clase térmica A.T. / B.T.	F / F (155°C)
Clase Climática	C2
Clase Ambiental	E2
Clase de Comportamiento al Fuego	F1
Grado de protección	IP00
Niveles aislamiento A.T. (Vmax / IR / FI)	17,5 / 95 / 38 kV
Niveles aislamiento B.T. (Vmax / IR / FI)	1,1 / - / 3 kV
Material AT/BT	Al/Al
Normas	(UE) Nº548/2014 / IEC 60076-11

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Pérdidas en vacío	1800 W
Pérdidas en carga a 120°C	11000 W
Pérdidas en carga a 75°C	9675 W
Tensión de cortocircuito a 120°C	6 %
Nivel sonoro Lw(A)	67 dB(A)

DIMENSIONES Y PESOS

Longitud	1800 mm
Ancho	1000 mm
Alto	2015 mm
Peso total	3370 Kg

RENDIMIENTOS

100% P.C., Cos φ=1	98,98 %
100% P.C., Cos φ=0'8	98,72 %
75% P.C., Cos φ=1	99,15 %
75% P.C., Cos φ=0'8	98,94 %
50% P.C., Cos φ=1	99,27 %
50% P.C., Cos φ=0'8	99,09 %
25% P.C., Cos φ=1	99,20 %
25% P.C., Cos φ=0'8	99,01 %

CAIDAS DE TENSIÓN

100% P.C., Cos φ=1	0,88 %
100% P.C., Cos φ=0'8	4,27 %
75% P.C., Cos φ=1	0,66 %
75% P.C., Cos φ=0'8	3,20 %
50% P.C., Cos φ=1	0,44 %
50% P.C., Cos φ=0'8	2,13 %
25% P.C., Cos φ=1	0,22 %
25% P.C., Cos φ=0'8	1,07 %



LABORATORIO DE ALTA TENSION



CERTIFICADO DE ENSAYOS Nº 134367170928
NORMA IEC 60076-11 (ECODESIGN 2015)

IEC 60076-11

CALCULO Nº NR27335RY-30

NUMERC 134367 TIPO: TDR1250/17,5/15 E (UE) N548/2C **1250 KVA** 3 FASES
 A.T. (1) 15000 V ±2.5 ±5 48.11 A B.T. (1) 400 V 1804.21 A FACTOR K= 1,00
 A.T. (2) 0 V B.T. (2) 0 V FACTOR K2= 1,00
 A.T. (3) 0 V
 CONEXION: Dyn11 CLASE TERMICA: F
 REFRIGERANTE: RESINA REFRIGERACIÓN: AN MASATOTAL: 3370Kg. DEVANADO: AL -AL 50 Hz.

GARANTIAS	Uk (%)	Pcu (W)	Pfe (W)	Io 100%	Io 110%	Imp. A.T.	Lw (A) dB
	6,00	11000	1800	1,00		95,00	67

RESULTADOS

15000/400	6,11	10978	1772	0,24	0,33		
-----------	------	-------	------	------	------	--	--

ENSAYO DE T. APLICADA		ENSAYO DE T. INDUCIDA		ENSAYO DE IMPULSOS	
A.T. 38,00 Kv	0,00 Segundos	800,00 V	150 Hz	Tipo Rayo Onda Plena 1.25/50 µs	
B.T. 3,00 Kv	60,00 Segundos	40,00 Segundos		A.T. Kv	B.T. Kv

GARANTIAS 10,00 pC		DESCARGAS PARCIALES		FASE W < 10,00 pC	
FASE U < 10,00 pC		FASE V < 10,00 pC			

ENSAYO DE VACIO							
TENSION	u	v	w	Io	Io %	Pfe	
100 %	400	4,823	3,512	4,597	4,31	0,24	1.772,00
110 %	440	6,610	5,016	6,231	5,95	0,33	2.103,00

ENSAYO DE CORTOCIRCUITO									0,28 °C
15000/400	TENSION	V int	U	V	W	Σ3	Pw	Pcu	
	841,97	913,78	45,048	43,666	44,274	44,329	7.550,00	8894	

RESISTENCIAS	A.T.	U-V(Ω)	V-W(Ω)	W-U(Ω)	B.T.	U-V(Ω)	V-W(Ω)	W-U(Ω)
16 °C	15000	0.9925640	0.9923880	1.0070400	400	0.0006320	0.0006310	0.0006510
	0				0			

RELACION DE TRANSFORMACIÓN

A.T.	B.T.	REL	%U	%V	%W	A.T.	B.T.	REL	%U	%V	%W
15750	400 /√3	68.20	-0.94	-0.64	-0.87						
15375	400 /√3	66.58	-0.67	-0.34	-0.58						
15000	400 /√3	64.95	-0.15	0.01	-0.08						
14625	400 /√3	63.33	0.09	0.39	0.19						
14250	400 /√3	61.70	0.59	0.77	0.67						

CALCULO DE PERDIDAS Y TENSION DE CORTOCIRCUITO

15000/400		
	20.28 °C	120 °C
Pcu AT	3524	4956
Pcu BT	3170	4458
Pcu Adic	2199	1563
Pcu Total	8894	10978
Ur %	0,71	0,88
Ux %	6,05	6,05
Uk %	6,09	6,11

Observaciones

Ingeniero de Laboratorio 24/10/2017



VISADO TF29086/00
 FECHA 21-02-2019
 Pag. 27 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



ENSAYOS REALIZADOS A LOS TRANSFORMADORES ENCAPSULADOS EN RESINA EPOXI

ENSAYOS DE RUTINA

- Medida de la resistencia de los arrollamientos (según UNE-EN 60.076-11, apartado 15).
- Medida de la relación de transformación y verificación del grupo de conexión (según UNE-EN 60.076-11, apartado 16).
- Medida de las pérdidas debidas a la carga y de la impedancia de corto circuito en la toma principal (según UNE-EN 60.076-11, apartado 17).
- Medida de las pérdidas y de la corriente de vacío (según UNE-EN 60.076-11, apartado 18).
- Ensayo de tensión aplicada (según UNE-EN 60.076-11, apartado 19).
- Ensayo de tensión inducida (según UNE-EN 60.076-11, apartado 20).
- Ensayo de descargas parciales (según UNE-EN 60076-11, apartado 22).

Estos ensayos se realizan al 100% de los transformadores fabricados.

ENSAYOS DE TIPO (a petición del cliente)

- Ensayo de impulso tipo rayo (según UNE-EN 60.076-11, apartado 21).
- Ensayo de nivel de ruido (según UNE-EN 60076/10).
- Ensayo de calentamiento (según UNE-EN 60.076-11, apartado 23 y UNE-EN 60076-2).

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 28 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

TRANSPORTE, RECEPCION Y ALMACENAMIENTO

Nuestros transformadores se suministran completamente montados y preparados para su conexión en Baja y Alta Tensión.

Al recepcionar los transformadores, bien en los almacenes del cliente, o en la obra donde van a ser instalados, deberán observar si durante el transporte no ha sufrido desperfecto alguno el transformador, garantizando el estado del embalaje y las partes visibles.

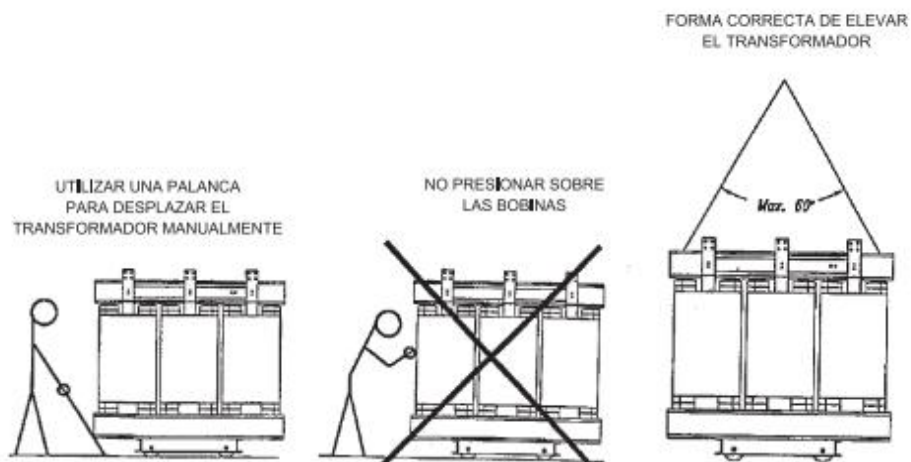
En caso de observarse roces en bobinas, aisladores rotos o cualquier otro desperfecto, se comunicará inmediatamente a nuestro transportista, así como a **IMEFY** o su Delegado de Zona.

También se comprobará el estado de los accesorios que puedan ir instalados o en embalaje aparte.

En el caso de que el transformador no vaya a ser instalado de inmediato y tenga que permanecer en almacén, éste deberá ser cubierto, y no a la intemperie, dejándolo dentro de la bolsa de plástico que lo protege de la acumulación de polvo u otros agentes, y sobre dos apoyos que le mantengan separado del suelo un mínimo de 50 mm.

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 29 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Nota: Según el art. 12 de la Ley 11/1997 Ud. es responsable de la correcta gestión de los envases.

INSTALACION Y PUESTA EN SERVICIO

Estos transformadores han de ser instalados de acuerdo con la reglamentación actualmente vigente para las instalaciones de A.T., MIE-RAT 09-Protecciones, MIE-RAT 14-Instalaciones eléctricas de interior.

Los transformadores **IMEFY** encapsulados en resina de epoxi están previstos para instalación interior en centros de transformación de obra civil o prefabricada.

El local donde se instalen debe estar totalmente terminado, limpio, seco, y no presentar posibilidades de entrada de agua.

El transformador no deberá ser instalado bajo ningún concepto en zonas con riesgo de inundación.

Si el transformador va a ser instalado al exterior, se colocará dentro de una envolvente metálica con grado de protección IP-requerido (según UNE-20.324).

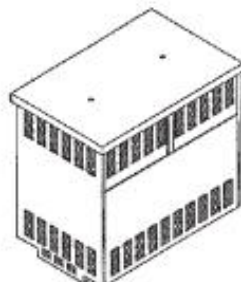
En alta y baja tensión, es necesario que las conexiones se realicen con materiales, que garanticen evitar el riesgo de corrosión galvánica.

Antes de poner en servicio el transformador (en el caso de haber estado almacenado un periodo de tiempo prolongado), se pondrán a tierra todas las partes activas de éste para la descarga de la posible tensión estática que se haya podido producir. Se procederá a una meticulosa limpieza con aire seco (nunca con líquidos, aunque éstos tengan un alto poder de evaporación), y a continuación se comprobará el aislamiento atendiendo al siguiente proceder:

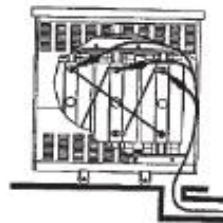
Con medidor de aislamiento de c.c. de 5000V, o como mínimo 2500V y siempre midiendo a temperatura ambiente, comprobamos el aislamiento entre:

Alta Tensión – Masa	500 MΩ
Alta Tensión – Baja Tensión	500 MΩ
Baja Tensión – Masa	500 MΩ

Se deberán colocar a tierra las partes metálicas sin tensión mediante los tornillos que a tal efecto se disponen en la parte derecha de las armaduras inferiores, y se conectará el neutro de baja tensión cuando sea preceptivo, o lo exija el sistema de protección por faltas a tierra.



ENVOLVENTE METALICA CON GRADO DE PROTECCION IP-23



ENTRADA DE CABLES DE A.T.A PROTECCION METALICA IP-23

Debe asegurarse la buena conexión de las bornas así como los cables o embarrado tanto de alta como de baja tensión (ver pares de apriete pág. 17, respetando la distancia mínima entre estos y las partes más salientes del transformador, según figuras de la pág. 13 y amarrando los cables a los muros o soportes para evitar esfuerzos sobre las conexiones del transformador. Este, deberá estar conectado a la correspondiente red o salida.

Debe comprobarse que la posición del conmutador es la correcta, de acuerdo con la tensión de red. En el caso de reajuste de tensión se observará la placa de características para el correcto posicionamiento del conmutador. Se procederá a dicho cambio con el transformador sin tensión.

Una vez conectado el transformador se aplicará tensión sin carga, observándolo durante una hora; se medirá la tensión en las bornas de B.T. para comprobar su correcta conexión y regulación. A continuación se aplicará la carga progresivamente hasta su potencia de funcionamiento, prestando atención a su temperatura.

En los centros de transformación que lleven varios transformadores y tengan que trabajar en paralelo, se tendrán en consideración los datos siguientes:

- 1.º Comprobar sobre placa de características que las tensiones son iguales tanto en A.T. como en B.T. así como que tienen el mismo grupo de conexión.
- 2.º Comprobar que las posiciones de los conmutadores de los transformadores a colocar en paralelo, corresponden a las mismas tensiones de A.T. en las diversas máquinas.
- 3.º Aplicar tensión en A.T. y con el circuito de B.T. abierto, comprobar que entre las fases homólogas de B.T. de los diversos transformadores (bornas marcadas con la misma letra) la tensión es cero.
Si no fuera así, repasar lo anteriormente expuesto así como las conexiones en A.T. y B.T.
- 4.º Si la tensión entre bornas homólogas de B.T. es cero, ir cerrando los interruptores de B.T. de los transformadores a colocar en paralelo, teniendo mucho cuidado de realizar esta operación sin carga en el secundario.
- 5.º Una vez acoplados los diversos transformadores en paralelo y en vacío, ir conectando las cargas paulatinamente hasta llegar a la potencia total que se vaya a consumir. El reparto de intensidades sobre cada transformador deberá ser proporcional a sus potencias.

En los centros de transformación, ya sean de obra civil o módulos de hormigón prefabricados, instalados en zonas de gran contaminación o que se prevea este riesgo, se recomienda la instalación de placas filtrantes en la entrada de aire al Centro de Transformación según normas DIN 24185.

Para el cálculo de los orificios de refrigeración de entrada y salida de aire, ver el apartado PREVENCIÓN DE SOBRECALENTAMIENTOS pág. 13.

¡ A T E N C I O N !
EL ENCAPSULADO DE LAS BOBINAS NO GARANTIZA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES.

PROTECCIONES

a) Eléctricas

– Contra sobreintensidades:

Se realizará con fusibles cuya intensidad será entre 1,5 y 2 veces la intensidad nominal del transformador. (Ver tabla de elección de fusibles en anexo 1, pág. 18).

Los transformadores **IMEFY** se suministran (bajo pedido) con detectores térmicos en el interior del devanado de B.T., que se conectan a una regleta de circuitos auxiliares.

La conexión de estos transformadores a circuitos de alarma y disparo o sistemas de ventilación, proporciona una protección adecuada a la máquina frente a elevadas temperaturas, debidas a sobrecargas temporales, permanentes o instalaciones de difícil ventilación.

El ajuste de la temperatura a la cual se debe producir la alarma o el disparo, será en función de la clase térmica del transformador, tal como se refleja en la siguiente tabla:

CLASE TERMICA DEL AISLAMIENTO	PUNTO DE ALARMA	PUNTO DE DISPARO
F	140° C	150° C

– **Contra sobretensiones:**

Es aconsejable la instalación de pararrayos autovalvulares¹ en la entrada de Alta Tensión, lo más cerca posible a las bornas del transformador para proteger a éste de sobretensiones, tanto de origen atmosférico como de tipo maniobra, que pudiesen llegar por la línea.

b) **Por envolventes:**

Su finalidad es proteger tanto a las personas contra los contactos o la aproximación a partes con tensión, como al propio transformador contra los efectos perjudiciales ocasionados por las condiciones ambientales del lugar de trabajo de éste (agua, polvo, etc.).

Las tablas 1 y 2 de la norma UNE-20.324 nos permiten elegir la protección más adecuada a las condiciones ambientales del lugar de instalación.

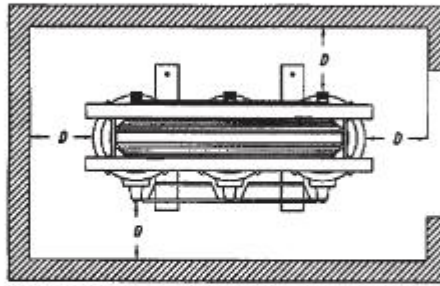
El grado de protección se designa por "IP"-seguido de dos cifras: La primera cifra se elige en la tabla 1, y la segunda cifra en la tabla 2. Si existiera una tercera cifra nos indicaría la rigidez mecánica de dicha protección.

PROTECCION CONTRA DESCARGAS DISRUPTIVAS

Con el fin de evitar descargas disruptivas entre partes activas del transformador y elementos conectados a tierra, se recomienda respetar las distancias mínimas que se reflejan en la tabla siguiente:

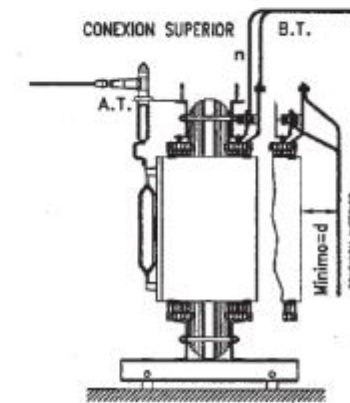
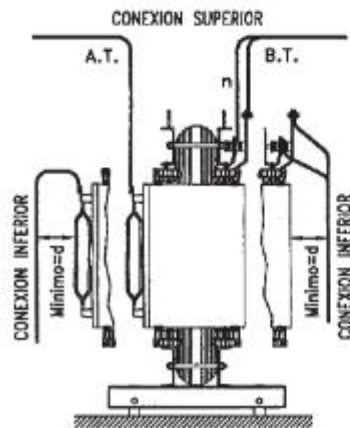
¹ Recomendamos la utilización de los pararrayos INAEL.

TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV.)				DISTANCIA MINIMA (mm.) * En el aire entre partes en Tension	
kV.	F.I.	Impulso		Tabla 1 D	Tabla 2 D
		Tabla 1	Tabla 2		
7,2	20	40	60	60 mm	90 mm
12	40	60	75	90 mm	110 mm
17,5	38	75	95	110 mm	170 mm
24	50	95	125	170 mm	210 mm
36	70	145	170	275 mm	280 mm



D= Distancia minima.

DISTANCIAS MINIMAS DE AISLAMIENTO Y REFRIGERACION



MODOS MAS USUALES DE CONEXION DE A.T. Y B.T.
Y DISTANCIAS MINIMAS DE AISLAMIENTO

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 34 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

PREVENCION DE RUIDOS

Al conectar inicialmente el transformador, comprobar que la posición de los conmutadores se corresponde con la tensión de servicio. (Ver anexo ,3, 4 y 5).

Aislar la base del transformador con un material antivibratorio adecuado.

Utilizar cables de Baja Tensión flexibles con soportes aislantes.

Conservar las distancias indicadas en el apartado anterior entre el transformador y los muros de la celda.

No colocar rejillas o protecciones sujetas a las partes metálicas del transformador.

PREVENCION DE SOBRECALENTAMIENTOS

El transformador debe trabajar como máximo con su corriente nominal. En caso de necesitar sobrecargarlo sin disminución de la vida prevista para el transformador deberá consultarse a **IMEFY** para la instalación de un sistema de ventilación adecuado a la sobrecarga que se desea obtener.

Separar el transformador de las paredes, de manera que pueda evacuar el calor con facilidad (ver **página 12**. Apartado protección contra descargas disruptivas).

Asegurar la ventilación adecuada del local, según las indicaciones que se detallan a continuación:

DETERMINACION DE LA ALTURA Y SUPERFICIE DE LOS ORIFICIOS DE VENTILACION

En el caso general de refrigeración natural (AN), la ventilación del local o de la envolvente metálica tiene por finalidad disipar, por convección natural, las calorías producidas por el transformador en funcionamiento.

Es necesario destacar que una circulación de aire limitada engendra una reducción de la potencia nominal del transformador como consecuencia de la temperatura en el mismo.

Una buena ventilación estará constituida por un orificio de entrada de aire fresco de sección E en la parte inferior del local, y por un orificio de salida de aire de sección S , situado en la parte superior de la pared opuesta del local, a una altura H del orificio de entrada.

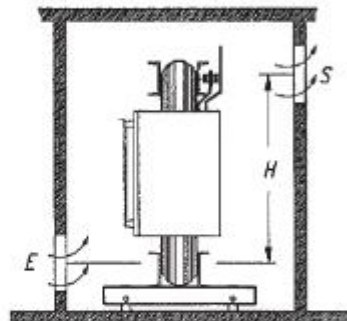
FORMULA DE CALCULO

$$E = \frac{P}{5'34 \bullet \sqrt{H}} \qquad S = 1'12 \bullet E$$

Dónde:

- P= Suma de pérdidas en vacío y perdidas debidas a la carga del transformador, expresadas en kW.
- E= Superficie del orificio de entrada de aire fresco, expresada en m.²
- S= Superficie del orificio de salida de aire, expresada en m.²
- H= Diferencia de altura entre los dos orificios, expresada en m.

Fórmula válida para una temperatura ambiente máxima de 40°C, y una altitud máxima de 1.000 m.s.n.m.



SECCION ESQUEMATICA
CELDA DE TRANSFORMADOR
-ENTRADA Y SALIDA DE AIRE-

PREVENCION DE ARMONICOS

Cuando se prevea la alimentación a equipos que puedan producir armónicos (como rectificadores, S.A.I., arrancadores de C.C., etc.), es conveniente

te conocer el valor de dichos armónicos, llegando a hacer una medición de ellos si fuera necesario. En virtud del valor de los armónicos, se determinará si estos equipos pueden alimentarse directamente del transformador o es necesario la instalación de algún filtro.

Remarcamos la importancia de los armónicos en los casos en que el transformador tenga baterías de condensadores para la corrección del factor de potencia, ya que es posible que llegaran a entrar en resonancia, con el peligro que eso conlleva.

En el caso de pedido de transformadores con la finalidad de alimentar a los equipos mencionados en el párrafo anterior, se deberán indicar las características técnicas de ellos, tales como armónicos, pulsos, etc., para construir el transformador de acuerdo con sus necesidades.

MANTENIMIENTO

(Una vez al año en ambientes normales)

Cuando se pretenda efectuar mantenimiento en un centro de transformación donde estén instalados transformadores **IMEFY** encapsulados en resina epoxi se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- 1.- Desconectar los interruptores de A.T. y B.T. Cortocircuitar los bornes del transformador y conectarlos a tierra.
 - 2.- Si el (los) transformador(es) que se prevean en el mantenimiento han estado trabajando con anterioridad y las bobinas de A.T. superan los 60°C, se evitará proyectar sobre ellas aire frío hasta que la temperatura no sea inferior a este valor.
 - 3.- Eliminar el polvo adherido a las superficies externas con un aspirador o bayeta seca. Soplar la parte interna del transformador con aire o nitrógeno secos (presión máxima 3kg/cm.²). Puede utilizarse una botella de nitrógeno en las condiciones normales de suministro. No utilizar aerosoles de limpieza para mantener la rigidez dieléctrica; es suficiente con que los transformadores estén limpios.
- Se realizará la revisión y apriete de tornillos, conexiones y puentes de cambio de tensión, según las tablas siguientes:

TABLAS DE APRIETE

TORNILLOS DE LATON			TORNILLOS DE ACERO			TORNILLOS DE ALUMINIO
ROSCA	kg/m.	N/m.	ROSCA	kg/m.	N/m.	N/m.
M6	0,4-0'6	4-6	M6	0,5-1	5-10	6-8
M8	1,5-2	15-20	M8	2,5-3	25-30	15-20
M10	2,5-3	25-30	M10	4-4'5	40-45	
M12*	3,5-4	35-40	M12	5,5-6	55-60	
M16	6,5-7	65-70	M16	9,5-10	95-100	

* Conexiones del triangulo M12. Acero sobre latón 35-40 N/m, 3,5-4 Kg/cm².
Tacos de apoyo bobina-viga M12, 10-15 N/m., 1-1,5 Kg/m.

— Se comprobará el buen funcionamiento del dispositivo de protección térmica, verificando con un medidor de continuidad el buen estado de las sondas de alarma y disparo. También se comprobará el correcto funcionamiento del equipo de control de temperatura, que a su vez está conectado a las sondas PT100. Si el equipo de control de temperatura mostrara indicaciones anormales, se consultará con **IMEFY** o su representante.

— Se revisará el estado de la pintura, verificando la ausencia de desconchados, así como puntos de óxido, tanto en el núcleo como en las armaduras metálicas; si existieran, se lijará la parte afectada hasta conseguir el blanco metal, y posteriormente se procederá a su repintado con pintura antioxidante, sobre la cual se aplicará una mano de pintura color RAL 6011.

La frecuencia de las revisiones depende de las condiciones ambientales y de funcionamiento. En locales contaminados por el polvo o humos industriales, realizar el mantenimiento dos o más veces al año.

El mantenimiento de las placas filtrantes se efectuará periódicamente, dependiendo de las condiciones ambientales del lugar donde esté situado el Centro de Transformación, evitando la obstrucción de éstas, lo cual supondría reducir el caudal de aire necesario para la refrigeración del transformador. Esto puede conseguirse limpiando las placas y a continuación soplandolas con aire seco a presión.

PROTECCION DE TRANSFORMADORES

TABLA DE ELECCION DE FUSIBLES Y RELES

Potencia de los transformadores (kVA.)	TENSION NOMINAL (kV.)																	
	6-7'2		10-12		15-17'5		20-24		25-28		30-36							
	INTENSIDAD DE LOS TRANSFORMADORES (A.)																	
50	4'8	4	12'5	2,9	2	10	1'92	1'6	6	1'4	0'64	6	1'15	0'64	4	1	0'64	4
75	7'2	7	16	4'3	4	12'5	2'9	3	8	2'1	2	8	1'73	1'6	6	1'4	0'64	6
100	9'6	7	20	5'8	5	16	3'8	3	10	2'9	2	8	2'3	2	8	1'9	1'6	6
125	12	10	25	7'2	7	16	4'8	4	12'5	3'6	3	10	2'9	2	8	2'4	2	8
160	15'4	10	32	9'2	7	20	6'1	5	16	4'6	4	12'5	3'7	3	10	3'1	2	8
200	19'2	15	40	11'5	10	25	7'7	7	16	5'8	5	16	4'6	4	12'5	3'8	3	10
250	24	20	50	14'4	15	32	9'6	10	20	7'2	7	16	5'7	5	12'5	4'8	4	12'5
315	30	25	63	18'2	15	40	12'1	10	25	9'1	7	20	7'3	7	16	6	5	16
400	38	30	80	23	20	50	15'4	15	32	11'5	10	25	9'2	7	20	7'7	7	20
500	48	40	100	28'9	25	63	19'2	15	40	14'4	10	32	11'5	10	25	9'6	7	20
630	60	50	125	36'4	30	80	24'2	20	50	18'2	15	40	14'5	10	32	12'1	10	25
800	77	70	160	46'2	40	100	30'8	30	63	23'1	20	50	18'5	15	40	15'4	10	32
1000	96	90	200	57'8	50	125	38'5	30	80	28'9	25	63	23'1	20	50	19'2	15	40
1250				72'2	70	160	48	40	100	36'1	30	80	28'9	25	63	24	15	50
1600							61	60	125	46'2	40	100	37	30	80	30'8	25	63
2000										57'8	50	125	46'2	40	100	38'5	30	80
2500													57'7	50	125	48'1	40	100

Nota: Para potencias superiores consultar con el fabricante la elección de fusibles y relés.

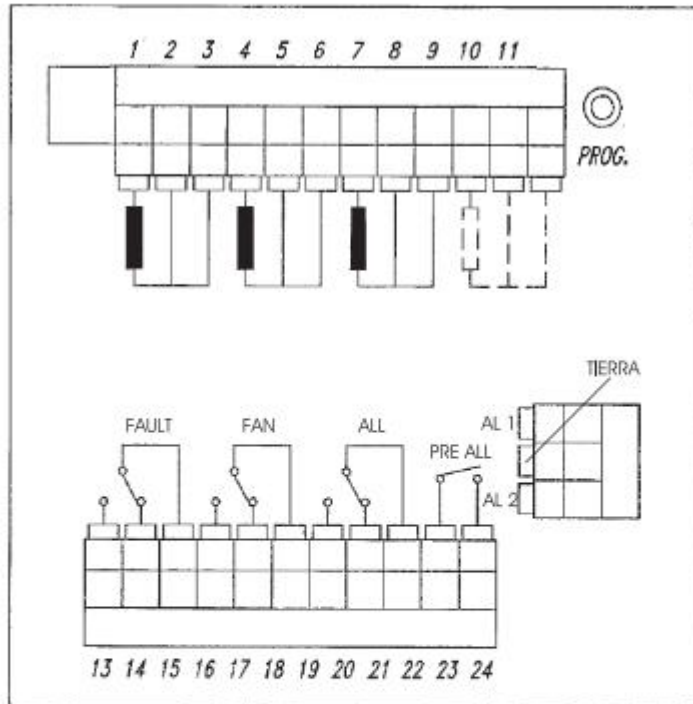
En la confección de las tablas de fusibles que recomendamos para la protección de transformadores, nos hemos basado tanto en estudios técnicos como en los casos prácticos de utilización, y son válidos cuando las temperaturas ambientales en el lugar de la instalación estén comprendidas entre -10° y 40°C.

VISADO TF29086/00
 FECHA 21-02-2019
 Pag. 39 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 40 de 305

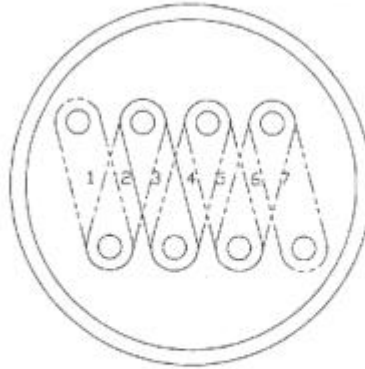
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



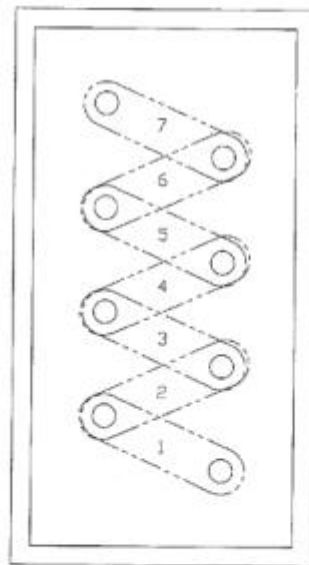
**CONEXIONES CENTRALITA DE CONTROL DE TEMPERATURA
(3 ó 4 SONDAS TIPO Pt100)**

ANEXO 3

PARA DEVANADO DE A.T. EN COBRE



PARA DEVANADO DE A.T. EN ALUMINIO



NOTA:
EL DIBUJO CORRESPONDE AL NÚMERO DE POSICIONES MÁXIMAS,
PERO PUEDE EXISTIR UN NÚMERO DE POSICIONES MENOR.

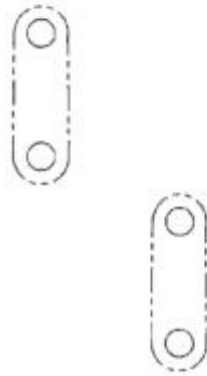
CONMUTADOR DE REGULACION DE TENSION

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 41 de 305

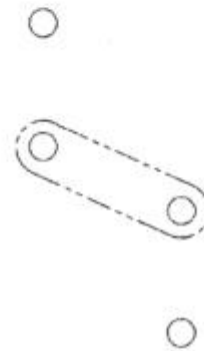
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

ANEXO 4

CONEXIÓN 10 kV.



CONEXIÓN 20 kV.



CONMUTADOR DE CAMBIO DE TENSION TIPO "A213"

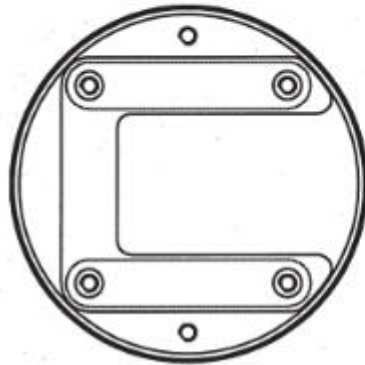
(20-10 kV.)

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 42 de 305

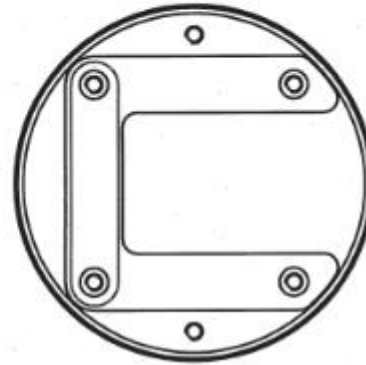
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



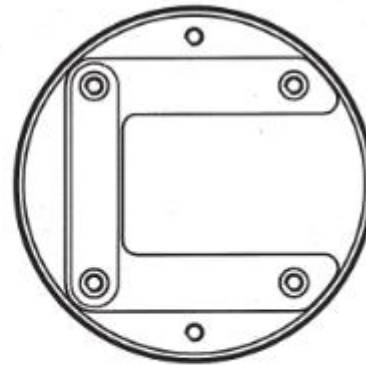
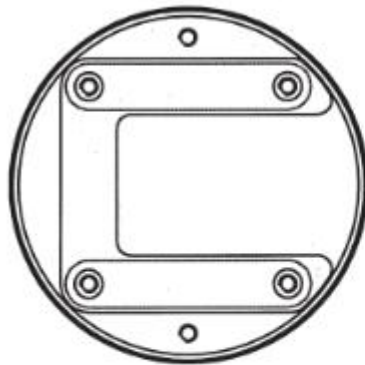
ANEXO 5



CONEXIÓN PARA LA TENSIÓN MENOR



CONEXIÓN PARA LA TENSIÓN MAYOR



CONMUTADOR DE CAMBIO DE TENSION TIPO "A22"

(20-15, 25-20, 15-10, 20-13,2 kV.)

10.7.2.2 Puente de MT

Intensidad de Media Tensión

El puente de MT se realizará con cable de cobre RHZ1 3x(1x150)mm² de aislamiento 12/20kV.

La intensidad máxima de paso por el devanado primario de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p \times \frac{P}{\sqrt{3} | U_p}$$

donde:

P = Potencia del transformador [kVA]

Up = Tensión primaria [kV]

Ip = Intensidad primaria [A]

En nuestro caso, el transformador tiene una potencia de 1250 kVA y la tensión de su devanado primario es de 15 kV, por lo que:

$$I_p \times \frac{1250000VA}{\sqrt{3} | 15000V} \times 48,11A$$

$$I_p = 48,11 A$$

Este puente deberá soportar, en el peor de los casos una intensidad de 48,11A. La línea tiene una intensidad admisible de 135A, por lo que puede soportar la intensidad demandada por la instalación y estar protegida por el fusible de la celda de protección de MT (100A).

Intensidad de Cortocircuito de Media Tensión

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito normalmente se tiene en cuenta la potencia de cortocircuito de la red pública de Media Tensión, cuyo valor será facilitado por la compañía suministradora. En este caso, aunque la instalación no está conectada a la red pública, se tomará en cuenta el valor de cortocircuito de la red.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en Alta Tensión, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} \times \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} | U_p}$$

donde:

Scc = Potencia de cortocircuito de la red [MVA]

Up = Tensión de servicio del primario [kV]

Iccp = Corriente de cortocircuito [kA]

Sabiendo que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 15 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} \times \frac{500000000VA}{\sqrt{3} | 15000V} \times 19245A$$

$$I_{ccp} = 20 kA$$

El fusible es apto para la protección contra cortocircuitos, ya que su poder de corte es superior a 20kA.

Conexiones

Los cables de salida, así como los de unión de la celda de protección con el transformador se realizará mediante bornas enchufables normalizados en el caso de las celdas de línea y con conos y bornas enchufables en el caso de la celda de protección.

10.7.2.3 Celdas de Media Tensión. Características comunes

Las Celdas a utilizar en la instalación serán Celdas tipo 8DJH, aisladas en gas, para redes de distribución secundaria hasta 24 kV de la casa comercial Siemens.

Se instalará:

- Una Celda 8DJH-KT, que es una celda con función de protección del transformador mediante fusibles
- Una Celda 8DJH-KL, que es una celda de salida a cables (línea)

CARACTERÍSTICAS

Independencia del medio ambiente

Las cubas de acero inoxidable soldadas herméticamente así como el aislamiento sólido unipolar hacen que las piezas del circuito primario bajo alta tensión en las celdas 8DJH:

- Sean insensibles ante ciertas condiciones ambientales agresivas, tales como
 - aire salino
 - humedad del aire
 - polvo
 - condensación
- Estén protegidas contra la penetración de cuerpos extraños, tales como
 - polvo
 - contaminación
 - animales pequeños
 - humedad.

Diseño compacto

Al emplear un aislamiento de SF6 se obtienen dimensiones compactas. De este modo:

- Se pueden usar salas eléctricas y locales de subestaciones de forma eficaz
- Las construcciones nuevas son más económicas
- Las superficies en centros urbanos se utilizan de forma económica.

Diseño libre de mantenimiento

Las cubas de las celdas diseñadas como sistema de presión sellado (sealed pressure system), los dispositivos de maniobra libres de mantenimiento y los conectores de cables encapsulados proporcionan:

- Máxima seguridad de suministro
- Seguridad del personal
- Estanquidad de por vida según IEC 62271-200 (sistema de presión sellado)

- Montaje, servicio, ampliación, sustitución sin trabajos de gas SF
- Gastos de servicio reducidos
- Inversión económica
- Omisión de ciclos de mantenimiento.

Innovación

El empleo de sistemas secundarios digitales y equipos de protección y mando combinados proporciona:

- Una clara integración en sistemas de control de proceso,
- Ajustes flexibles y sencillísimos a nuevos estados de las celdas y, de este modo, a un servicio económico.

Vida útil

Bajo condiciones de servicio normales, la vida útil esperada para las celdas aisladas en gas 8DJH, considerando la estanquidad de la cuba de la celda soldada herméticamente, es de 35 años como mínimo, probablemente hasta 40 ó 50 años. La vida útil queda limitada por los dispositivos de maniobra utilizados al alcanzar éstos su máximo número de ciclos de maniobra:

- Para interruptores de potencia, según la clase de endurancia definida en IEC 62271-100
- Para seccionadores de tres posiciones y seccionadores de puesta a tierra, según la clase de endurancia definida en IEC 62271-102
- Para interruptores-seccionadores de tres posiciones y seccionadores de puesta a tierra, según la clase de endurancia definida en IEC 62271-103.

SEGURIDAD

Seguridad personal

- Envoltente primaria sellada y protegida contra contactos directos
- Grado de protección estándar IP 65 para todas las partes del circuito primario bajo alta tensión; IP 2X como mínimo para la envoltente de las celdas según IEC 60529 y VDE 0470-1
- Las terminaciones de cables, embarrados y transformadores de tensión llevan envolturas con capas puestas a tierra. Todas las partes bajo alta tensión incluyendo terminaciones de cables, embarrados y transformadores de tensión tienen una envoltente metálica
- Mecanismos de funcionamiento y contactos auxiliares accesibles sin peligro fuera de la envoltente primaria (cuba de la celda)
- Alta protección contra arcos internos mediante enclavamientos lógicos y envoltente ensayada de las celdas
- Celdas con ensayos de arco interno hasta 21 kA
- Sistema detector de tensión capacitivo para verificar la ausencia de tensión
- Maniobra sólo posible con la envoltente cerrada debido al sistema
- Protección contra maniobras incorrectas mediante enclavamientos lógicos mecánicos
- Fusibles ACR y terminaciones de cables sólo accesibles si están puestas a tierra las derivaciones
- Puesta a tierra de derivaciones mediante seccionadores de puesta a tierra con capacidad de cierre.

Seguridad de servicio

- Envoltente primaria sellada que aísla de los efectos ambientales (contaminación, humedad y animales pequeños)

- Cubas de las celdas soldadas, selladas de por vida
- Libres de mantenimiento para clima de interiores (IEC 62271-1 y VDE 0671-1)
- Mecanismos de interruptores accesibles fuera de la envolvente primaria (cuba de la celda)
- Transformadores de tensión inductivos con recubrimiento metálico y enchufables, ubicados fuera de la cuba de gas SF6
- Transformadores de corriente de tipo toroidal ubicados fuera de la cuba de gas SF6
- Protección total contra maniobras incorrectas con enclavamientos lógicos
- Indicadores de posición mecánicos integrados en el diagrama mímico
- Carga mínima de incendio
- Opción: Resistencia a los terremotos.

Fiabilidad

- Con ensayos de tipo e individuales
- Procesos de fabricación estandarizados con control numérico
- Aseguramiento de la calidad según DIN EN ISO 9001

Generalidades

- Envolvente primaria tripolar, metálica
- Cuba de acero inoxidable soldada, sin juntas, con pasatapas soldados para las conexiones eléctricas y los componentes mecánicos
- Gas aislante SF6
- Componentes libres de mantenimiento bajo condiciones normales de servicio según IEC 62271-1 y VDE 0671-1
- Interruptor-seccionador de tres posiciones con función de seccionamiento bajo carga y función de puesta a tierra con capacidad de cierre
- Interruptor de potencia al vacío
- Conexión de cables con sistema enchufable de cono exterior
 - en funciones de línea y funciones con interruptor de potencia con contacto atornillado (M16)
 - en funciones de protección de transformador con contacto enchufable u opcionalmente con contacto atornillado (M16)
- Montaje junto a la pared o libre
- Alivio de presión hacia abajo, opcionalmente hacia atrás, o hacia arriba a través de sistemas de absorción de presión.

Enclavamientos

- Según IEC 62271-200 y VDE 0671-200
- Protección contra maniobras incorrectas mediante enclavamientos lógicos mecánicos
- Los enclavamientos lógicos mecánicos y las características constructivas de los interruptores de tres posiciones impiden maniobras incorrectas y el acceso a la conexión de cables de las derivaciones y a los fusibles ACR bajo tensión
 - Protección contra maniobras inadmisibles e indeseadas de las celdas posible mediante dispositivos de inmovilización

Diseño modular

- Es posible cualquier alineación y ampliación de celdas individuales y bloques de celdas – sin trabajos locales de gas
- Compartimento de baja tensión suministrable en 4 alturas constructivas, cableado con la celda a través de conectores enchufables.

Transformadores de medida

- Transformadores de corriente sin solicitaciones dieléctricas
- Transformadores de corriente de tipo toroidal sustituibles sin problemas
- Transformadores de tensión con recubrimiento metálico, enchufables.

Interruptor de potencia al vacío

- Libre de mantenimiento bajo condiciones normales de servicio según IEC 62271-1 y VDE 0671-1
- Sin reengrases ni reajustes
- Hasta 10.000 ciclos de maniobra
- Estanco al vacío de por vida.

Sistemas secundarios

- Equipos de protección, medida y mando comerciales
- Opción: Relé digital de protección multifuncional con funciones de protección, mando, comunicación, servicio y control integradas
- Integrables en sistemas de control de proceso.

CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO

Clase de separación	PM (partition of metal = separación metálica)
Categoría de pérdida de continuidad de servicio para celdas o bloques de celdas	
– con fusibles ACR (T, H)	LSC 2
– sin fusibles ACR (R, L, ...)	LSC 2
Celda de medida de facturación M, Celda de cables K	LSC 1
Accesibilidad a compartimentos (envolvente)	
– Compartimento de embarrado	– No accesible
– Compartimento de dispositivo de maniobra	– No accesible
– Compartimento de baja tensión (opción)	– Controlado mediante herramientas
– Compartimento de cables para celdas o bloques de celdas	
– con fusibles ACR (T)	– Controlado con enclavamiento
– sin fusibles ACR (R, L, ...)	– Controlado con enclavamiento
– sólo salida a cables (K)	– Controlado mediante herramientas
– en celdas de medida (aisladas en aire) (M)	– Controlado mediante herramientas

DATOS ELÉCTRICOS

Nivel de aislamiento asignado		Tensión asignada U_T	kV	7,2	12	15	17,5	24
		Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial U_d						
		- fase/fase, fase/tierra, distancia entre contactos abierta	kV	20	28/42 ¹⁾	36	38	50
		- a través de la distancia de seccionamiento	kV	23	32/48 ¹⁾	39	45	60
		Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo U_p						
		- fase/fase, fase/tierra, distancia entre contactos abierta	kV	60	75	95	95	125
		- a través de la distancia de seccionamiento	kV	70	85	110	110	145
Frecuencia asignada f_r			Hz	50/60				
Corriente asignada en servicio continuo I_r ²⁾		para funciones de línea	A	400 ó 630				
		para el embarrado	A	630				
		para funciones con interruptor de potencia	A	250 ó 630				
		para funciones de protección de transformador	A	200 ³⁾				
50 Hz	Corriente admisible asignada de corta duración I_k	para celdas con $t_k = 1$ s	hasta kA	25	25	25	25	20
		para celdas con $t_k = 3$ s (opción de diseño)	hasta kA	20				
	Valor de cresta de la corriente admisible asignada I_p	para funciones de línea	hasta kA	63	63	63	63	50
		para funciones con interruptor de potencia	hasta kA	63	63	63	63	50
Corriente asignada de cierre en cortocircuito I_{ma}	para funciones de protección de transformador	hasta kA	63	63	63	63	50	
60 Hz	Corriente admisible asignada de corta duración I_k	para celdas con $t_k = 1$ s	hasta kA	25	25	25	25	21
		para celdas con $t_k = 3$ s (opción de diseño)	hasta kA	21				
	Valor de cresta de la corriente admisible asignada I_p	para funciones de línea	hasta kA	65	65	65	65	55
		para funciones con interruptor de potencia	hasta kA	65	65	65	65	55
Corriente asignada de cierre en cortocircuito I_{ma}	para funciones de protección de transformador	kA	65	65	65	65	55	
Presión de llenado (valores de presión a 20 °C)		Nivel de llenado asignado p_{re} (valor absoluto)	kPa	150				
		Presión funcional mínima p_{me} (valor absoluto)	kPa	130				
Temperatura del aire ambiente T		sin equipos secundarios	°C	-25/-40 ¹⁾ hasta +55/+70 ¹⁾				
		con equipos secundarios	°C	-25/-40 ^{1,4)} hasta +55/+70 ^{1,4)}				
		para almacenamiento/transporte inclusive sistemas secundarios	°C	-40 hasta +70				
Grado de protección		para la cuba de la celda llena de gas	IP65					
		para la envolvente de las celdas	IP2X/IP3X ¹⁾					
		para el compartimento de baja tensión	IP3X/IP4X ¹⁾					

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 49 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Datos eléctricos (valores máximos) y dimensiones

Tensión asignada	kV	7,2	12	15	17,5	24
Frecuencia asignada	Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	kV	20 ¹⁾	28 ²⁾	36	38	50
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	kV	60 ¹⁾	75 ²⁾	95	95	125
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	kA	63	63	63	63	50
Corriente asignada de cierre en cortocircuito	kA	63	63	63	63	50
Corriente admisible asignada de corta duración 3 s	kA	20	20	20	20	20
Corriente admisible asignada de corta duración 1 s	kA	25	25	25	25	20
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	A	630	630	630	630	630
Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones	A	200/250/400/630 ³⁾ →				
Ancho (funciones)	mm	310/430/500 ³⁾ →				
Profundidad – sin canal de alivio de presión	mm	775	775	775	775	775
– con canal de alivio de presión	mm	890	890	890	890	890
Altura sin compartimento de baja tensión ni canal de alivio de presión	mm	opcionalmente 1040/1200/1400/1700				

- 1) 32 kV/60 kV según algunos requisitos nacionales
- 2) 42 kV/75 kV según algunos requisitos nacionales
- 3) Según la función de derivación y las características de equipamiento seleccionadas

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 50 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

CAPACIDAD DE MANIOBRA Y CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MANIOBRA

Interruptor-seccionador de tres posiciones

Capacidad de maniobra para interruptores de uso general según IEC/EN 62271-103 (antes: IEC/EN 60265-1/VDE 0670-301)

Tensión asignada U_r		kV	7,2	12	15	17,5	24
Secuencia de ensayo TD_{load}	Corriente asignada de corte de carga principalmente activa I_{load}	100 operaciones $I_{load} [I_1]$	A 630				
		20 operaciones $0,05 I_{load} [I_1]$	A 31,5				
Secuencia de ensayo TD_{loop}	Corriente asignada de corte de bucle cerrado $I_{loop} [I_{2a}]$		A 630				
Secuencia de ensayo TD_{cc}	Corriente asignada de corte de cables en vacío $I_{cc} [I_{4a}]$		A 68				
Secuencia de ensayo TD_{lc}	Corriente asignada de corte de líneas en vacío $I_{lc} [I_{4b}]$		A 68				
Secuencia de ensayo TD_{ma}	Corriente asignada de cierre en cortocircuito I_{ma}	50 Hz hasta kA	63	63	63	63	50
		60 Hz hasta kA	65	65	65	65	55
Secuencia de ensayo TD_{ef1}	Corriente asignada de corte en caso de defecto a tierra $I_{ef1} [I_{6a}]$		A 200				
Secuencia de ensayo TD_{ef2}	Corriente asignada de corte de cables y de líneas en vacío en caso de defecto a tierra $I_{ef2} [I_{6b} (\sqrt{3} \cdot I_{4a}) \text{ ó } I_{6b} (\sqrt{3} \cdot I_{4b})]$		A 115				
Número de ciclos de maniobra mecánicos / Clasificación			n 1000 / M1				
Número de ciclos de maniobra eléctricos con I_{load} / Clasificación			n 100 / E3				
Número de operaciones de cierre en cortocircuito con I_{ma} / Clasificación			n 5 / E3	5 / E3	5 / E3	5 / E3	5 / E3
Clasificación C para interruptores multiuso (sin recebados, TD: I_{cc} , I_{lc})			C2	C2	C2	C2	C2

Capacidad de maniobra para seccionador de puesta a tierra con capacidad de cierre según IEC/EN 62271-102/VDE 0671-102

Corriente asignada de cierre en cortocircuito I_{ma}	50 Hz hasta kA	63	63	63	63	50
	60 Hz hasta kA	65	65	65	65	55
Número de ciclos de maniobra mecánicos / Clasificación		n 1000 / M0				
Número de operaciones de cierre en cortocircuito		n 5				
Clasificación		E2				

Combinado interruptor-seccionador/fusibles

Capacidad de maniobra para combinado interruptor-seccionador/fusibles según IEC/EN 62271-105/VDE 0671-105

Corriente asignada en servicio continuo	A 200 ¹⁾				
Corriente asignada de transferencia $I_{transfer}$	A 1500	1500	1300	1300	1300

Capacidad de maniobra para seccionador de puesta a tierra con capacidad de cierre, en el lado de la salida, en la función de protección de transformador con fusibles ACR

Corriente asignada de cierre en cortocircuito I_{ma}	50 Hz kA	5			
	60 Hz kA	5,2			
Corriente admisible asignada de corta duración I_k con $t_k = 1$ s		kA 2			

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 51 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Interruptor-seccionador de tres posiciones

Características

- Posiciones:
CERRADO – ABIERTO – A TIERRA
- Funciones de maniobra como interruptor-seccionador de uso general (clase 3) según
 - IEC/EN 62271-103/VDE 0671-103
 - IEC/EN 62271-102/VDE 0671-102
- Ejecución como interruptor de tres posiciones con las funciones de
 - interruptor-seccionador y
 - seccionador de puesta a tierra con capacidad de cierre
- Accionamiento a través de pasatapas giratorio soldado herméticamente al gas en la placa frontal de la cuba
- Elemento de contacto independiente del clima dentro de la cuba llena de gas
- Libre de mantenimiento para interiores según IEC/EN 62271-1/VDE 0671-1
- Equipamiento secundario individual.

Funcionamiento

El eje de accionamiento forma una unidad con las tres cuchillas de contacto. Debido a la disposición de los contactos fijos (tierra – embarrado), no es necesario enclavar recíprocamente las funciones de CIERRE y PUESTA A TIERRA.

Operación de cierre

Durante la operación de cierre, el eje de accionamiento se mueve de la posición "ABIERTO" a la posición "CERRADO" conjuntamente con las cuchillas de contacto móviles.

La fuerza del mecanismo a resorte asegura una alta velocidad de cierre, independiente del operador, y una conexión segura del circuito primario.

Operación de apertura

Durante la operación de apertura, el sistema de supresión de arco hace girar el arco. Este movimiento de rotación evita que se forme una raíz de arco en un punto fijo.

La distancia de seccionamiento en gas establecida después de la operación de apertura cumple las condiciones para distancias de seccionamiento según

– IEC/EN 62271-102/VDE 0671-102

e

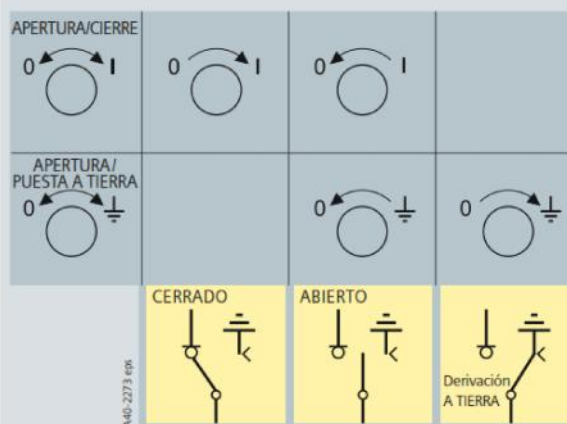
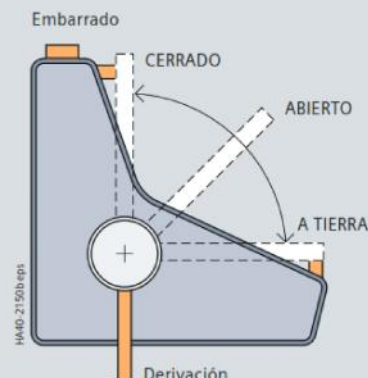
– IEC/EN 62271-1/VDE 0671-1.

Como consecuencia de la rotación del arco producida por el sistema de supresión de arco se cortan con seguridad tanto corrientes de carga como pequeñas corrientes en vacío.

Operación de puesta a tierra

La operación de PUESTA A TIERRA se realiza cambiando de la posición "ABIERTO" a la posición "A TIERRA".

Interruptor-seccionador de tres posiciones



Mecanismos de funcionamiento para interruptores de tres posiciones

Características

- Endurancia mecánica de más de 1000 ciclos de maniobra
- Las piezas sometidas a esfuerzos mecánicos son de materiales inoxidables
- Accionamiento manual mediante una palanca de maniobra encajable
- Opción: Accionamiento motorizado
- El panel de mando con una corredera de maniobra recortada correspondientemente impide maniobrar el interruptor-seccionador de tres posiciones directamente de la posición de "CERRADO" a la posición de "A TIERRA" pasando por la de "ABIERTO"
- A través de dos aberturas de mando separadas se selecciona inequívocamente o bien la función de SECCIONAMIENTO o bien la de PUESTA A TIERRA
- Accionamiento mediante movimiento giratorio, dirección de accionamiento según IEC/EN 60447/VDE 0196 (recomendación FNN, antes recomendación VDN/VDEW).

Mecanismo a resorte

Los movimientos del interruptor ocurren con independencia de la velocidad de accionamiento.

Mecanismo a resorte / con acumulación de energía

Los movimientos del interruptor ocurren con independencia de la velocidad de accionamiento.

Durante el proceso de tensado se tensan los resortes de cierre y de apertura. De este modo se asegura que el combinado interruptor-seccionador / fusibles también sea capaz de desconectar cualquier tipo de defecto durante la operación de cierre.

Las operaciones de CIERRE y APERTURA se realizan a través de pulsadores, siendo así iguales que para el accionamiento de los mecanismos de funcionamiento de los interruptores de potencia.

Para el disparo por un fusible ACR que se funda o a través de un disparador shunt de apertura (disparador f) se dispone de un acumulador de energía.

Después del disparo, en el indicador de posición aparece una barra roja.

Asignación del tipo de mecanismo del interruptor de tres posiciones a los tipos de celdas

Tipo de celda	R, S, L, V, M(500)		T, H, M(430)	
Función	Interruptor-seccionador (R, S) Seccionador (L, V, M(500))	Seccionador de puesta a tierra	Interruptor-seccionador (T, H) Seccionador M(430)	Seccionador de puesta a tierra
Tipo de mecanismo	A resorte	A resorte	Con acumulación de energía	A resorte
Accionamiento	Manual Motorizado (opción)	Manual	Manual Motorizado (opción)	Manual

Leyenda:

- R = Función de línea
- S = Celda de seccionamiento longitudinal del embarrado con interruptor-seccionador
- L = Función con interruptor de potencia
- T = Función de protección de transformador
- H = Celda de seccionamiento longitudinal del embarrado con combinado interruptor fusibles
- V = Celda de acomplamiento longitudinal del embarrado
- M(430)/M(500) = Celda de medida de tensión del embarrado

Interruptor de potencia al vacío

Capacidad de maniobra según IEC/EN 62271-100/VDE 0671-100

Tipo 1.1 con seccionador de tres posiciones

Tensión asignada U_r		kV	7,2	12	15	17,5	24
Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones I_r		A	630				
50 Hz	Corriente admisible asignada para celdas con $t_k = 1$ s	hasta kA	25	25	25	25	20
	de corta duración I_k para celdas con $t_k = 3$ s	hasta kA	20				
	Valor de cresta de la corriente admisible asignada I_p	hasta kA	63	63	63	63	50
	Corriente asignada de corte en cortocircuito I_{sc}	hasta kA	25	25	25	25	20
	Corriente asignada de cierre en cortocircuito I_{ma}	hasta kA	63	63	63	63	50
60 Hz	Corriente admisible asignada para celdas con $t_k = 1$ s	hasta kA	25	25	25	25	21
	de corta duración I_k para celdas con $t_k = 3$ s	hasta kA	21				
	Valor de cresta de la corriente admisible asignada I_p	hasta kA	65	65	65	65	55
	Corriente asignada de corte en cortocircuito I_{sc}	hasta kA	25	25	25	25	21
	Corriente asignada de cierre en cortocircuito I_{ma}	hasta kA	65	65	65	65	55
Número de ciclos de maniobra mecánicos para seccionador	n	1000					
Número de ciclos de maniobra mecánicos para seccionador de puesta a tierra	n	1000					
Número de ciclos de maniobra mecánicos para interruptor de potencia	n	10.000					
Clasificación para interruptor de potencia		M2, E2, C2, S2					
Clasificación para seccionador		M0					
Clasificación para seccionador de puesta a tierra con capacidad de cierre		E2					
Secuencia de maniobras asignada		O - 0,3 s - CO - 3 min - CO					
		O - 0,3 s - CO - 15 s - CO bajo consulta					
Número de operaciones de corte en cortocircuito	n	25 ó 50					

Tipo 2 con seccionador de tres posiciones

Tensión asignada U_r		kV	7,2	12	15	17,5	24
Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones I_r		A	250 A ó 630 A				
50 Hz	Corriente admisible asignada para celdas con $t_k = 1$ s	hasta kA	20				
	de corta duración I_k para celdas con $t_k = 3$ s	hasta kA	20				
	Valor de cresta de la corriente admisible asignada I_p	hasta kA	50				
	Corriente asignada de corte en cortocircuito I_{sc}	hasta kA	20				
	Corriente asignada de cierre en cortocircuito I_{ma}	hasta kA	50				
60 Hz	Corriente admisible asignada para celdas con $t_k = 1$ s	hasta kA	25	25	25	25	20
	de corta duración I_k para celdas con $t_k = 3$ s	hasta kA	21				
	Valor de cresta de la corriente admisible asignada I_p	hasta kA	65	65	65	65	55
	Corriente asignada de corte en cortocircuito I_{sc}	hasta kA	25	25	25	25	21
	Corriente asignada de cierre en cortocircuito I_{ma}	hasta kA	65	65	65	65	55
Número de ciclos de maniobra mecánicos para seccionador	n	1000					
Número de ciclos de maniobra mecánicos para seccionador de puesta a tierra	n	1000					
Número de ciclos de maniobra mecánicos para interruptor de potencia	n	2000					
Clasificación para interruptor de potencia		M1, E2, C1, S1					
Clasificación para seccionador		M0					
Clasificación para seccionador de puesta a tierra con capacidad de cierre		E2					
Secuencia de maniobras asignada		O - 3 min - CO - 3 min - CO					
Número de operaciones de corte en cortocircuito	n	6 ó 20					

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 54 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Interruptor de potencia al vacío

Características

- El interruptor de potencia al vacío consta de una unidad de maniobra al vacío ubicada en la cuba, con un seccionador de tres posiciones integrado y los mecanismos de funcionamiento correspondientes.
- Según IEC/EN 62271-100/VDE 0671-100
- Integrado en la cuba soldada herméticamente de conformidad con el sistema
- Polos del interruptor al vacío independientes del clima dentro de la cuba llena de gas
- Mecanismo de funcionamiento situado fuera de la cuba en el mecanismo de funcionamiento frontal
- Libre de mantenimiento para interiores según IEC/EN 62271-1/VDE 0671-1
- Equipamiento secundario individual.

Funcionamiento del mecanismo

El resorte de cierre se tensa con la palanca de maniobra suministrada o la manivela o el motor (opción) hasta que se indique el engatillamiento del resorte de cierre (indicación de "resorte tensado"). A continuación, el interruptor de potencia al vacío se puede cerrar a mano o por vía eléctrica.

En mecanismos con reenganche automático (AR), el resorte de cierre se puede volver a tensar a mano o automáticamente en caso de mecanismo motorizado. De este modo se dispone de nuevo de la "posibilidad de cierre".

Mecanismo de funcionamiento

El mecanismo asignado a una función con interruptor de potencia consta de los componentes siguientes:

- Mecanismo de funcionamiento para el interruptor de potencia
- Mecanismo de funcionamiento para el seccionador de tres posiciones
- Mecanismo motorizado (opcional)
- Indicadores de posición
- Pulsadores de CIERRE y APERTURA del interruptor de potencia
- Enclavamiento del interruptor de potencia hacia el seccionador.

Asignación del tipo de mecanismo

Tipo de celda	L, V		
Función	Interruptor de potencia	Seccionador de tres posiciones	
		Seccionador	Seccionador de puesta a tierra
Tipo	Con acumulación de energía	A resorte	A resorte
Accionamiento	Manual/motor	Manual/motor	Manual

Disparo libre (trip-free)

Los interruptores de potencia al vacío disponen de un mecanismo de disparo libre (trip-free) según IEC/EN 62271-100/VDE 0671-100. Si se emite una orden de apertura después de haber iniciado la maniobra de cierre, los contactos móviles vuelven a la posición abierta y permanecen allí aunque se mantenga la orden de cierre. Durante este proceso, los contactos de los interruptores al vacío alcanzan brevemente la posición cerrada, lo cual es permisible según la norma citada arriba.

Interruptores de potencia

Interruptor de potencia	Tipo 1.1	Tipo 2
Corriente de corte en cortocircuito	hasta 17,5 kV/25 kA ó 24 kV/21 kA	hasta 17,5 kV/25 kA ó 24 kV/21 kA
Secuencia de maniobras asignada		
O - 0,3 s - CO - 3 min - CO	•	-
O - 0,3 s - CO - 15 s - CO	bajo consulta	-
O - 3 min - CO - 3 min - CO	-	•
Número de operaciones de corte I_T	10.000	2000
Operaciones de corte en cortocircuito I_{SC}	hasta 50	hasta 20
en celda individual	430 mm •	•
500 mm •	•	•
en bloque de celdas	430 mm •	•

Aclaraciones:

- Opción de diseño
- No disponible

Equipamiento secundario de los interruptores de potencia al vacío

Mecanismo motorizado

Tensiones de mando para mecanismos motorizados:

- 24, 48, 60, 110, 220 V c.c.
- 110 y 230 V c.a., 50/60 Hz.

Para otros valores, consultar.

Potencia de motor para el mecanismo del interruptor de potencia tipo 1.1 con

24 V hasta 220 V c.c.: máximo 500 W
110 V y 230 V c.a.: máximo 650 VA.

Potencia de motor para el mecanismo del seccionador y del interruptor de potencia tipo 2 con

c.c.: máximo 80 W
c.a.: máximo 80 VA.

Componentes secundarios

El alcance del equipamiento secundario del interruptor de potencia al vacío depende del caso de aplicación y ofrece muchas posibilidades de variación para cumplir casi todas las exigencias.

Solenoides de cierre

- Para maniobras de cierre eléctricas.

Disparador shunt de apertura

- Bobina magnética para disparo por relé de protección o accionamiento eléctrico.

Disparador excitado por transformador

- Para un impulso de disparo de 0,1 Ws con sistemas de protección adecuados, p.ej. sistema de protección 7SJ45 ó marca Woodward/SEG tipo WIC; para otros tipos, consultar
- Se utiliza cuando falta tensión auxiliar externa, disparo por relé de protección.

Disparador magnético de baja energía

- Para un impulso de disparo de 0,02 Ws, disparo a través de monitor de transformador (IKI-30).

Disparador de mínima tensión

- Compuesto por:
 - Acumulador de energía y dispositivo de desengatillamiento
 - Sistema de electroimanes que está conectado permanentemente a la tensión cuando el interruptor al vacío está cerrado; disparo al caer esta tensión.

Dispositivo antibombeo

(mecánico y eléctrico)

- Funcionamiento: Si las órdenes de CIERRE y de APERTURA se aplican al interruptor de potencia al vacío de forma permanente y simultánea, éste vuelve a la posición abierta después de haber sido cerrado. Allí permanece hasta que se vuelva a dar la orden de CIERRE. De este modo se evitan maniobras continuas de CIERRE y APERTURA (= bombeo).

1) En función de los componentes secundarios seleccionados; datos a título de ejemplo para un equipamiento con solenoide de cierre y 1 disparador shunt de apertura

Indicación de disparo del interruptor

- Para señalización eléctrica (como impulso >10 ms), p.ej. a sistemas de telecontrol, con disparo automático (p.ej. protección)
- A través de interr. de fin de carrera e interr. de parada.

Módulo de varistores

- Para limitar sobretensiones a unos 500 V para los aparatos de protección (en caso de haber componentes inductivos en el interruptor de potencia al vacío)
- Para tensiones auxiliares ≥ 60 V c.c.

Bloque de contactos auxiliares

- Para señalización eléctrica de la posición.

Interruptor de posición

- Para la indicación de "resorte de cierre tensado".

Enclavamiento mecánico

- Dependiente de la ejecución del mecanismo
- Interrogación del seccionador de tres posiciones desde la celda
- Opción: Mecanismo de funcionamiento con enclavamiento mecánico como
 - mecanismo con acumulación de energía con solenoide de cierre y pulsador: El pulsador accionado por el enclavamiento mecánico impide una orden permanente al solenoide de cierre
- Durante la maniobra del seccionador de tres posiciones de CERRADO a ABIERTO, el interruptor de potencia al vacío no se puede cerrar.

Contador de ciclos de maniobra

- Como indicación numérica, 5 posiciones, mecánica.

Equipamiento del interruptor de potencia

Interruptor de potencia	Typ 1.1	Typ 2
Mecanismo motorizado	○	○
Solenoides de cierre	●	○
Disparador shunt de apertura	○	○
Disparador exc. por transformador	○	○
Disparador magnético de baja energía	–	○
Disparador de mínima tensión	○	○
Dispositivo antibombeo	●	B.c.
Indicación de disparo del interr.	●	○
Módulo de varistores	para c.c. ≥ 60 V	para c.c. ≥ 60 V
Bloque de contactos auxiliares		
6 NA + 6 NC	●	●
de los cuales están libres ¹⁾	2 NA + 2 NC + 2 inv.	2 NA + 3 NC + 2 inv.
11 NA + 11 NC	○	–
de los cuales están libres ¹⁾	7 NA + 7 NC + 2 inv.	–
Interruptor de posición	●	●
Enclavamiento mecánico	●	●
Contador de ciclos de maniobra	●	○

● = Estándar
○ = Opción
B.c. = Bajo consulta

Abreviaturas:
NA = Contacto normalmente abierto
NC = Contacto normalmente cerrado
inv. = Contacto inversor

CONEXIÓN DE CABLES PARA DERIVACIONES CON CONTACTO ATORNILLADO Y CONO EXTERIOR TIPO "C"

Características

- Acceso al compartimento de cables sólo si la derivación está desconectada y puesta a tierra
- Pasatapas según DIN EN 50181 con cono exterior y conexión atornillada M16 como interfaz tipo "C".

Conexión de:

- Conectores de cables angulares o conectores de cables en T con contacto atornillado M16 para 630 A
- Cables de papel impregnado de masa con adaptadores comerciales
- Cables con aislamiento plástico (unifilares y trifilares).

Opción

- Grapas de cables montadas en el soporte de cables.

Conectores de cables

- En ejecución blindada (conductor) independiente de la altitud de emplazamiento o bien en ejecución no blindada (aislada), pero entonces dependiente de la altitud de emplazamiento.

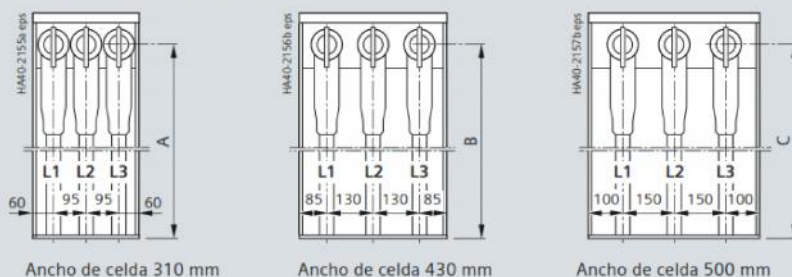
Descargadores de sobretensión

- Enchufables a conectores de cables en T, conectores de cables angulares o adaptadores en T
- La profundidad de la celda se puede aumentar para montar descargadores de sobretensión (según marca y tipo)
- Se recomienda el uso de descargadores de sobretensión si, al mismo tiempo,
 - la red de cables está directamente unida a la línea aérea,
 - el área de protección del descargador instalado en la torre terminal de la línea aérea no cubre las celdas.

Limitadores de sobretensión

- Enchufables a conectores de cables en T
- Se recomienda el uso de limitadores de sobretensión si hay conectados motores con corrientes de arranque < 600 A.

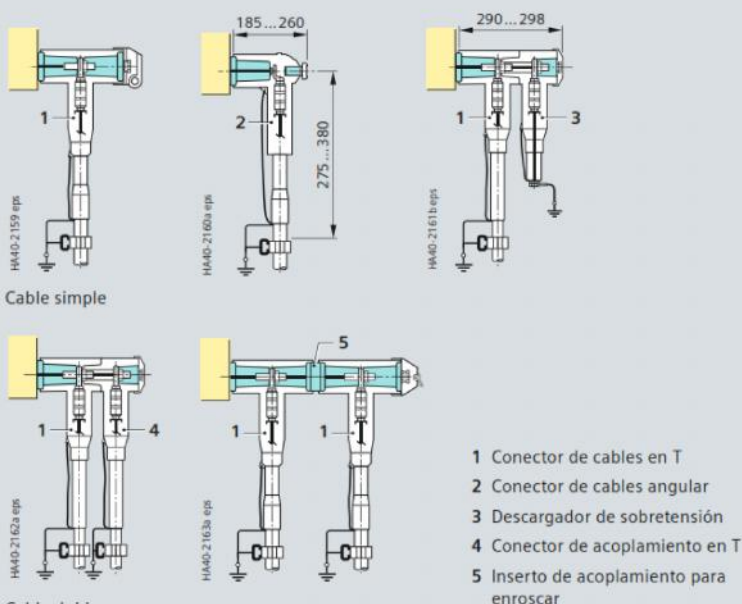
Compartimento de cables



	Altura de celdas sin compartimento de baja tensión 1)	1040 2)	1200	1400 sin zócalo de absorbedor	1400 con zócalo de absorbedor ó 1700
Ancho de celda 310 mm	Típico K, R Típico R (8DJH Compact)	A	500	660	860
Ancho de celda 430 mm	Típico K(E), L	B	–	660	860
Ancho de celda 500 mm	Típico R(500), L(500)	C	–	510	710

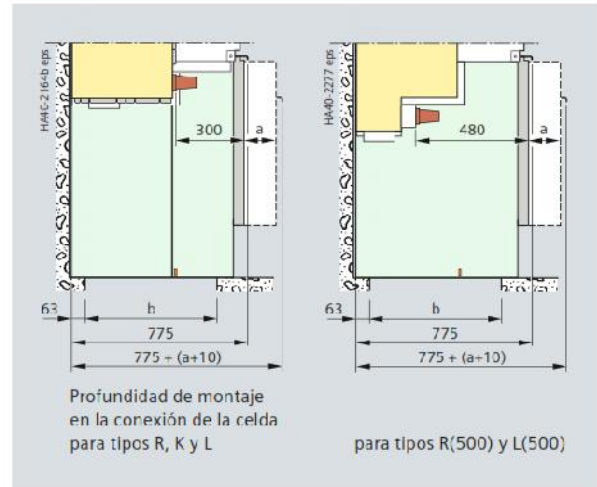
- 1) Opción: Con compartimento de baja tensión
2) Sólo para bloques de celdas RR, RRR, RT, RRT y RTR

Opciones de conexión



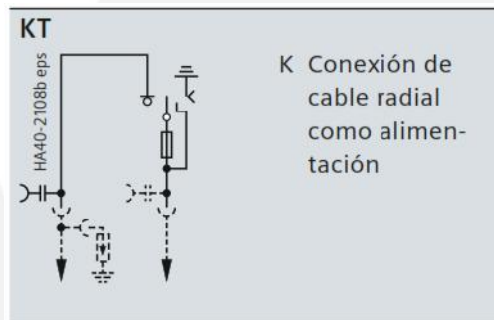
Conexión de cables para cables simples y dobles con descargadores de sobretensión

Para aumentar la profundidad de montaje en el compartimento de cables, opcionalmente pueden pedirse cubiertas profundizadas para el compartimento de cables (no para 8DJH Compact). La correspondencia con tipos seleccionados de combinaciones de conectores de cables, así como de combinaciones de conectores de cables con descargadores de sobretensión, figura en las tablas siguientes.



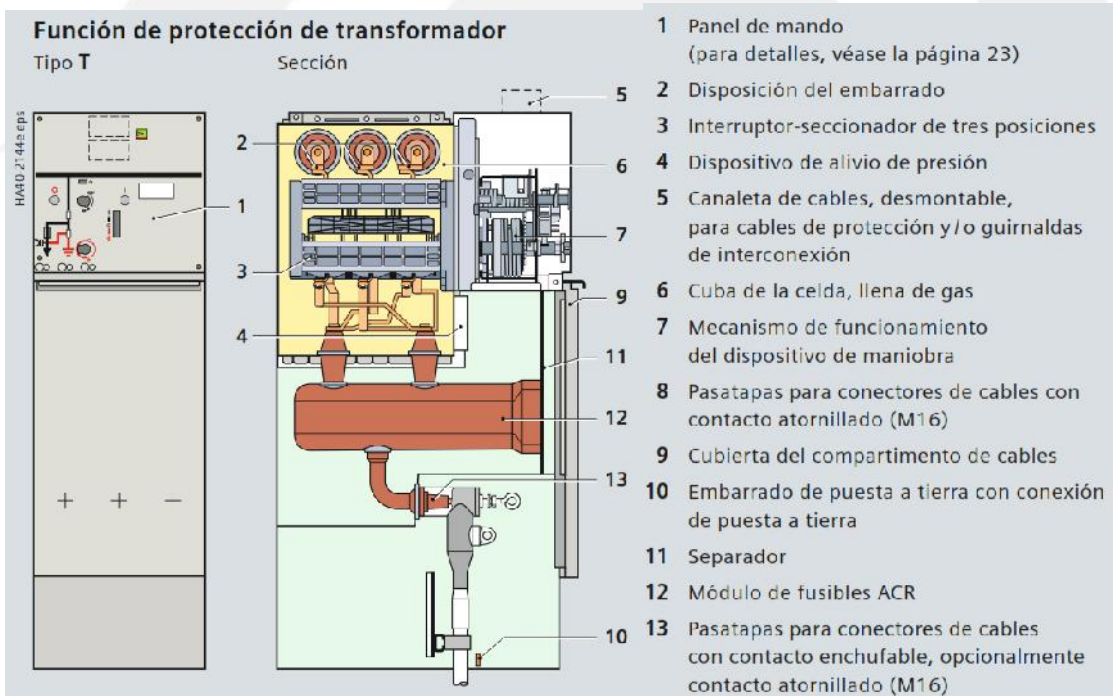
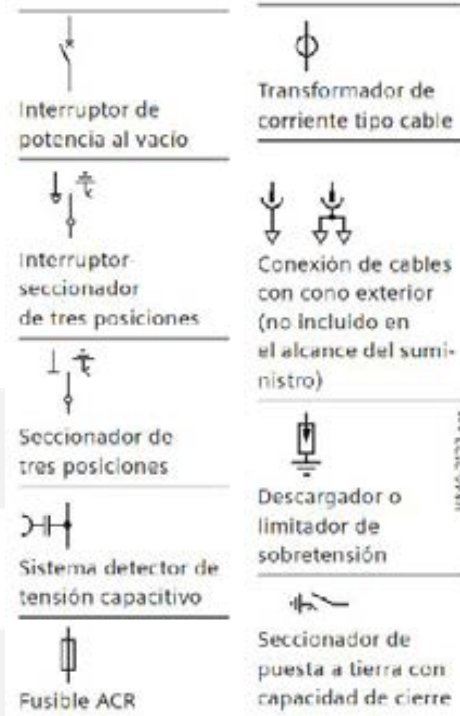
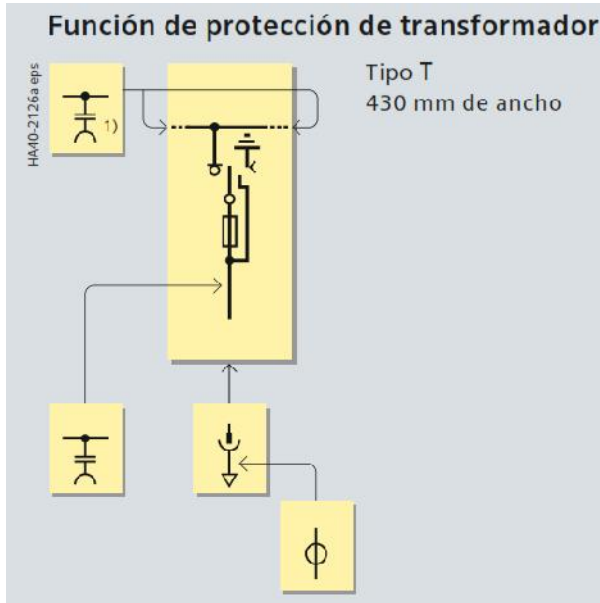
10.7.2.4 Celda de Protección

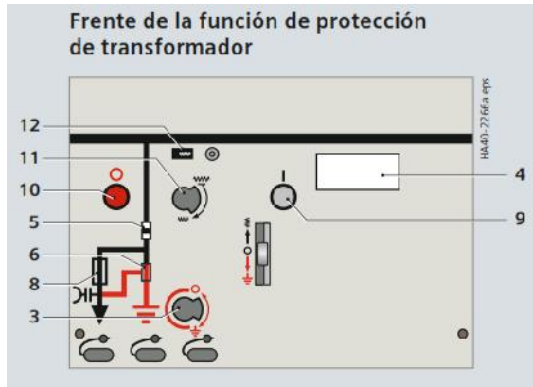
Como se ha indicado, la celda de protección del transformador será una celda 8DJH-KT, que protege al transformador mediante fusible de 100A.



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 59 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



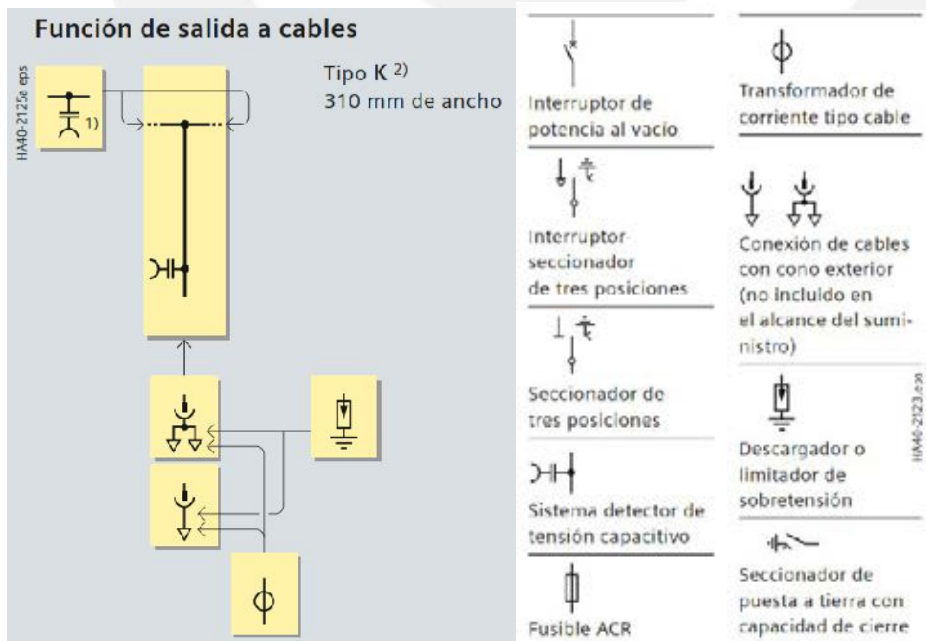
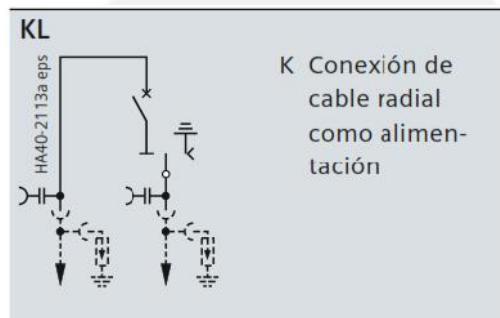


- 1 Accionamiento manual para la función de seccionamiento bajo carga
- 2 Función de inmovilización (opción para funciones de línea)
- 3 Accionamiento manual para la función de puesta a tierra
- 4 Placa de designación de la celda
- 5 Indicador de posición del interruptor-seccionador
- 6 Indicador de posición del seccionador de puesta a tierra
- 7 Tomas del sistema detector de tensión capacitivo
- 8 Indicación de "disparo por fusible"
- 9 Pulsador de CIERRE para la función de transformador o interruptor de potencia
- 10 Pulsador de APERTURA para la función de transformador o interruptor de potencia
- 11 Accionamiento manual para tensar el resorte
- 12 Indicador de "resorte tensado"

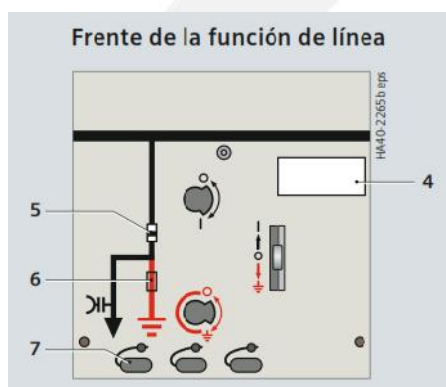
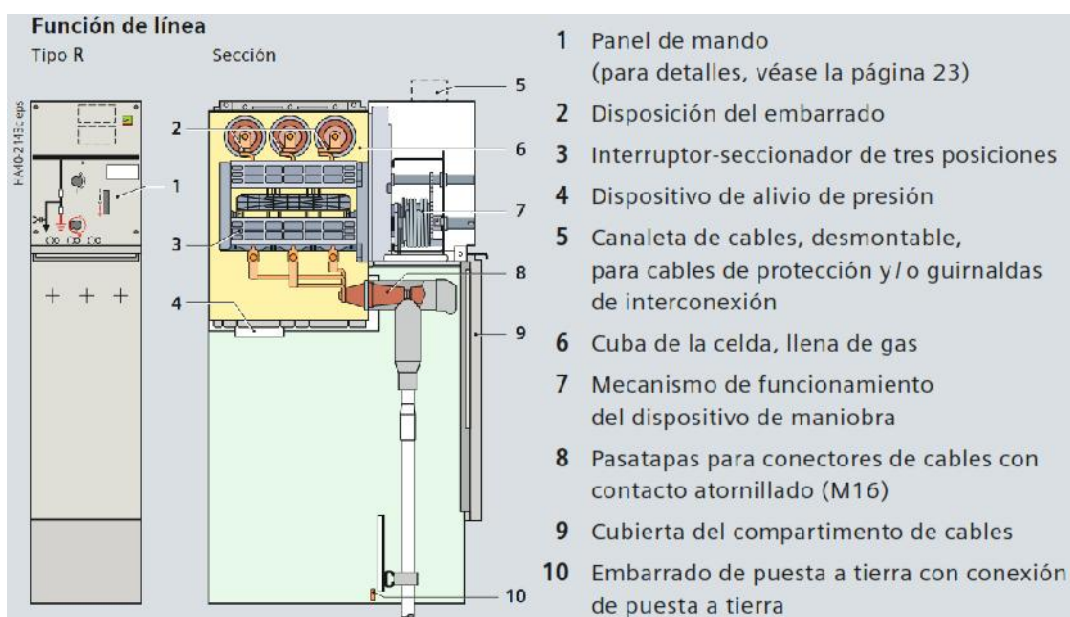
VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 60 de 305

10.7.2.4.1 Celda de Línea

En el CT también existirá una celda 8DJH-KL, que es una celda de salida a cables (de línea). Tendrá las características siguientes:



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



10.7.2.5 Dimensionado del embarrado

Las celdas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Cálculo por solicitud térmica. Sobreintensidad térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparataje por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = I_{ccp} = 20 \text{ kA.}$$

Cálculo por solicitud electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado correspondiente de esta memoria, por lo que:

$$I_{cc(din)} = I_{ccp} \times 2,5 = 20\text{kA} \times 2,5 = 50 \text{ kA}$$

10.7.2.6 Medida de la energía eléctrica

En este caso no existe medida de la energía eléctrica, dado que el sistema no conecta con la red pública en ningún momento para absorber o entregar energía a la misma.

10.7.3.- Medidas de seguridad

10.7.3.1 Dispositivos de seguridad en las celdas

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas debe interesar al mando del aparato principal del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso de los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF6. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios. Los mandos de la aparataje estarán situados frente al operario en el momento de realizar la maniobra.

10.7.3.2 Montaje de aparataje y protecciones

Se debe indicar las características principales de la aparataje, tales como la tensión nominal y nivel de aislamiento, tensión soportada entre fases y entre fases y tierra a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo, intensidad nominal, poder de corte en la función de línea y en función de protección ya sea por fusible o por interruptor automático, poder de cierre y grado de protección de la envolvente.

10.7.3.2.1 Distancias de seguridad

La distancia de seguridad entre fases y fase-tierra para el centro de transformación, serán las mínimas previstas en las tablas 4 y 5 de la referida MIE RAT-12 en sus apartados 3.3 y 3.3.1.

10.7.3.2.2 Aparatos de maniobra

Los conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica, deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE-EN 60298 y en las instrucciones MIE RAT- 06, punto 1 y apartado 3.4, MIE RAT – 16, apartado 1.1 y 1.2, punto 2 y apartado 3.1 y 3.2.

10.7.3.3 Protecciones

De acuerdo con la MIE RAT- 09 los centros de transformación deberán estar protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que pueden originar las corrientes de cortocircuito y las de sobrecarga cuando estas puedan producir averías y daños en las citadas instalaciones.

10.7.3.3.1 Protecciones contra sobreintensidades

En el punto 1 de la MIE RAT- 09, se indica que contra las sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos o cortacircuitos fusibles. En el apartado 4.2.1 de la misma instrucción técnica complementaria se señala como proteger a los transformadores de distribución contra las sobreintensidades, de acuerdo con los criterios señalados en los apartados a) y b).

10.7.3.3.2 Protección contra incendios

Las medidas de protección contra incendios a adoptar en los centros de transformación estarán de acuerdo con lo establecido en el apartado 4.1 de la MIE RAT- 14 y Reglamentaciones específicas aplicables. Se pueden considerar dos sistemas de protección contra incendios:

Sistema pasivo

Es aplicable cuando el volumen del líquido refrigerante inflamable no sobrepasa los 600 litros por máquina y un volumen total de 2.400 litros para varias máquinas. En edificios de pública concurrencia estos valores se limitan a 400 litros y 1.600 para varias máquinas.

Este sistema consiste en tomar una serie de medidas en la construcción del centro en cuanto a muros, cubiertas y solera, vigas, columnas, etc. Que tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación RD 314/2006. Si el transformador contiene aceite u otro refrigerante con capacidad superior a 50 litros se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 3.2.1 de la MIE RAT – 14.

Sistema activo

En aquellas instalaciones que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo de extinción, se colocará como mínimo un extintor de eficacia 113 B. este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad. Cuando se superen los

volúmenes indicados anteriormente se dotará al centro de transformación de un equipo de funcionamiento automático de extinción activado por los correspondientes detectores.

10.7.4.- Instalaciones de puesta a tierra

10.7.4.1 Puesta a tierra de protección

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen a continuación.

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona estuviese tocándolas, podría circular a través de ella una corriente peligrosa.

10.7.4.2 Procedimiento para el dimensionado de la puesta a tierra de protección

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en el apartado 1.1, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

1. Investigación de las características del suelo.
2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.
4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
5. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.
6. Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación.
7. Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los párrafos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos definidos por las ecuaciones (1) y (2).
8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, pantallas o armaduras de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de la construcción de la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

10.7.4.3 Investigación de las características del suelo

10.7.4.3.1 Resistividad del terreno

En el apartado 2 de la ITC correspondiente del RD 337, se indica la necesidad de investigar las características del terreno, para realizar el proyecto de una instalación de tierra. Sin embargo, en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla 2 siguiente, en las que se dan unos valores orientativos.

Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1000A, si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200Ω.m deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad.

Tabla 2

Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 65 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m
Arena silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Basalto o grava	3000 a 5000

En este caso, la tierra bajo el muelle o próxima a él debe ser de Arena silícea o basáltica, lo que indica que tiene resistividad sobre los 3000Ωm. Por este motivo se realizará un sistema de sustrato artificial, para el cual consideraremos, en un caso desfavorable que $\rho_s = 300\Omega m$.

10.7.4.3.2 Resistencia de tierra del electrodo

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma y dimensiones y de la resistividad del suelo. En el caso de CTs los sistemas de electrodos mostrados en la tabla 3 no suelen ser suficientes para conseguir electrodos que cumplan con las condiciones exigibles a este tipo de instalaciones, por lo que se recurre a los sistemas de electrodos indicados por el método UNESA.

Este punto se desarrollará en el apartado correspondiente de esta memoria.

10.7.4.3.3 Efecto de la humedad

Cuando la humedad del terreno varíe considerablemente de unas épocas del año a otras se tendrá en cuenta esta circunstancia al dimensionar y establecer el sistema de tierra. Se podrán usar recubrimientos de gravas como ayuda para conservar la humedad del suelo.

10.7.4.3.4 Efecto de la temperatura

Al alcanzar el suelo temperaturas inferiores a 0°C aumenta mucho su resistividad. Por ello en zonas con peligro de heladas los electrodos se enterrarán a una profundidad que no alcance esa temperatura o se tendrá en cuenta esta circunstancia en el cálculo.

10.7.4.4 Determinación de la corriente máxima de defecto y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En este caso el sistema no está conectado a la red de MT pública, sino que constituye un sistema aislado. Aun así, para el cálculo de los parámetros de puesta a tierra se considerará la situación en el que un centro está conectado a la red pública en Canarias, de la cual obtendremos los siguientes valores:

Condiciones técnicas en 15 kV:

Tensión nominal:	15 KV
Nivel de aislamiento:	17,5 KV
Intensidad máxima de defecto a tierra:	500 A
Tiempo de actuación de las protecciones:	120 ms
Potencia de cortocircuito:	500 MVA

10.7.4.5 Determinación de las tensiones de puesta a tierra para la elección del electrodo de puesta a tierra de protección

10.7.4.5.1 Tensiones aplicadas en la instalación

La norma UNE-IEC/TS 60479-1 da indicaciones sobre los efectos de la corriente que pasa a través del cuerpo humano en función de su magnitud y duración, estableciendo una relación entre los valores admisibles de la corriente que puede circular a través del cuerpo humano y su duración.

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, ($U_{pa} = 10 U_{ca}$).

La U_{ca} se calcula como:

$$U_{ca} \times \frac{K}{t^n}$$

, donde:

$$K \times 72 \text{ y } n \times 1 \text{ para } t \Phi 0,9s$$

$$K \times 78,5 \text{ y } n \times 0,18 \text{ para } 0,9 \Phi t \Phi 3s$$

En nuestro caso, suponiendo la situación en la que el CT está conectado a la compañía suministradora, como se vio anteriormente, dicha compañía indica que sus protecciones tardarán como mucho 120ms en actuar, por lo que:

$$U_{ca} \times \frac{72}{0,12^1} \times 600V$$

Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos.

Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones U_{ca} , se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones U_{pa} peligrosas, por lo que cuando las tensiones de contacto calculadas (U_c) sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas.

10.7.4.5.2 Tensiones máximas admisibles en la instalación

A efectos de los cálculos para el proyecto, para determinar las máximas tensiones de contacto y paso admisibles se podrán emplear las expresiones siguientes:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5\rho_S}{1000} \right] \quad (1)$$

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_S}{1000} \right] \quad (2)$$

En el caso de que una persona pudiera estar en contacto con dos superficies de resistividades diferentes se calculará la tensión máxima de paso de acceso admisible por extrapolación de la expresión anterior. Se calculará como:

$$U_p \text{ exterior } \times U_{pa} \frac{1}{10} \frac{2R_{a1} + 6\rho_S}{Z_B}$$

, donde:

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$$

$$U_{ca} (t_e = 0,7s) = 150V$$

$$Z_B = 1000\Omega$$

$$R = 2000\Omega$$

$$\rho_t = 150 \Omega m$$

$$\rho_h = 3000 \Omega m$$

$$U_p \text{ exterior } X10.150 \ 1\Gamma \frac{2.2000 \ \Gamma \ 6.150}{1000} \ X8850V$$

Se comprueba que los valores anteriormente calculados para la puesta a tierra general del centro, considerando las medidas de seguridad adicionales adoptadas, son inferiores al valor máximo admisible para esta instalación.

De acuerdo a lo expuesto en el apartado 1.1 de ITC-RAT-13, una vez definido el valor de la tensión de paso aplicada admisible (U_{pa}), se procede a determinar la máxima tensión de contacto admisible (U_p) mediante la expresión siguiente:

$$U_p \text{ acceso } X10.U_{ca} \ 1\Gamma \frac{2R \ \Gamma \ 3...t \ \Gamma \ 3...h}{Z_B}$$

, donde:

$$U_{ca} (t_e = 0,7s) = 150V$$

$$Z_B = 1000\Omega$$

$$R = 2000\Omega$$

$$p_t = 150\Omega m$$

$$p_h = 0\Omega m \text{ (En el peor de los casos, dado que no existe acera)}$$

$$U_p \text{ acceso } X10.150 \ 1\Gamma \frac{2.2000 \ \Gamma \ 3.150 \ \Gamma \ 3.0}{1000} \ X8175V$$

Se comprueba que los valores anteriormente calculados para la puesta a tierra general del centro, considerando las medidas de seguridad adicionales adoptadas, son inferiores al valor máximo admisible para esta instalación.

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right) \quad (3)$$

Siendo:

C_s : coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.

h_s = espesor de la capa superficial, en metros.

ρ = resistividad del terreno natural.

ρ^* = resistividad de la capa superficial.

Este no es el caso, así que no se aplicará coeficiente reductor.

10.7.4.5.3 Tensiones calculadas según el electrodo a instalar

Como se comentó anteriormente, el diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realizará usando las configuraciones de electrodos presentados por el método UNESA “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría”, que como su nombre indica, es aplicable sólo en redes de 3ª Categoría como es el objeto de este proyecto.

Según este método, estas configuraciones proporcionan ciertos parámetros característicos de cada electrodo, los cuales permiten calcular las tensiones producidas por cada electrodo en concreto. Estos parámetros son los siguientes:

Resistencia de puesta a tierra:	$K_r (\Omega/(\Omega.m))$
Tensión de paso:	$K_p (V/(\Omega.m))(A)$
Tensión de contacto exterior:	$K_c (V/(\Omega.m))(A)$

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realizará basándose en las configuraciones tipo y en las recomendaciones de UNESA que son válidas para una instalación de este tipo y contenidas en el documento: UNESA.

Teniendo en cuenta estos parámetros, se calcularán las tensiones producidas por el tipo de electrodo de la siguiente manera:

Resistencia del electrodo	$R_t = K_r \cdot \rho_s$
Tensión de defecto producida por el electrodo	$U'd = R_t \cdot I_e$
Tensión de paso de acceso	$U'p \text{ acceso} = K_c \cdot \rho_t \cdot I_e$
Tensión de contacto exterior	$U'c \text{ exterior} = K_c \cdot \rho \cdot I_e$
Tensión de paso exterior	$U'p \text{ exterior} = K_p \cdot \rho_{\text{terreno}} \cdot I_e$

DATOS DE PARTIDA

- Tensión de servicio (Vn): 15kV
- Intensidad de puesta a tierra o defecto (Ie): 500A
- Duración de una falta (te): 0,12s
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT: 10kV
- Resistencia del terreno (pt): 200 Ωm
- Resistencia del hormigón (ph): 3000 Ωm

ELECCIÓN DEL ELECTRODO

Para realizar una primera criba de los modelos presentados por Unesa, se puede recurrir al siguiente planteamiento: El electrodo de puesta a tierra de protección elegido debe cumplir que la tensión que de defecto que provoque debe ser menor de 10000V para no superar el aislamiento de los elementos de BT:

$$U'd \times R_t \cdot I_e \leq 10000V$$

Por datos proporcionados por el punto de conexión dado por UNELCO – ENDESA, sabemos que la intensidad máxima de defecto a tierra de la red es $I_e = 500A$, por lo que:

$$R_t \times \frac{U_d}{I_e} \times \frac{10000V}{500A} \times 20\vartheta$$

$$R_t = 20 \Omega$$

El electrodo a elegir debe cumplir que $R_t \geq K_r \cdot \rho$, por lo que

$$K_r \text{ TM } \frac{R_t}{\dots} \times \frac{20\vartheta}{200\vartheta m} \times 0,1$$

$$K_r \leq 0,1$$

Por lo tanto, se debe elegir un electrodo de puesta a tierra que cumpla que $K_r \leq 0,1$.

Diseño inicial

La configuración elegida para el electrodo del CT es la **20-20/8/44**, cuyas características son las siguientes:

Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Medidas :	2.0x2.0 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,8 m
Número de picas:	4
Longitud de las picas:	4 metros
Parámetros característicos del electrodo:	
De la resistencia K_r	$= 0,097$
De la tensión de paso K_p	$= 0,0165$
De la tensión de contacto K_c	$= 0,0456$

10.7.4.5.4 Consideraciones y medidas de seguridad adicionales.

Se podrán adoptar las siguientes medidas de seguridad adicionales:

- El centro estará construido de tal manera que su interior constituya una superficie equipotencial. En el caso de los prefabricados este hecho está garantizado por el fabricante.
- Las puertas y rejillas (metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con las masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías, con lo que se consigue que la tensión de contacto exterior con las puertas cerradas sea prácticamente 0. En el caso de los prefabricados este hecho está garantizado por el fabricante.
- *Donde sea posible*, realizar una acera perimetral (no equipotencial con la puesta a tierra general) de hormigón alrededor del centro de anchura 1m y espesor 15cm. En este caso no se instalará acera perimetral
- En los centros de superficie con las puertas abiertas, será necesario el empleo de los equipos de protección individual y colectiva que aseguren el aislamiento, para la tensión nominal de la instalación (15kV en este caso), entre la zona de maniobra y la propia instalación. Con esta medida adicional, se consigue que la tensión de contacto exterior con las puertas abiertas no debe considerarse

- En los centros de maniobra exterior no existen ni tensiones de paso ni de contacto interiores.

En el caso concreto de este Centro de Transformación

- Superficie equipotencial: al acceder a la tarima abatible, el operario estará en una superficie equipotencial respecto al resto de herrajes del CT.
 - Las puertas y rejillas y la envolvente en general que son metálicas y que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con las masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías, con lo que se consigue que la tensión de contacto exterior con las puertas cerradas sea prácticamente 0.

CÁLCULO DE TENSIONES

Cálculo de la tensión de contacto interior

No existe dado que el operario no deberá acceder al interior del CT para su manipulación. Deberá subir a una plataforma que estará al mismo potencial que las celdas (interconectadas).

Cálculo de la tensión de paso interior

No existe dado que el operario no deberá acceder al interior del CT para su manipulación.

Cálculo de la tensión de paso de acceso al interior del centro

Se considera que:

$$U'p \text{ acceso} = Kc \cdot \rho t \cdot Ie$$

$$U'p \text{ acceso} = 0,0456 \cdot 200 \cdot 500V = 4560V$$

Cálculo de la tensión de contacto exterior

Se considera que:

$$U'c \text{ exterior} = Kc \cdot \rho \cdot Ie$$

La tensión de contacto en el exterior del centro con las puertas cerradas será prácticamente cero porque las puertas y rejillas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar en tensión.

$$U'c \text{ exterior CT} = 0,0456 \cdot 200 \cdot 500V = 4560V$$

$$U'c \text{ exterior CT medidas protección adoptadas} \approx 0V$$

Cálculo de la tensión de paso exterior

Se considera que:

$$U'p \text{ exterior} = Kp \cdot \rho_{\text{terreno}} \cdot Ie$$

$$U'p \text{ exterior CT} = 0,0165 \cdot 200\Omega \cdot 500A = 1650V$$

Cálculo de la resistencia y la tensión de defecto de la puesta a tierra elegida

El cálculo de la resistencia del electrodo elegido:

$$Rt = Kr \cdot ps$$

$$R_{tCT} = 0,097 \cdot 200\Omega m = 19,4\Omega$$

La tensión de defecto a tierra general será:

$$U'd = R_t \cdot I_e$$

$$U'd_{CT} = 19,4\Omega \cdot 500A = 9700V$$

Comprobación del nivel de aislamiento de las instalaciones de BT

Se calcula como:

$$V_{BT} \geq |U'd Z U_{BT} \Gamma U_0|$$

, siendo:

V_{BT} : Nivel de aislamiento de BT: 10000V

$U'd$: tensión defecto tierra: 9700V

U_{BT} : Tensión transferida a BT: $\leq 1000V$, por lo que se optará por el valor 0 para mayor seguridad

U_0 : Tensión entre fase y neutro: 230V

$$V_{BT} \geq |9700 Z 0 \Gamma 230|$$

$$10000V \geq 9930V$$

10.7.4.5.5 Comprobación del diseño de puesta a tierra de herrajes elegido

Una vez realizado el diseño básico de la puesta a tierra general con el que se satisfacen los requisitos de corrosión y resistencia mecánica y térmica, se debe verificar que este diseño satisface los requisitos de seguridad para las personas

Como se podrá ver, los valores anteriormente calculados para la puesta a tierra general del centro, considerando las medidas de seguridad adicionales adoptadas, son inferiores a los valores máximos admisibles para esta instalación, por lo que las configuraciones elegidas son correctas.

Comprobación de la tensión de paso de acceso

Si el centro es subterráneo, tensión calculada de paso de acceso \leq Tensión de paso de acceso máxima admisible en la instalación

$$U'p \text{ acceso} \leq U_p \text{ acceso}$$

Comprobación de la tensión de contacto exterior

Tensión de contacto en el exterior del centro con las puertas cerradas \leq Tensión de contacto máxima admisible en la instalación

$$U'c \text{ cerradas} \leq U_c \text{ exterior}$$

Pero debido a las medidas de seguridad adicionales (no contacto de elementos metálicos exteriores con elementos internos que pueden estar en tensión), siempre se cumplirá que $0 \leq U_c$ exterior, por lo que no será necesaria su comprobación en cada caso

Comprobación de la tensión de paso exterior

Tensión de paso calculada en el exterior del centro \leq Tensión de paso máxima admisible en la instalación

$$U'p \text{ exterior} \leq U_p \text{ exterior}$$

En resumen

Tensión	Máxima	Calculada
Tensión de contacto	$U_c = 90,3V$	$U'_c = 0V$
Tensión de paso	$U_p = 13200V$	$U'_p = 1650V$
Tensión de acceso	$U_p = 63600V$	$U'_p = 4560V$
Tensión aislamiento en BT	$V_{BT} = 10000V$	$V_{BTCT} = 9930V$

Como se puede observar, los valores obtenidos no superan los valores máximos, por lo que el electrodo elegido es adecuado para la instalación de la puesta a tierra de herrajes o protección.

10.7.4.6 Puesta a tierra de servicio o del neutro de BT

El criterio de dimensionamiento de la puesta a tierra del neutro de BT es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24V cuando exista un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT debe ser inferior a 37Ω .

La configuración elegida para el electrodo de puesta a tierra de servicio del CT es la **8/34**, cuyas características son las siguientes:

Geometría del sistema:	Picas alineadas
Profundidad del electrodo horizontal:	0,8 m
Número de picas:	3
Longitud de las picas:	4 metros
Distancia entre picas:	6 metros
Parámetros característicos del electrodo:	
De la resistencia $K_r = 0,073$	
De la tensión de paso $K_p = 0,0087$	

$$R_t \text{ servicio} = K_r \cdot p_s$$

$$R_t \text{ servicio} = 0,073 \cdot 200 = 14,6\Omega < 37\Omega$$

10.7.4.7 Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos.

10.7.4.7.1 Separación de la tierra de los neutros de baja tensión

Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión. El resto de elementos tales como los pararrayos, permanecerán conectados a la tierra general de la instalación.

Cuando, de acuerdo con lo dicho anteriormente, se conecten los elementos anteriores a una tierra separada de la general del centro, se cumplirán las siguientes prescripciones:

a) Las instalaciones de puesta a tierra deberán aislarse entre sí para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas.

b) La línea de puesta a tierra que une los elementos conectados a la tierra separada y su punto de puesta a tierra han de quedar aislados dentro de la zona de influencia de la tierra general. Dicha conexión se realizará estableciendo los aislamientos necesarios.

c) Las instalaciones de baja tensión de los centros de transformación poseerán, con respecto a tierra, un aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el párrafo a).

En el caso de que el aislamiento propio del equipo de baja tensión alcance este valor, todos los elementos conductores del mismo que deban ponerse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, carcasas de aparatos, etc., se conectarán a la tierra general del centro, uniéndose a la puesta a tierra separada solamente los neutros de baja tensión.

Cuando el equipo de baja tensión no presente el aislamiento indicado anteriormente, los elementos conductores del mismo que deban conectarse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, carcasas de aparatos, etc., deberán montarse sobre aisladores de un nivel de aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el párrafo a). En este caso, dichos elementos conductores se conectarán a la puesta a tierra del neutro, teniendo entonces especial cuidado con las tensiones de contacto que puedan aparecer.

d) Las líneas de salida de baja tensión deberán aislarse dentro de la zona de influencia de la tierra general del centro teniendo en cuenta las tensiones señaladas en el párrafo a).

Cuando las líneas de salida sean en cable aislado con envolventes conductoras, deberá tenerse en cuenta la posible transferencia al exterior de tensiones a través de dichas envolventes.

10.7.4.7.2 Separación entre la puesta a tierra general y la del neutro de BT

La distancia mínima de separación entre ambas puestas a tierra viene dada por la expresión:

$$D \geq \frac{\rho_t \cdot I_d}{2 \cdot 1000 \cdot f}$$

Donde:

- ρ_t : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I_d : intensidad de defecto [A]
- D: distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D \times \frac{...t.l_E}{2.1000.f} \times \frac{200.500}{2.1000.f} \} 16m$$

En cualquier caso, esta distancia de separación no será inferior a 16m.

10.7.4.7.3 Distancia entre puesta a tierra del neutro de BT y otras puestas a tierra ajenas al centro

La pica de puesta a tierra del neutro de BT estará separada como mínimo 1,5m de la proyección vertical de la fachada de cualquier edificio o elemento de puesta a tierra de protección en BT así como de cualquier canalización metálica.

10.7.4.7.4 Separación de las puestas a tierra

Puestas a tierra que deben separarse

Deben excluirse aquellas puestas a tierra a causa de las cuales puedan presentarse en algún punto tensiones peligrosas para las personas, bienes o instalaciones eléctricas.

En este sentido se preverán tierras separadas en los casos siguientes:

- a) Los señalados en la presente Instrucción para Centros de Transformación.
- b) Los casos en que fuera conveniente separar de la instalación de tierra general los puntos neutros de los devanados de los transformadores.
- c) Los limitadores de tensión de las líneas de corriente débil (telefónicas, telegráficas, etc.) que se extienden fuera de la instalación.

En las instalaciones en las que coexistan instalaciones de tierra separadas o independientes, se tomarán medidas para evitar el contacto simultáneo inadvertido con elementos conectados a instalaciones de tierra diferentes, así como la transferencia de tensiones peligrosas de una a otra instalación.

10.7.4.7.5 En resumen, la puesta a tierra...

La configuración elegida para el electrodo de herrajes del CT es la **20-20/8/44**, cuyas características son las siguientes:

Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Medidas :	2.0x2.0 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,8 m
Número de picas:	4
Longitud de las picas:	4 metros
Parámetros característicos del electrodo:	

De la resistencia $K_r = 0,097$
 De la tensión de paso $K_p = 0,0165$
 De la tensión de contacto $K_c = 0,0456$

La configuración elegida para el electrodo de puesta a tierra de servicio del CT es la **8/34**, cuyas características son las siguientes:

Geometría del sistema: Picas alineadas
 Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
 Número de picas: 3
 Longitud de las picas: 4 metros
 Distancia entre picas: 6 metros
 Parámetros característicos del electrodo:
 De la resistencia $K_r = 0,073$
 De la tensión de paso $K_p = 0,0087$

	Centro de Transformación	Tensiones máximas
Resistencia del electrodo (R_t)	Prot: $19,4\Omega$ Serv: $14,6\Omega$	-
Tensión de defecto a tierra ($U'd$)	9700V	10000
Tensión de contacto interior	$\approx 0V$	90,03V
Tensión de paso interior	$\approx 0V$	13200V
Tensión de acceso	4650V	63600V
Tensión de contacto exterior	$\approx 0V$	90,03V
Tensión de paso exterior	1650V	13200V
Nivel de aislamiento BT	9930V	10000V
Distancia pat Prot. y pat Serv	16m	

10.7.4.8 Condiciones difíciles de puesta a tierra

Cuando por los valores de la resistividad del terreno, de la corriente de puesta a tierra o del tiempo de eliminación de la falta, no sea posible técnicamente, o resulte económicamente desproporcionado mantener los valores de las tensiones aplicadas de paso y contacto dentro de los límites fijados en los apartados anteriores, deberá recurrirse al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir los riesgos a las personas y los bienes.

Tales medidas podrán ser entre otras:
 a) Hacer inaccesibles las zonas peligrosas.

- b) Disponer suelos o pavimentos que aislen suficientemente de tierra las zonas de servicio peligrosas.
- c) Aislar todas las empuñaduras o mandos que hayan de ser tocados.
- d) Establecer conexiones equipotenciales entre la zona donde se realice el servicio y todos los elementos conductores accesibles desde la misma.
- e) Aislar los conductores de tierra a su entrada en el terreno.

Se dispondrá el suficiente número de rótulos avisadores con instrucciones adecuadas en las zonas peligrosas y existirá a disposición del personal de servicio, medios de protección tales como calzado aislante, guantes, banquetas o alfombrillas aislantes.

10.7.4.9 *Dimensionado material de la instalación*

El dimensionado de la instalación se hará de forma que no se produzcan calentamientos que puedan deteriorar sus características o aflojar elementos desmontables.

El dimensionado de la instalación de tierra es función de la intensidad que, en caso de defecto, circula a través de la parte afectada de la instalación de tierra y del tiempo de duración del defecto. A tal efecto, el proyectista considerará que la intensidad de puesta a tierra puede ser una fracción de la intensidad de defecto a tierra calculada para la instalación.

En las instalaciones con redes de tensiones nominales distintas y una instalación de tierra común, debe cumplirse lo anterior para cada red. Podrán no tomarse en consideración defectos simultáneos en varias redes. Para determinar los tiempos de defecto se considerará el funcionamiento correcto de las protecciones, conforme a los tiempos de regulación seleccionados.

Los electrodos y demás elementos metálicos llevarán las protecciones precisas para evitar corrosiones peligrosas durante la vida de la instalación.

Se tendrán en cuenta las variaciones posibles de las características del suelo en épocas secas y después de haber sufrido corrientes de defecto elevadas.

10.7.4.10 *Elementos de las instalaciones de puesta a tierra y condiciones de montaje*

Para facilitar la medida y revisión de la instalación de puesta a tierra se instalarán cajas de registro para cada instalación de puesta a tierra.

Las instalaciones de puesta a tierra estarán constituidas por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados y por las líneas de puesta a tierra que conecten dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

En las líneas de puesta a tierra deberán existir los suficientes puntos de puesta a tierra, que faciliten las medidas de comprobaciones del estado de los electrodos y la conexión a tierra de la instalación

Para la puesta a tierra se podrán utilizar en ciertos casos, previa justificación:

- a) Las canalizaciones metálicas.
- b) Las armaduras de los cables.

- c) Los elementos metálicos de fundaciones, salvo las armaduras pretensadas del hormigón.

10.7.4.10.1 Líneas de puesta a tierra

Los conductores empleados en las líneas de puesta a tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión.

Su sección será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto o de descarga atmosférica no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

A efectos de dimensionado de las secciones, el tiempo mínimo a considerar para duración del defecto a la frecuencia de la red será de un segundo, y no podrán superarse las siguientes densidades de corriente:

- a) Cobre: 160 A/mm²
- b) Aluminio: 100 A/mm²
- c) Acero: 60 A/mm²

Sin embargo, se establecen como mínimo secciones de 25 mm² en el caso de cobre y 50 mm² en el caso del acero y 35 mm² para aluminio.

Los anteriores valores corresponden a una temperatura final aproximada de 200°C. Puede admitirse un aumento de esta temperatura hasta 300° C si no supone riesgo de incendio, lo que equivale a dividir por 1,2 las secciones determinadas de acuerdo con lo dicho anteriormente, respetándose los valores mínimos señalados.

Cuando se empleen materiales diferentes de los indicados, se cuidará:

- a) Que las temperaturas no sobrepasen los valores indicados en el párrafo anterior.
- b) Que la sección sea como mínimo equivalente, desde el punto de vista térmico, a la de cobre que hubiera sido precisa.
- c) Que desde el punto de vista mecánico, su resistencia sea, al menos, equivalente a la del cobre de 25 mm².

Cuando los tiempos de duración del defecto sean superiores a un segundo, se calcularán y justificará las secciones adoptadas en función del calor producido y su disipación.

Podrán usarse como conductores de tierra las estructuras de acero de apoyo de los elementos de la instalación, siempre que cumplan las características generales exigidas a los conductores y a su instalación.

10.7.4.10.2 Instalación de líneas de puesta a tierra

Los conductores de las líneas de puesta a tierra deben instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio. Con carácter general se recomienda que sean conductores desnudos instalados al exterior de forma visible.

En el caso de que fuese conveniente realizar la instalación cubierta, deberá serlo de forma que pueda comprobarse el mantenimiento de sus características.

En las líneas de puesta a tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Los empalmes y uniones deberán realizarse con medios de unión apropiados, que aseguren la permanencia de la unión, no experimenten al paso de la corriente calentamientos superiores a los del conductor, y estén protegidos contra la corrosión galvánica.

10.7.4.10.3 Electrodo de puesta a tierra

Los electrodos de puesta a tierra estarán formados por materiales metálicos en forma de picas, varillas, conductores, chapas, perfiles, que presenten una resistencia elevada a la corrosión por sí mismos, o mediante una protección adicional, tales como el cobre o el acero debidamente protegido, en cuyo caso se tendrá especial cuidado de no dañar el recubrimiento de protección durante el hincado.

Si se utilizasen otros materiales habrá de justificarse su empleo.

Los electrodos podrán disponerse de las siguientes formas:

- a) Picas hincadas en el terreno, constituidas por tubos, barras y otros perfiles, que podrán estar formados por elementos empalmables.
- b) Varillas, barras o conductores enterrados, dispuestos en forma radial, mallada, anular.
- c) Placas o chapas enterradas.

10.7.4.10.4 Dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra

a) Las dimensiones de las picas se ajustarán a las especificaciones siguientes:

- 1º) Los redondos de cobre o acero recubierto de cobre, no serán de un diámetro inferior a 14mm. Los de acero sin recubrir no tendrán un diámetro inferior a 20mm.
- 2º) Los tubos no serán de un diámetro inferior a 30 mm ni de un espesor de pared inferior a 3mm.
- 3º) Los perfiles de acero no serán de un espesor inferior a 5mm ni de una sección transversal inferior a 350mm.

b) Los electrodos enterrados, sean de varilla, conductor desnudo o pletina, deberán tener una sección mínima de 50mm² los de cobre, y 1002 mm los de acero. El espesor mínimo de las pletinas y el diámetro mínimo de los alambres de los conductores no será inferior a 2mm los de cobre, y 3mm los de acero.

c) Las placas o chapas tendrán un espesor mínimo de 2mm los de cobre, y 3mm las de acero.

d) En el caso de suelos en los que pueda producirse una corrosión particularmente importante, deberán aumentarse los anteriores valores.

e) Para el cálculo de la sección de los electrodos se remite a lo indicado en el apartado 3.1.

10.7.4.10.5 Instalación de electrodos de puesta a tierra

En la elección del tipo de electrodos, así como de su forma de colocación y de su emplazamiento, se tendrán presentes las características generales de la instalación eléctrica, del terreno, el riesgo potencial para las personas y los bienes.

Se procurará utilizar las capas de tierra más conductoras, haciéndose la colocación de electrodos con el mayor cuidado posible en cuanto a la compactación del terreno.

Se deberá tener presente la influencia de las heladas para determinar la profundidad de la instalación.

Condiciones de instalación de los electrodos

Las picas se hincarán verticalmente quedando la parte superior a una profundidad no inferior a 0,50m.

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la de la parte superior de las picas.

Ejecución de la puesta a tierra

En la instalación de puesta a tierra de masas y elementos a ella conectados, se cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales
- b) La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista sea igual o inferior a 50V
- c) No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores del CT
- d) No se instalará ningún elemento que pueda utilizarse como seccionamiento de los circuitos de tierra, ni aún para efectuar mediciones
- e) No se instalarán registros ni arquetas para las picas de puesta a tierra

- f) En zonas urbanas, y en todos aquellos casos en los que existan aceras o pavimentos, se instalará una tercera toma de tierra que servirá como tierra de referencia para las mediciones. En el resto de las zonas esta tercera tierra será recomendable aunque no preceptiva.

10.7.4.11 Disposiciones particulares de puesta a tierra

En la puesta a tierra de los elementos que a continuación se indican, es preciso tener en cuenta las siguientes disposiciones:

10.7.4.11.1 Descargadores de sobretensiones

La puesta a tierra de los dispositivos utilizados como descargadores de sobretensiones se conectará a la puesta a tierra del aparato o aparatos que protejan. Estas conexiones deben realizarse procurando que su recorrido sea mínimo y sin cambios bruscos de dirección.

La instalación de puesta a tierra asegurará, en cualquier caso, que para las intensidades de descarga previstas, las tensiones a tierra de estos dispositivos no alcancen valores que puedan ser origen de tensiones de retorno o transferidas de carácter peligroso para otras instalaciones o aparatos igualmente puestos a tierra.

Los conductores empleados para la puesta a tierra del descargador o descargadores de sobretensiones no dispondrán de cintas ni tubos de protección de material magnético.

10.7.4.11.2 Seccionadores de puesta a tierra

En las instalaciones en las que existan líneas aéreas de salida no equipadas con cable a tierra, pero equipadas con seccionadores de puesta a tierra conectados a la tierra general, deberán adoptarse las precauciones necesarias para evitar la posible transferencia a la línea de tensiones de contacto peligrosas durante los trabajos de mantenimiento en la misma.

10.7.4.11.3 Conjuntos protegidos por envoltente metálica

En los conjuntos protegidos por envoltente metálica deberá existir una línea de tierra común para la puesta a tierra de la envoltente, dispuesta a lo largo de toda la apartamentada. La sección mínima de dicha línea de tierra será de 25 mm², si es de cobre, y para otros materiales tendrá la sección equivalente de acuerdo con lo dictado en la presente Instrucción. (Ver apartado 3.1)

Las envoltentes externas de cada celda se conectarán a la línea de tierra común, como asimismo se hará con todas las partes metálicas que no formen parte de un circuito principal o auxiliar que deban ser puestas a tierra.

A efectos de conexión a tierra de las armaduras internas, tabiques de separación de celdas, etc., se considera suficiente para la continuidad eléctrica, su conexión por tornillos o soldadura.

Igualmente las puertas de los compartimentos de alta tensión deberán unirse a la envolvente de forma apropiada.

Las piezas metálicas de las partes extraíbles que están normalmente puestas a tierra, deben mantenerse puestas a tierra mientras el aislamiento entre los contactos de un mismo polo no sea superior, tanto a frecuencia industrial como a onda de choque, al aislamiento a tierra o entre polos diferentes. Estas puestas a tierra deberán producirse automáticamente.

10.7.4.11.4 Elementos de la construcción

Los elementos metálicos de la construcción en edificaciones que alberguen instalaciones de alta tensión, deberán conectarse a tierra de acuerdo con las indicaciones siguientes.

En los edificios de estructura metálica, ésta y los demás elementos metálicos, tales como puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas y registros, etc., deberán ser conectados a tierra.

En los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría construidos con materiales tales como hormigón armado o en masa, ladrillo o mampostería, las puertas, ventanas, escaleras, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo, siempre que en el diseño de la instalación se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta a tensión de estos elementos por causa de un defecto o avería. En los centros de transformación prefabricados según la norma UNE-EN 62271-202 estas medidas serán garantizadas por el fabricante.

En centros de transformación subterráneos, dada la dificultad que presenta la separación eléctrica entre la escalera y su tapa de acceso, es necesario disponer ambos elementos en las mismas condiciones de puesta a tierra, bien aislados de la instalación de tierra general, o bien conectados a dicha instalación.

En cualquier caso, en los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra.

10.7.4.11.5 Elementos metálicos que salen fuera de la instalación

Los elementos metálicos que salen fuera del recinto de la instalación, tales como raíles y tuberías, deben estar conectados a la instalación de tierra general en varios puntos si su extensión es grande.

Será necesario comprobar si estos elementos pueden transferir al exterior tensiones peligrosas, en cuyo caso deben adoptarse las medidas necesarias para evitarlo mediante juntas aislantes, u otras medidas, si fuera necesario.

10.7.4.11.6 Vallas y cercas metálicas

Para su puesta a tierra pueden adoptarse diversas soluciones en función de las dimensiones de la instalación y características del terreno:

- a) Pueden ser incluidas dentro de la instalación de tierra general y ser conectadas a ellas.
- b) Pueden situarse distantes de la instalación de tierra general y conectarse a una instalación de tierra separada o independiente.
- c) Pueden situarse distantes de la instalación de tierra general y no necesitar instalación de tierra para mantener los valores fijados para las tensiones de paso y contacto.

10.7.4.12 Medidas y vigilancia de las instalaciones de puesta a tierra.

10.7.4.12.1 Mediciones de las tensiones de paso y contacto aplicadas

El Director de Obra deberá verificar que las tensiones de paso y contacto aplicadas están dentro de los límites admitidos con un voltímetro de resistencia interna de mil ohmios.

Los electrodos de medida para simulación de los pies deberán tener una superficie de 200 cm² cada uno y deberán ejercer sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N cada uno.

Los equipos de medición deberán tener la opción de medir tensiones de paso y contacto aplicadas, tanto para el caso de que la persona esté calzada o descalza, mediante la inserción de las resistencias correspondientes en el circuito en cada caso.

Se emplearán fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular el defecto, de forma que se evite que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes vagabundas o parásitas circulantes por el terreno.

Consecuentemente, y a menos que se emplee un método de ensayo que elimine el efecto de dichas corrientes parásitas la intensidad inyectada no será inferior a 50 A para centrales y subestaciones y 5 A para centros de transformación. Se admitirán, no obstante, medidores de tensiones de paso y contacto que inyecten una corriente inferior, siempre que se demuestre mediante ensayos comparativos que disponen de filtros o sistemas especiales capaces de eliminar las tensiones de perturbación con el fin de lograr medidas con una fiabilidad y exactitud equivalente a la que se obtendría con una inyección de corriente elevada. En cualquier caso la incertidumbre asociada a las medidas será inferior al 20 por ciento.

Los cálculos para determinar las tensiones posibles máximas se harán suponiendo que existe proporcionalidad entre la corriente inyectada por el electrodo durante la medición, y la corriente drenada a tierra por el electrodo en caso de defecto.

Para instalaciones de tercera categoría que respondan a configuraciones tipo, como es el caso de la mayoría de los centros de transformación, el Órgano territorial competente podrá admitir que se omita la realización de las anteriores mediciones, sustituyéndolas por la correspondiente a la resistencia de puesta a tierra, si se ha establecido la correlación, sancionada por la práctica, en situaciones análogas, entre tensiones de paso y contacto y resistencia de puesta a tierra.

10.7.4.12.2 Vigilancia periódica

Las instalaciones de tierra serán comprobadas en el momento de su establecimiento y revisadas por empresas instaladoras o por empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica en caso de que se trate de instalaciones de su titularidad, al menos, una vez cada tres años a fin de comprobar el estado de las mismas. Esta verificación consistirá en una inspección visual y en la medida de la resistencia de puesta a tierra.

En aquellos casos en los que cambie sustancialmente la resistividad superficial del terreno, disminuyendo su valor, por ejemplo por ajardinamiento de la instalación, será necesario repetir las medidas de las tensiones de paso y contacto.



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 85 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

10.8.-Línea de media tensión (15kV)

10.8.1.- Descripción de la instalación

En la salida del CT se ha distribuido una canalización superficial en bandeja plástica libre de halógenos de 300x62mm y conductores de campo radial en cobre de 3x25+3x25/3mm² con aislamiento de goma 3GI3 y cubierta de PVC con pantalla semiconductor sobre conductor y aislamiento y con pantalla metálica designación UTVFLEX-R MT/RF 12/20 kV. Este es un cable especialmente diseñado para usar con arrolladores en zonas portuarias, minería, etc...

10.8.1.1 Clasificación

Esta clasificación se realiza sobre líneas subterráneas. En este caso, se realizará una relación con las instalaciones en canalización superficial, como es el caso.

Se entiende por **Tensión nominal (Un)** como el valor convencional de la tensión eficaz entre fases con que se designa la línea y a la cual se refieren determinadas características de funcionamiento.

Se entiende por **Tensión más elevada (Us)** de la línea como el mayor valor de la tensión eficaz entre fases, que puede presentarse en un instante en un punto cualquiera de la línea, en condiciones normales de explotación, sin considerar las variaciones de tensión de corta duración debidas a efectos o a desconexiones bruscas de cargas importantes.

En este caso la Tensión Nominal de la Red (**Un**) es de **15kV** y su Tensión más elevada (**Us**) de **17,5kV**, estando clasificada como **Línea de 3ª Categoría**.

Nivel de aislamiento:

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión (A.T) deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE-211435 y UNE-EN 60071-1, salvo en casos especiales debidamente justificados por el proyectista de la instalación.

Categoría de la red

Como los defectos a tierra se eliminan tan rápidamente como sea posible (antes de 1 minuto), la categoría de la Red es Categoría A.

Los cables y sus accesorios deberán designarse mediante Uo/U para proporcionar información sobre la adaptación con la apartamentada y los transformadores. A cada valor de Uo/U le corresponde una tensión soportada nominal a los impulsos de tipo rayo Up.

La tensión asignada del cable Uo/U se elegirá en función de la tensión nominal de la red (Un), o tensión más elevada de la red (Us), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra (categoría de la red).

En este caso, las tensiones relacionadas con nuestra línea son:

Tensión Nominal de la Red (U_n , kV)	Tensión más Elevada de la Red (U_s , kV)	Categoría de la Red	Características mínimas del cable y accesorios	
			U_o/U (kV)	U_o (kV)
20	24	A	8,7/15	95

,donde:

U_o : Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

U : Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios. Nota: Esta magnitud afecta al diseño de cables de campo no radial y a sus accesorios.

U_p : Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

10.8.1.2 Punto de conexión

No se observa en la instalación, ya que la línea no conecta con la red pública en ningún punto.

10.8.1.3 Tipo de cable

El tipo de cable utilizado para la línea de MT es cable especial para uso en arrolladores con aislamiento de mezcla de Goma (EPR) Tipo 3GI3 y cubierta de PVC con pantalla semiconductora sobre conductor y aislamiento y con pantalla metálica para 12/20 kV.

Este tipo de cable está especialmente diseñado para condiciones extremas como minas y puertos, como es el caso

La sección de la línea será $3 \times 25 + 3 \times 25 / 3 \text{ mm}^2$ y discurrirá bajo canal protectora de $300 \times 60 \text{ mm}^2$.

Es necesario indicar que a este cable no se le ha exigido la denominación CPR, ya que al ser un cable tan específico cumple con las normas VDE.

10.8.1.4 Trazado

El trazado de la línea desde el Centro de Transformación al monaguillo será el que se muestra en los planos y se realizará bajo canal plástica superficial de $300 \times 60 \text{ mm}^2$.

En este trazado no se observan cruces calzada, profundidad de los conductores, protección mecánica, paralelismos y cruces con otras instalaciones

10.8.1.5 Entronque

No existen entronques en la línea.

10.8.1.6 Cruzamiento y paralelismo

No se observan cruzamientos ni paralelismos de la instalación con otras instalaciones.

10.8.1.7 Canalizaciones

Como se ha indicado el cable a utilizar está especialmente diseñado para instalaciones móviles al aire libre, por lo que se instalará bajo canal, dado el carácter temporal de la instalación.

10.8.1.7.1 Aperturas y cierre de zanjas en aceras y paseos

No se observan en la instalación

10.8.1.7.2 Aperturas y cierre de zanjas en cruces de calle y carretera

No se observan en la instalación

10.8.2.- Cables subterráneos

No se observan en la instalación.

10.8.3.- Cálculos eléctricos

10.8.3.1 Características de la línea (sección, resistencia, reactancia, longitud e intensidad máxima)

Sección: 3x25+3x25/3mm²

Composición: Aislante de Goma (EPR) Tipo 3GI3 y cubierta de PVC con pantalla semiconductor sobre conductor y aislamiento y con pantalla metálica para 12/20 kV

Resistencia y reactancia:

SECTION (sq.mm)	REACTANCE - 50 Hz (Ω /km)				
	1	3	3+3	4	5
1,5	0,193	0,107	0,114	0,114	0,119
2,5	0,180	0,101	0,108	0,108	0,112
4	0,170	0,098	0,105	0,105	0,109
6	0,161	0,092	0,099	0,099	0,103
10	0,147	0,088	0,095	0,095	0,099
16	0,138	0,083	0,090	0,090	0,094
25	0,131	0,081	0,089	0,089	0,093
35	0,129	0,079	0,079	0,086	0,090
50	0,125	0,078	0,078	0,085	0,089
70	0,119	0,075	0,075	0,082	0,086
95	0,117	0,074	0,074	0,082	0,086
120	0,114	0,073	0,073	0,080	-
150	0,113	0,073	0,073	0,080	-
185	0,112	0,073	0,073	0,080	-
240	0,110	0,072	0,072	0,79	-
300	0,109	-	-	-	-

SECTION (sq.mm)	MAXIMUM RESISTANCE c.c. 20°C (Ω /km)	WORKING RESISTANCE a.c. 80°C (Ω /km)
1,5	13,7	16,93
2,5	8,21	10,14
4	5,09	6,29
6	3,39	4,19
10	1,95	2,41
16	1,24	1,53
25	0,795	0,983
35	0,565	0,699
50	0,393	0,486
70	0,277	0,343
95	0,210	0,260
120	0,164	0,203
150	0,132	0,163
185	0,108	0,134
240	0,0817	0,101

Longitud: 10m = 0,01km

Intensidad máxima: 137A

SECTION (sq.mm)	AMPACITY (A)		SHORT CIRCUIT CURRENT (kA)	
	LOW VOLTAGE	MEDIUM VOLTAGE	THERMAL LIMIT	DYNAMIC LIMIT
1,5	23	23	0,20	-
2,5	30	32	0,32	-
4	41	42	0,51	-
6	53	59	0,77	-
10	74	80	1,28	-
16	99	104	2,05	24
25	131	137	3,21	27
35	162	167	4,49	29
50	202	200	6,41	30
70	250	246	8,98	34
95	301	300	12,19	36
120	352	350	15,40	38
150	404	405	19,24	40
185	461	460	23,73	42
240	540	540	30,79	45

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 89 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

10.8.3.2 Capacidad del cable en función de la tensión e intensidad admisible

La capacidad de transporte de la línea eléctrica será, para U=15 kV:

$$S_T \times \sqrt{3} \cdot U \cdot I_m \text{ áx}$$

$$S_T \times \sqrt{3} \cdot 15000V \cdot 137A \times 3560kVA$$

$$S_T \times 3560kVA$$

10.8.3.3 Caída de tensión en función de la longitud de la línea, intensidad admisible, resistencia óhmica y reactancia

Teniendo en cuenta los siguientes datos:

R: 0,983Ω/km

X: 0,089Ω/km

Cosφ:0,9

Senφ:0,436

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) = \sqrt{3} \cdot 0,01 \cdot 137 \cdot (0,983 \cdot 0,9 + 0,089 \cdot 0,436) = 2,20V$$

Por regla de 3:

$$\Delta U = (2,20 \times 100) / 15000 = 0,014\%$$

10.8.3.4 Pérdida de potencia, en función de la intensidad resistencia longitud de la línea

La potencia perdida en la línea trifásica es 3 veces el producto de RI².

$$P_p = 3 \cdot R \cdot I^2$$

$$P_p = 3 \cdot R \cdot I^2 = 3 \cdot 0,983 \times 10^{-6} \Omega/m \cdot 137A = 0,40W/m$$

$$P_p \text{ total} = 0,40W/m \cdot 10m = 4W$$

Por regla de 3:

$$P_p = (4W \times 100) / 3204 = 0,13\%$$

10.8.3.5 Campos magnéticos en la proximidad de la instalación

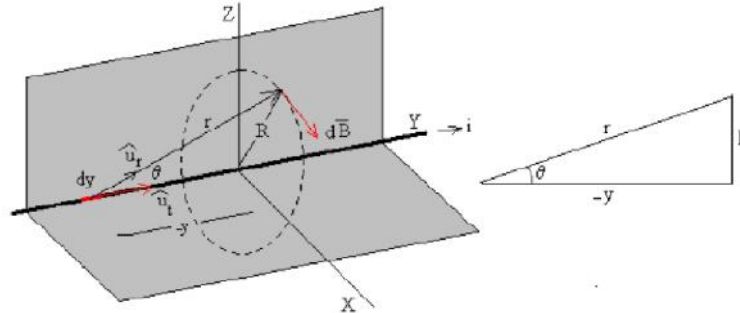
Los campos electromagnéticos, son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor. Las ecuaciones de Biot y Savart, permiten analizar el Campo que produce una corriente eléctrica:

$$B = \frac{\mu_0^j}{4 \pi} \int \frac{u_t \times u_r}{r^2} dl$$

B es el vector campo magnético existente en un punto P del espacio, ut un vector unitario cuya dirección es tangente al circuito que nos indica el sentido de la corriente en la posición donde se encuentra el elemento dl.

ur es un vector unitario que señala a posición del punto P respecto del elemento de corriente $\mu_0 / 4\pi = 10^{-7}$ en el Sistema Internacional de Unidades.

Para el cálculo del campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente i, se puede establecer de la siguiente manera:



El campo magnético B, producido en el punto P, tiene una dirección que es perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el propio punto.

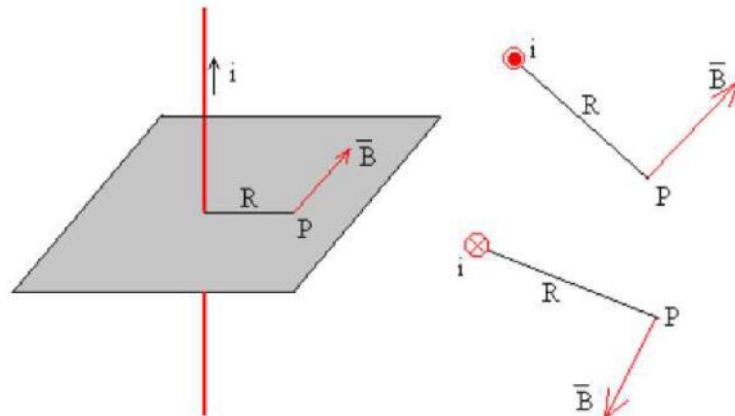
Integrado la ecuación de Biot y Savart:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\text{sen } \theta}{r^2} dy = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_0^\pi \text{sen } \theta \cdot d\theta = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$

Se integra sobre la variable θ , expresando las variables x y r en función del ángulo θ .

$$= r \times \cos \theta$$

$$= -y \times \tan \theta$$



10.8.3.5.1 Cálculo del campo magnético

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas, dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

En este Centro de transformación, se encuentran principalmente las siguientes tipologías de cableado susceptible de generar un campo electromagnético relevante:

- Cableado de Baja Tensión en las entrada del CT
- Cableado de Baja Tensión entre el cuadro de BT y el Transformador.
- Cableado de Media Tensión en la salida del CT.

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado, todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida del transformador, discurrirá trenzado de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas, se anulen entre sí. Aún así, en el siguiente apartado se justifica el campo magnético generado el cableado.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el RD 1066/2001, por el que se establece el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, Anexo II, apartado 3.1 (Cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculará como $5/f$, siendo f la frecuencia en KHz.

CUADRO 2
Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m ²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	—
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Por lo tanto:

$$B_{MAX} \times \frac{5}{f(\text{kHz})} \times \frac{5}{0,050} \times 100 \sim T$$

CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO

Para simplificar el cálculo, se considerará el caso desfavorable de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Baja Tensión.

El campo magnético generado en el Punto P, será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B_P = \sum B_{P,i} = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$

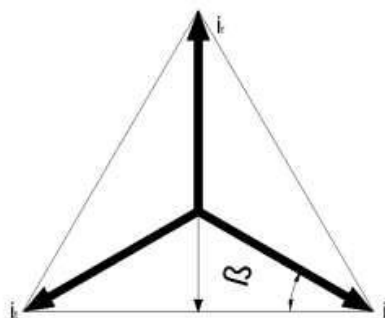
Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{P,R} = \mu \frac{i_R}{2\pi r}$$

$$B_{P,S} = \mu \frac{i_S}{2\pi d}$$

$$B_{P,T} = \mu \frac{i_T}{2\pi d}$$

Teniendo en cuenta que la permeabilidad magnética del aire es similar a la del vacío ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$) y que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene que:



Por lo que teniendo en cuenta que $\beta=30^\circ$:

$$i_s = i_t = -i_r \times \text{sen } 30 = -i_r / 2$$

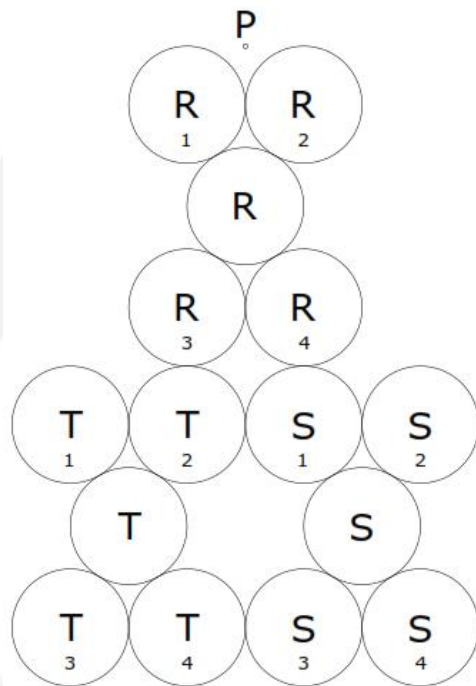
CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR CABLEADO DE BT A LA ENTRADA DEL CT

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por un conjunto de 15 cables unipolares (5 por fase) de cobre y 150mm^2 para una línea trifásica de Baja Tensión, en un punto P situado en la parte exterior de la línea.

Se considera, según datos de fabricante (p.e. Cervi), que el cable unipolar del tipo indicado de 150mm^2 tiene un diámetro de 21,3mm y una intensidad admisible enterrado de 386A:

Normalmente se suele realizar el cálculo con los cables juntos y con los cables en tubo ya que son las configuraciones típicas en los CTs. Pero en este caso se calculará sólo juntos, ya que es la única manera (y la más desfavorable) que se encontrará en la instalación.

Se supondrá que la disposición de los cables y la situación del punto de cálculo son los siguientes.



Se ha realizado el cálculo con el punto de cálculo en el lugar señalado en la imagen a 30cm sobre ese punto y a 50cm sobre el punto. En los dos primeros el valor del campo fue superior a $100\mu\text{T}$, mientras que a 50cm se observa que el campo es inferior a este valor:

Circuito 1							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	-0,01	Yr	-0,51	Rr	0,51	
conductor S	Xs	0,01	Ys	-0,57	Rs	0,57	
conductor T	Xt	-0,03	Yt	-0,57	Rt	0,57	
Orden de fases							
fases	ángulo		rads	°		coseno	
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	386	A		Valor max	545,9	
valor del campo magnético instantáneo en T							
B_{RX}	2,137E-04		B_{RY}	4,4788E-06			
B_{SX}	-9,592E-05		B_{SY}	1,8041E-06			
B_{TX}	-9,565E-05		B_{TY}	-5,3803E-06			
B_X	2,215E-05		B_Y	9,0260E-07			
Constantes de cálculo							
C _{PRX}	1,95762		C _{PRY}	0,04102			
C _{PSX}	1,75716		C _{PSY}	-0,03305			
C _{PTX}	1,75223		C _{PTY}	0,09856			
C _{AX}	0,20293		C _{AY}	0,00827			
C _{BX}	0,00426		C _{BY}	-0,11397			
Valor eficaz del campo μT del circuito 1							
Bef	17,982						
Circuito 2							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	0,01	Yr	-0,51	Rr	0,51	
conductor S	Xs	0,03	Ys	-0,57	Rs	0,57	
conductor T	Xt	-0,01	Yt	-0,57	Rt	0,57	
Orden de fases							
fases	ángulo		rads	°		coseno	
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	386	A		Valor max	545,9	
valor del campo magnético instantáneo en T							
B_{RX}	2,137E-04		B_{RY}	-4,4788E-06			
B_{SX}	-9,565E-05		B_{SY}	5,3803E-06			
B_{TX}	-9,592E-05		B_{TY}	-1,8041E-06			
B_X	2,215E-05		B_Y	-9,0260E-07			
Constantes de cálculo							
C _{PRX}	1,95762		C _{PRY}	-0,04102			
C _{PSX}	1,75223		C _{PSY}	-0,09856			
C _{PTX}	1,75716		C _{PTY}	0,03305			
C _{AX}	0,20293		C _{AY}	-0,00827			
C _{BX}	-0,00426		C _{BY}	-0,11397			
Valor eficaz del campo μT del circuito 2							
Bef	17,982						

 VISADO TF29086/00
 FECHA 21-02-2019
 Pag. 95 de 305

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.


Circuito 3							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	-0,01	Yr	-0,55	Rr	0,55	
conductor S	Xs	0,01	Ys	-0,61	Rs	0,61	
conductor T	Xt	-0,03	Yt	-0,61	Rt	0,61	
Orden de fases							
fases	ángulo	rads		º	coseno		
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	386	A	Valor max		545,8812	
valor del campo magnético instantáneo en T							
B_{RX}	1,993E-04	B_{RY}	3,8942E-06				
B_{SX}	-9,008E-05	B_{SY}	1,5911E-06				
B_{TX}	-8,986E-05	B_{TY}	-4,7466E-06				
B_X	1,936E-05	B_Y	7,3871E-07				
Constantes de cálculo							
CPRX	1,82545	CPRY	0,03567				
CPSX	1,65019	CPSY	-0,02915				
CPTX	1,64612	CPTY	0,08695				
CAX	0,17730	CAY	0,00677				
CBX	0,00353	CBY	-0,10054				
Valor eficaz del campo μT del circuito 3							
Bef	15,746						

Circuito 4							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	0,01	Yr	-0,55	Rr	0,55	
conductor S	Xs	0,03	Ys	-0,61	Rs	0,61	
conductor T	Xt	-0,01	Yt	-0,61	Rt	0,61	
Orden de fases							
fases	ángulo	rads		º	coseno		
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	386	A	Valor max		545,9	
valor del campo magnético instantáneo en T							
B_{RX}	1,993E-04	B_{RY}	-3,8942E-06				
B_{SX}	-8,986E-05	B_{SY}	4,7466E-06				
B_{TX}	-9,008E-05	B_{TY}	-1,5911E-06				
B_X	1,936E-05	B_Y	-7,3872E-07				
Constantes de cálculo							
CPRX	1,82545	CPRY	-0,03567				
CPSX	1,64612	CPSY	-0,08695				
CPTX	1,65019	CPTY	0,02915				
CAX	0,17730	CAY	-0,00677				
CBX	-0,00353	CBY	-0,10054				
Valor eficaz del campo μT del circuito 4							
Bef	15,746						

 VISADO TF29086/00
 FECHA 21-02-2019
 Pag. 96 de 305

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Campo Total a 50cm:

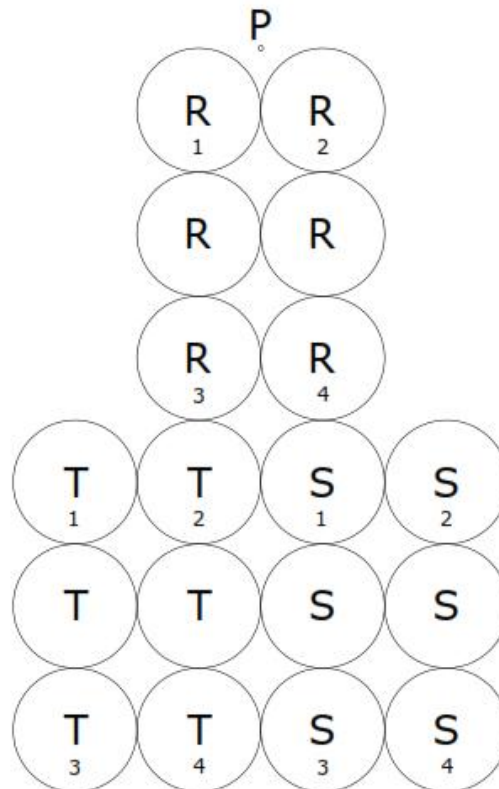
campo total de los cuatro circuitos			
Valor instantáneo			
Bx	8,302E-05	By	-7,084E-12
constantes de cálculo para todos los circuitos			
CAX	415,116	CAY	0,000
CBX	0,000	CBY	-234,203
Bef	67,404	μT	

CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR EL PUENTE DE BT

En este caso la línea estará formada por un conjunto de 18 cables unipolares (6 por fase) de cobre y 240mm² para una línea trifásica de Baja Tensión, en un punto P situado en la parte exterior de la línea.

Se considera, según datos de fabricante (p.e. General Cable), que el cable unipolar del tipo indicado de 240mm² tiene un diámetro de 26,6mm y la intensidad que circulará por ellos será la máxima admitida por el CT, es decir 1719A, como ya se calculó.

La configuración será la siguiente:



Circuito 1							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	-0,01	Yr	-1,21	Rr	1,21	
conductor S	Xs	0,01	Ys	-1,29	Rs	1,29	
conductor T	Xt	-0,04	Yt	-1,29	Rt	1,29	
Orden de fases							
fases	ángulo		rads	°		coseno	
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	1719	A		Valor max	2431,0	
valor del campo magnético instantáneo en T							
B_{RX}	4,007E-04		B_{RY}	4,3922E-06			
B_{SX}	-1,880E-04		B_{SY}	1,9334E-06			
B_{TX}	-1,878E-04		B_{TY}	-5,7954E-06			
B_X	2,488E-05		B_Y	5,3023E-07			
Constantes de cálculo							
C _{PRX}	0,82410		C _{PRY}	0,00903			
C _{PSX}	0,77325		C _{PSY}	-0,00795			
C _{PTX}	0,77260		C _{PTY}	0,02384			
C _{AX}	0,05117		C _{AY}	0,00109			
C _{BX}	0,00057		C _{BY}	-0,02753			
Valor eficaz del campo μT del circuito 1							
Bef	19,982						

Circuito 2							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	0,01	Yr	-1,21	Rr	1,21	
conductor S	Xs	0,04	Ys	-1,29	Rs	1,29	
conductor T	Xt	-0,01	Yt	-1,29	Rt	1,29	
Orden de fases							
fases	ángulo		rads	°		coseno	
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	1719	A		Valor max	2431,0	
valor del campo magnético instantáneo en T							
B_{RX}	4,007E-04		B_{RY}	-4,3922E-06			
B_{SX}	-1,878E-04		B_{SY}	5,7954E-06			
B_{TX}	-1,880E-04		B_{TY}	-1,9334E-06			
B_X	2,488E-05		B_Y	-5,3023E-07			
Constantes de cálculo							
C _{PRX}	0,82410		C _{PRY}	-0,00903			
C _{PSX}	0,77260		C _{PSY}	-0,02384			
C _{PTX}	0,77325		C _{PTY}	0,00795			
C _{AX}	0,05117		C _{AY}	-0,00109			
C _{BX}	-0,00057		C _{BY}	-0,02753			
Valor eficaz del campo μT del circuito 2							
Bef	19,982						

 VISADO TF29086/00
 FECHA 21-02-2019
 Pag. 98 de 305

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.


Circuito 3							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	-0,01	Yr	-1,27	Rr	1,27	
conductor S	Xs	0,01	Ys	-1,35	Rs	1,35	
conductor T	Xt	-0,04	Yt	-1,35	Rt	1,35	
Orden de fases							
fases	ángulo	rads		°	coseno		
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	1719	A	Valor max		2431,0098	
valor del campo magnético instantáneo en T							
B_{RX}	3,839E-04		B_{RY}	4,0310E-06			
B_{SX}	-1,806E-04		B_{SY}	1,7837E-06			
B_{TX}	-1,804E-04		B_{TY}	-5,3468E-06			
B_X	2,289E-05		B_Y	4,6783E-07			
Constantes de cálculo							
CPRX	0,78949		CPRY	0,00829			
CPSX	0,74270		CPSY	-0,00734			
CPTX	0,74212		CPTY	0,02199			
CAX	0,04708		CAY	0,00096			
CBX	0,00050		CBY	-0,02540			
Valor eficaz del campo μT del circuito 3							
Bef	18,394						

Circuito 4							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	0,01	Yr	-1,27	Rr	1,27	
conductor S	Xs	0,04	Ys	-1,35	Rs	1,35	
conductor T	Xt	-0,01	Yt	-1,35	Rt	1,35	
Orden de fases							
fases	ángulo	rads		°	coseno		
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	1719	A	Valor max		2431,0	
valor del campo magnético instantáneo en T							
B_{RX}	3,839E-04		B_{RY}	-4,0310E-06			
B_{SX}	-1,804E-04		B_{SY}	5,3469E-06			
B_{TX}	-1,806E-04		B_{TY}	-1,7837E-06			
B_X	2,289E-05		B_Y	-4,6783E-07			
Constantes de cálculo							
CPRX	0,78949		CPRY	-0,00829			
CPSX	0,74212		CPSY	-0,02199			
CPTX	0,74270		CPTY	0,00734			
CAX	0,04708		CAY	-0,00096			
CBX	-0,00050		CBY	-0,02540			
Valor eficaz del campo μT del circuito 4							
Bef	18,394						

 VISADO TF29086/00
 FECHA 21-02-2019
 Pag. 99 de 305

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Se ha realizado el cálculo con el punto de cálculo en el lugar señalado en la imagen y a 1,20cm, ya que se ha observado que es donde el campo es menor a 100 μ T:

Campo a 1,20cm:

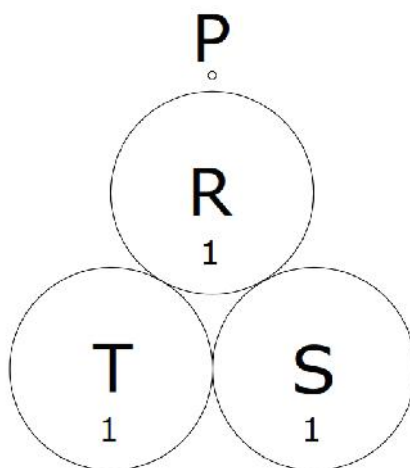
campo total de los cuatro circuitos			
Valor instantáneo			
B _X	9,554E-05	B _Y	-4,487E-12
constantes de cálculo para todos los circuitos			
C _{AX}	477,692	C _{AY}	0,000
C _{BX}	0,000	C _{BY}	-257,365
B_{ef}	76,736	μT	

CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR EL PUENTE DE MT

En este caso la línea estará formada por un conjunto de 3 cables unipolares (1 por fase) de cobre y 150mm² para una línea trifásica de Media Tensión, en un punto P situado en la parte exterior de la línea.

Se considera, según datos de fabricante (p.e. General Cable), que el cable unipolar del tipo indicado de 150mm² tiene un diámetro de 33,6mm y la intensidad que circulará por ellos será la máxima admitida por el CT, es decir 48,11A, como ya se calculó.

La configuración será la siguiente:



Se ha realizado el cálculo con el punto de cálculo en el lugar señalado en la imagen y a 1,20cm, ya que se ha observado que es donde el campo es menor a 100 μ T:

Circuito 1							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	0,00	Yr	-0,32	Rr	0,32	
conductor S	Xs	0,02	Ys	-0,35	Rs	0,35	
conductor T	Xt	-0,02	Yt	-0,35	Rt	0,35	
Orden de fases							
fases	ángulo	rads			º	coseno	
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	48,11	A	Valor max		68,0	
valor del campo magnético instantáneo en T							
BRX	4,259E-05		BRY	0,0000E+00			
Bsx	-1,947E-05		Bsy	9,3286E-07			
BTX	-1,947E-05		Bty	-9,3286E-07			
Bx	3,645E-06		By	-1,2705E-21			
Constantes de cálculo							
CPRX	3,12989		CPRY	0,00000			
CPSX	2,86205		CPSY	-0,13711			
CPTX	2,86205		CPTY	0,13711			
CAX	0,26784		CAY	0,00000			
CBX	0,00000		CBY	-0,23747			
Valor eficaz del campo μT del circuito 1							
Bef	3,444						

Campo a 30cm:

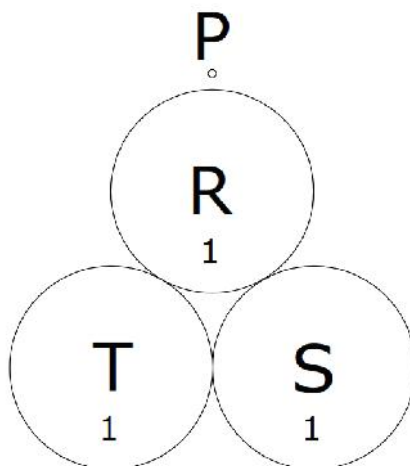
campo total de los cuatro circuitos			
Valor instantáneo			
Bx	3,645E-06	By	-1,271E-21
constantes de cálculo para todos los circuitos			
CAX	18,223	CAY	0,000
CBX	0,000	CBY	-16,157
Bef	3,444	μT	

CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR CABLEADO MT FUERA DEL CT

En este caso la línea estará formada por un conjunto de 3 cables unipolares (1 por fase) de cobre y 25mm² para una línea trifásica de Media Tensión, en un punto P situado en la parte exterior de la línea.

Se considera, según datos de fabricante (p.e. Cervi), que el cable unipolar del tipo indicado de 25mm² tiene un diámetro de 12mm y la intensidad que circulará por ellos será la máxima admitida por el CT, es decir 48,11A, como ya se calculó.

La configuración será la siguiente:



A 30cm el campo será:

Circuito 1							
POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, Unidades en m							
punto de medida	X	0,00	Y	0,00			
conductor R	Xr	0,00	Yr	-0,31	Rr	0,31	
conductor S	Xs	0,01	Ys	-0,32	Rs	0,32	
conductor T	Xt	-0,01	Yt	-0,32	Rt	0,32	
Orden de fases							
fases	ángulo		rads	º		coseno	
R(04)	wt	0	π	0,0000	0	coswt	1
S(08)	wt-2 π /3	- 2/3		-2,0944	-120	cos (wt-2 π /3)	-0,5
T(12)	wt-4 π /3	-1 1/3		-4,1888	-240	cos (wt-4 π /3)	-0,5
Intensidad eficaz	I	48,11	A		Valor max		68,0
valor del campo magnético instantáneo en T							
BRX	4,432E-05		BRy	0,0000E+00			
BSX	-2,143E-05		BSy	4,0507E-07			
BTX	-2,143E-05		BTy	-4,0507E-07			
Bx	1,468E-06		By	-5,8234E-22			
Constantes de cálculo							
CPRX	3,25733		CPRy	0,00000			
CPSX	3,14947		CPSy	-0,05954			
CPTX	3,14947		CPTy	0,05954			
CAX	0,10786		CAY	0,00000			
CBX	0,00000		CBY	-0,10312			
Valor eficaz del campo μT del circuito 1							
Bef	1,436						

VISADO TF29086/00
 FECHA 21-02-2019
 Pag. 102 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



CAMPO A 30cm:

campo total de los cuatro circuitos			
Valor instantáneo			
Bx	1,468E-06	By	-5,823E-22
constantes de cálculo para todos los circuitos			
CAX	7,338	CAY	0,000
CBX	0,000	CBY	-7,016
Bef	1,436	μT	

10.8.3.5.2 Conclusión

Los cálculos anteriormente mostrados se realizan buscando justificar que el campo electromagnético no supere el valor de 100μT “especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos”, dado que se quiere cumplir el RD. 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

Pero en este caso, el CT no se ubica en un edificio, sino que forma parte de una instalación móvil y temporal situada en un puerto

Restricción a las emisiones radioeléctricas

Como se observó en cálculos:

Cálculo cables BT: su valor está por debajo del valor máximo a una distancia de 50cm en caso de discurrir juntos. La instalación cumple la restricción ya que no se observa la estancia de otras instalaciones a una distancia inferior a 50cm.

Cálculo puente BT: su valor está por debajo del valor máximo a una distancia de 1,20cm. Dado que este conductor sólo discurre por el interior del CT, sus emisiones sólo podrían afectar a los elementos del propio CT. Dadas las características de la instalación, su influencia no es relevante para el resto de elementos, por lo que la instalación la instalación cumple la restricción.

Cálculo puente MT: su valor está por debajo del valor máximo a una distancia de 0,30cm. Dado que este conductor sólo discurre por el interior del CT, sus emisiones sólo podrían afectar a los elementos del propio CT. Dadas las características de la instalación, su influencia no es relevante para el resto de elementos, por lo que la instalación la instalación cumple la restricción.

Cálculo cables MT: su valor está por debajo del valor máximo a una distancia de 30cm. La instalación cumple la restricción ya que no se observa la estancia de otras instalaciones a una distancia inferior a 30cm.

Protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas

Según el artículo 6 del 1066/2001, el fin de la protección sanitaria es garantizar la adecuada protección de la salud del público en general, se aplicarán los límites de exposición que figuran en el anexo II. Como ya se ha visto, el límite es 100µT.

Como se indicó al inicio de este apartado, el CT no se ubica en un edificio, sino que forma parte de una instalación móvil y temporal situada en un puerto. El acceso a sus alrededores estará totalmente restringido a trabajadores autorizados que accederán para el montaje, mantenimiento y desmontaje de la instalación, no permaneciendo cerca del CT por largos periodos.

Por este motivo el campo generado en el CT será casi o totalmente imperceptible para los usuarios de la instalación.

Por todo esto se considera que el CT cumple con la normativa establecida.

10.8.3.5.3 Ensayos y Pruebas

Tras la ejecución del centro de transformación y durante las pruebas de puesta en marcha, se realizarán mediciones de campo eléctrico total por empresa especializada para comprobación de los niveles según RD 1066/2001.

10.8.3.6 Cálculos del nivel de ruido transmitido al exterior en la instalación

El nivel sonoro del centro de transformación proyectado cumplirá la normativa municipal sobre ruidos y legislación de la comunidad autónoma vigente, además el fabricante aportará el certificado correspondiente al nivel de ruido emitido.

Se observa que el único elemento capaz de producir ruido en la instalación es el transformador del CT, y este ha sido diseñado de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el RD 1367/2007 por el que se desarrolla la ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

También se tomarán en consideración los niveles sonoros permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas si estos fuesen más restrictivos.

Según la Ordenanza de protección del medio ambiente contra la emisión de ruidos y vibraciones del Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife, en su Sección 1! "Ruidos en ambiente exterior":

ACTIVIDAD	TRANSMISIÓN	
	DÍA	NOCHE
Industrial	70	55
Servicios urbanos admin	65	55
Actividades comerciales	65	55
Residencias		
Serv. terciarios no comerciales		
Equipamiento no sanitario	55	45
Equipamiento sanitario	45	35

Se considerará como exterior:

- a) En caso de una fuente individual instalada en el exterior:

Un punto ubicado a 1 metro de distancia de la superficie limitante de la fuente o cabina de insonorización instalada a tal efecto.

- b) En caso de fuentes múltiples, distribuidas en el exterior:

Cualquier punto del exterior cuya distancia a la superficie limitante de cualquiera de las fuentes o cabina de insonorización no sea menor a 1 metro.

- c) En caso de actividad industrial, comercial u oficinas:

Cualquier punto ubicado a 1 metro de la fachada del respectivo edificio.

Cuando el ruido sea producido por fuentes múltiples, de distintos propietarios, cada uno deber aportar el aislamiento adecuado para satisfacer las condiciones especificadas en el punto b) de este artículo.

La medida se realizará colocando las fuentes de ruido a la máxima potencia nominal de utilización. En el caso de medición en fachadas de industrias, negocios u oficinas las ventanas y puertas deberán permanecer en el estado de utilización normal en el que transmita al exterior el máximo nivel de ruido. En el caso de fuentes múltiples de un sólo propietario, el ayuntamiento podrá establecer un coeficiente de simultaneidad de uso que considere adecuado a las circunstancias.

Teniendo en cuenta que se considera uso Industrial, el valor máximo de ruido, en el caso más desfavorable, no puede sobrepasar los 55dBA.

Según la Tabla B1 del RD 1367/2007 el valor límite de inmisión permitido es 55dBA.

Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades

Tipo de área acústica	Índices de ruido		
	L _{K,d}	L _{K,e}	L _{K,r1}
e Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	50	50	40
a Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	65	65	55

Por lo tanto, según ambas normativas, la emisión de ruido máxima debe ser **55dBA**.

Según el fabricante, un transformador de 1250kVA como es el caso, produce un ruido de:

$$R_{ct} = 67\text{dBA}$$

Como el transformador se encuentra en envoltorio de acero, tenemos que la masa por unidad de superficie, considerando chapa de un grosor de 0,5mm, es de 4,89 kg/m² (<1509 kg/m²), la resistencia acústica que este elemento ofrece es de:

$$R_a = 16,6 \log m + 5 \text{ [dBA]}$$

$$R_a = 16,6 \log(300) + 5(\text{dBA}) = 16,45 \text{ dBA}$$

$$R_a = 16,45 \text{ dBA}$$

Por lo tanto, el ruido en el exterior del CT será de:

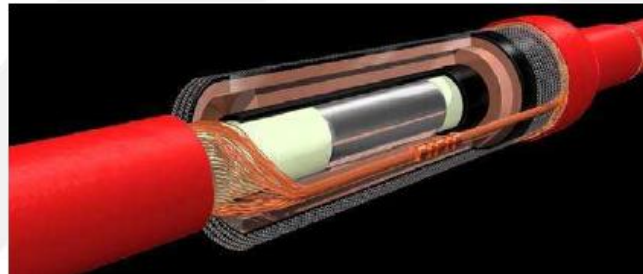
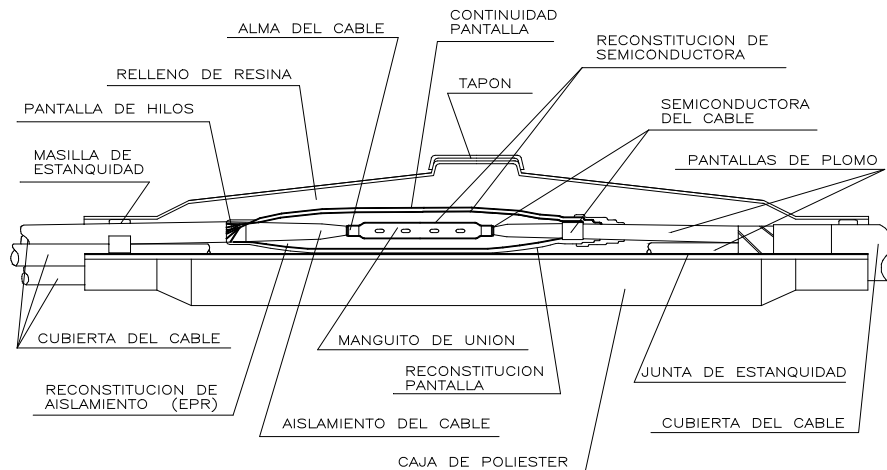
$$R_e = R_{ct} - R_a = 67\text{dBA} - 16,45\text{dBA} = 50,55\text{dBA} < 55\text{dBA}$$

Por lo tanto, se verifica que el nivel de ruido transmitido al exterior de la instalación es inferior al límite máximo reglamentario.

10.8.4.- Empalmes

Los empalmes se realizarán mediante manguitos homologados. Según el fabricante para cables de media tensión 12/20 kV (máx. 24 kV) unipolares de aislamiento seco se dispone de un empalme premoldeado retráctil en frío. Las partes fundamentales de este tipo de empalme son:

- Funda de protección exterior: funda retráctil sobre el empalme formando una capa externa de protección.
- Masilla aislante: sellado de masilla aplicado sobre la cubierta exterior del cable como protección contra la humedad.
- Cinta de trenza de cobre: aplicada con un 50% de solape sobre el aislamiento moldeado para restablecer la pantalla.
- Conector: conector de compresión (para conductores de cobre o de aluminio).
- Aislamiento premoldeado: usado para el control del campo eléctrico, aísla y protege los conductores unidos.



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 107 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

10.8.5.- Terminales

Media Tensión

La conexión de las celdas con la línea de MT se realizará mediante bornas enchufables normalizadas, como el EUROMOLD de 24kV, tipo enchufable recto, modelo K-152.

La unión de la celda de protección con el transformador se realizará con:

- Terminal al transformador: EUROMOLD de 24kV, tipo cono difusor, modelo OTK.
- Terminal a la celda: EUROMOLD de 24kV, tipo enchufable recto, modelo K-152.

Cada kit contiene suficientes componentes para terminar tres fases de un cable (3 unipolares o un tripolar), e incluye:

- Relleno para control de gradiente;
- Tubos moldeados;
- Fundas de protección de sellado y para conductor (para 3 fases);
- Instrucciones de instalación.

El expansor es reutilizable y por lo tanto se vende por separado al igual que el cartucho de gas.

Ventajas de los terminales de goma expandida.

- No se requiere calor: a diferencia de los termoretráctiles que requieren pesadas botellas de gas.

- Tiempo ilimitado de almacenamiento: a diferencia de los sistemas pre-expandidos que podrían adquirir una rigidez permanente.
- Técnica simple de instalación: evitando por ejemplo sobrecalentamientos cuando se instalan los termo-retráctiles.
- Herramienta de instalación reutilizable: a diferencia de los productos pre-expandidos en los que se paga por la herramienta de expansión con cada kit.
- Amplio rango de utilización: por ejemplo de 120 a 400 mm² en 11 kv.
- Presión circular constante: continúa agarrado al cable a diferencia de los sistemas termo-retráctiles que al enfriarse no pueden seguir cualquier movimiento ulterior.



Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizará de acuerdo con la técnica de fabricación correspondiente al diseño. El fabricante indicará las características de los materiales usados para la confección de empalmes así como sus verificaciones y ensayos.

El engastado de las piezas metálicas se efectuará mediante compresión por punzonado profundo escalonado.

En general, el manguito de unión de pantalla será de cobre estañado para ser engastado por compresión. Estas piezas se suministrarán como parte integrante del conjunto.

Los empalmes deberán poder soportar las corrientes de cortocircuito de red de 1.000 A durante 1 seg. un defecto fase-tierra. Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable, tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando oclusiones de aire.

Los empalmes deberán sellar totalmente tanto el cable como el conductor. En los empalmes, no se admitirá que el aislamiento o la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma y dimensiones dependan de la habilidad del operario, salvo en aquellos en los que sea preciso la utilización de cintas como soporte básico para reconstruir el aislamiento (p.e. resina inyectada). Además solo se aceptarán éstas como elementos de sellado, cierre o relleno, debiendo ser de características autosoldables y antisurco, en su caso.

Las características constructivas de cada empalme vendrán definidas en las instrucciones que entregue el fabricante, mencionando el tipo de reconstitución del aislamiento, de la pantalla, de las capas semiconductoras y de la cubierta. Se considerarán dos tipos de contracción, termorretráctil o contráctil en frío.

Los empalmes y terminales objeto de esta Norma, se ejecutarán siguiendo en cada caso las instrucciones del fabricante, ya que al ser prefabricados, cada uno necesita unas condiciones de montaje diferentes en función del sistema de construcción.

Debido a la gran variedad de los sistemas disponibles en el mercado, habrá que tener en cuenta entre otras las siguientes recomendaciones:

- No se emplearán empalmes en que el aislamiento y/o la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma y dimensiones dependan de la habilidad del operario.
- Se valorará positivamente que los empalmes tengan las menos piezas posibles cuando se esté montando en condiciones de elevada humedad o sobre terreno encharcado.
- Elección de la longitud del empalme en relación con el lugar donde se va a instalar.
- No se emplearán termorretráctiles en zanjas con proximidad de tuberías de gas.

11.- MONAGUILLO

Como se ha comentado, la instalación de MT objeto de este proyecto terminará en el "Monaguillo", que es el terminal al que se conectará el buque durante su estancia en el puerto.

Este elemento estará formado por 3 partes básicas:

- La cabina, donde se ubican las protecciones
- La base, que recibirá la toma
- La toma (enchufe), que está fuera del alcance de este proyecto

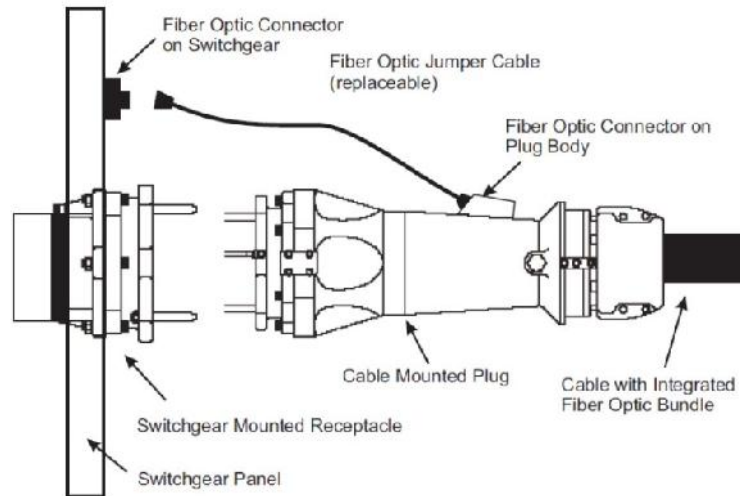
En nuestro caso, la toma de corriente tipo monaguillo tipo SS-22/EN-500/0-0 de 25kV compuesto por:

- La cabina soporte tipo monaguillo en chapa plegada de 3mm de espesor y soldada en AISI304 y posteriormente pintadas en gris RAL 7031 (C5I)
- La Base de enchufe tipo EN-500/0-0 empotrable III+T+3 pilotos con tapa protección IP65.



Los contactos piloto de la base irán cableados hasta la regleta de bornas, los cuales servirán como enclavamiento entre clavija y base para permitir el conexionado del interruptor de protección.

Pilotos luminosos señalizando cuando está conectada a la tensión.



WEIGHT AND DIMENSIONS

Weight: 22,7kg **Length:** 635mm **Width:**241mm **Height:** 254mm

RATINGS

25kv/700Amp IP66

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 110 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

TEST DATA

<p><u>AC Withstand:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 Kv 1 minute • 40Kv 6 hours 	<p><u>Basic Impulse Level:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 125 Kv B.I.L
<p><u>Short Circuit:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 KA for 0.3 second 	<p><u>Earth Through Fault</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 8 KA for 0,2 seconds
<p><u>Environmental Test</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 1p66/67h testing to IEC 60529 	<p><u>Heat Rise:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 700 Amps after 100cycles contact pre-conditions at 45k over ambient and no more than 10k over conductor.

LOUVERED CONTACT BANDING

- Higher current carrying capacity.
- Lower contact pressure
- Improved short circuit performance

Santa Cruz de Tenerife (España), Febrero de 2019



José Julio Brossa Gutierrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 111 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS



FICHA RESUMEN MT

LÍNEA ÁEREA DE MEDIA TENSIÓN (Nueva o desmantelamiento):

Titular:						
Carácter						
Línea:						
Tramo:						
Recorrido:						
Tipo de línea	Tensión	Origen	Final	Conductor- Sección	Circuito	Longitud
Aérea						

LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN (Nueva):

Titular:	Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife					
Carácter	Privada (no conectada a Red de Distribución)					
Línea:	Se instalará en superficie en canal aislante ya que será una instalación no permanente.					
Origen	Centro de Transformación propio no conectado a Red					
Final:	Monaguillo (no conectado a Red)					
Recorrido:	Según Planos					
Tipo de línea	Tensión	Conductor	Sección	Longitud	Circuito	Aislamiento
Subterránea	15 kV	Cu		m	Simple	

NEVO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

Titular:	Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife					
Carácter	Privado (no conectado a Red de Distribución)					
Ubicación/es:	Puerto de S/C TF junto a la Terminal de Carga Rodada (TCR) en el Muelle de la Ribera.					
Tipología:	Aislado					
Aparamenta	Configuración			Aislamiento		
SF6	P-L			Simple		
Potencia Transformador	Relación de Transformación			Medida		
1250kVA	0,42/15kV			MT/BT		

REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN / ENTREGA / SECCIONAMIENTO:

Código:						
Ubicación/es:						
Tipología:						
Aparamenta Actual	Configuración Actual			Transformador Actual		
Aparamenta Prevista	Nueva Configuración			Transformador Previsto		
Relación de Transformación	Aislamiento			Medida		

VISADO TF29086/00
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.





ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 115 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



ÍNDICE

1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.	5
2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD	5
2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.	5
2.2.- PRESUPUESTO DE CONTRATO ESTIMADO.	5
2.3.- DURACIÓN ESTIMADA Y Nº DE TRABAJADORES.	5
2.4.- VOLUMEN DE LA OBRA ESTIMADO.	5
3.- RECURSOS CONSIDERADOS.	5
3.1.- ENERGÍAS Y FLUIDOS.	5
3.2.- MANO DE OBRA.	6
3.3.- HERRAMIENTAS.	6
4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS	7
5.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA	8
6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.	11
6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.	12
6.2.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.	12
6.2.1.- Estabilidad y solidez.	12
6.2.2.- Instalaciones de suministro y reparto de energía.	12
6.2.3.- Vías y salidas de emergencia.	13
6.2.4.- Detección y lucha contraincendios.	13
6.2.5.- Ventilación.	13
6.2.6.- Exposición a riesgos particulares.	14
6.2.7.- Temperatura.	14
6.2.8.- Iluminación.	14
6.2.9.- Puertas y portones.	15
6.2.10.- Vías de circulación y zonas peligrosas.	15
6.2.11.- Muelles y rampas de descarga.	16
6.2.12.- Espacio de trabajo	16
6.2.13.- Primeros auxilios.	16
6.2.14.- Servicios higiénicos.	16
6.2.15.- Locales de descanso o de alojamiento.	17
6.2.16.- Mujeres embarazadas y madres lactantes.	18
6.2.17.- Trabajos de minusválidos.	18
6.2.18.- Disposiciones varias.	18
6.2.19.- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obras en el interior de locales.	18
7.- NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA.	19
7.1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA	19
7.1.1.- Riesgos más frecuentes durante la instalación.	19

7.1.2.- Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación.	19
7.1.3.- Normas de Actuación Preventiva.	20
7.1.4.- Intervención en instalaciones eléctricas	21
7.1.5.- Herramientas Eléctricas Portátiles:	21
7.1.6.- Herramientas Eléctrica Manuales:	22
7.1.7.- Lámparas Eléctricas Portátiles:	22
7.1.8.- Medios de Protección Personal.	23
7.1.9.- Medios de protección	24
8.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.	26
9.- REVISIONES Y/O MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	45

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 117 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En cumplimiento de lo dispuesto en el Art.4 Ap.2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se redacta el presente estudio de Seguridad y Salud.

El estudio precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia. Además se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD

Conjunto de trabajos de construcción relativos a acopios, premontaje, transporte, elevación, montaje, puesta en obra.

2.1.- Descripción de la obra.

Instalación de MT

2.2.- Presupuesto de contrato estimado.

Se trata de una obra cuyo presupuesto de ejecución material (PEM) estimado, asciende a la cantidad de **SESENTA MIL NOVECIENTOS OCHO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS (60.908,80 €)**

2.3.- Duración estimada y nº de trabajadores.

Se calcula factible su realización en un plazo de 30 días, con una media de 2 operarios durante la ejecución de la misma.

2.4.- Volumen de la obra estimado.

Establecer el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal, la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra. estimándose en 60 jornadas.

3.- RECURSOS CONSIDERADOS.

3.1.- Energías y fluidos.

- Agua.
- Electricidad.
- Combustibles líquidos (gasoil, gasolina).
- Esfuerzo humano.

3.2.- Mano de obra.

Responsable técnico.
Mando Intermedio.
Oficial.
Peones especialistas.

3.3.- Herramientas.

Eléctricas portátiles

Esmeriladora radial para metales.
Taladradora.
Martillo picador eléctrico.
Multímetro
Chequeador portátil de la instalación

Herramientas combustibles.

Pistola clavadora.
Equipo de soldadura de propano o butano.

Herramientas de mano.

Sierra de arco para metales.
Cizallas.
Palancas.
Caja completa de herramientas.
Reglas, escuadras, nivel, plomada.
Cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.

Herramientas de tracción.

Ternales, trócolas y poleas.

Maquinaria.

Motores eléctricos.
Motores de explosión.
Sierra de metales, grúa, cabrestante.
Excavadora

Medios Auxiliares.

- Andamio de estructura tubular.
- Andamio rodante.
- Andamio de borriquetas.
- Toldos, redes, cuerdas.
- Escaleras de mano.
- Grúas.
- Cabrestante.
- Montacargas.
- Señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos.
- Letreros de advertencia a terceros.

4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de "Riesgos de accidente y enfermedad profesional", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto "Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

GRADO DE RIESGO		Severidad		
		Alta	Media	Baja
Probabilidad	Alta	<i>Muy Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>
	Media	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>
	Baja	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>	<i>Muy Bajo</i>

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

- (Alto) Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.

- (Medio) Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.

- (Bajo) Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.

- Alta: Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.

- Media: Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.

- Baja: Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.

- N/P: Riesgo que no procede.

5.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Tras el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

EVALUACIÓN DE RIESGOS											
Actividad: INSTALACION DE BT											
Centro de trabajo: Local						Evaluación nº: 1					
Sección:											
Puesto de Trabajo: Electricista						Fecha: 14/03/19					
Evaluación:		Periódica									
X		Inicial		x		Hoja nº: 1					
Riesgos				Probabilidad				Severidad			Evaluación
	A	M	B	N/P	A	M	B	G. Riesgo			
01.- Caídas de personas a distinto nivel			X		X			MODERA.			
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		MEDIA			
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento			X		X			MEDIA			
04.- Caídas de objetos en manipulación		X					X	BAJA			

05.- Caídas de objetos desprendidos			X		X			MEDIA
06.- Pisadas sobre objetos		X					X	BAJA
07.- Choque contra objetos inmóviles		X					X	BAJA
08.- Choque contra objetos móviles			X			X		BAJA
09.- Golpes por objetos y herramientas		X					X	BAJA
10.- Proyección de fragmentos o partículas			X			X		BAJA
11.- Atrapamiento por o entre objetos			X		X			MEDIA
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.			X		X			MEDIA
13.- Sobreesfuerzos		X				X		MEDIA
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X				NO PROC.
15.- Contactos térmicos				X				NO PROC.
16.- Exposición a contactos eléctricos		X			X			ALTA
17.- Exposición a sustancias nocivas			X			X		BAJA
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X			X		BAJA
19.- Exposición a radiaciones			X			X		BAJA
20.- Explosiones			X		X			MEDIA
21.- Incendios			X		X			MEDIA
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				NO PROC.
23.- Atropello o golpes con vehículos			X		X			MEDIA
24.- E.P. producida por agentes químicos			X				X	MUY BAJA
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				NO PROC.
26.- E.P. producida por agentes físicos			X				X	MUY BAJA
27.- Enfermedad sistemática				X				NO PROC.
28.- Otros				X				NO PROC.

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 122 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

GESTION DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA					
Actividad: INSTALACIÓN DE BT					
Centro de trabajo:			Evaluación nº: 1		
			Fecha: March 14, 2019		
Sección:					
Puesto de Trabajo:			Hoja nº 2		
Riesgos	Medidas de control	Formación e información	Normas de Trabajo	Riesgo Controlado	
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Protecciones colectivas y E.P.I.	X	X		X
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Orden y limpieza	X	X		X
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Protecciones colectivas	X	X		X
04.- Caídas de objetos en manipulación	E.P.I.	X	X		X
05.- Caídas de objetos desprendidos	Protección colectiva	X	X		X
06.- Pisadas sobre objetos	Orden y Limpieza	X	X		X
07.- Choque contra objetos inmóviles		X	X		X
08.- Choque contra objetos móviles	Protecciones colectivas	X	X		X
09.- Golpes por objetos y herramientas	E.P.I.	X	X		X
10.- Proyección de fragmentos o partículas	Gafas o pantallas de seguridad (E.P.I.)	X	X		X
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X	X		X
12.- Atrapamiento por vuelco .	Manejo correcto	X	X		X
13.- Sobreesfuerzos	Limitación de pesos y levantamiento correcto	X	X		X
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X	
15.- Contactos térmicos	Cumplir el R.E.B.T. y normas de seguridad	X	X		X
16.- Exposición a contactos eléctricos	Cumplimiento R.E.B.T y uso de E.P.I.	X	X		X
17.- Exposición a sustancias nocivas	E.P.I.	X	X		X

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 123 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	E.P.I.	X	X		X
19.- Exposición a radiaciones	E.P.I.	X	X		X
20.- Explosiones	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X	X	
21.- Incendios	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X		X
22.- Accidentes causados por seres vivos				X	
23.- Atropello o golpes con vehículos	Normas de circulación y pasillo de seguridad	X	X		X
24.- E.P. producida por agentes químicos	E.P.I.	X	X		X
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X	
26.- E.P. producida por agentes físicos	E.P.I.	X	X		X
27.- Enfermedad sistémica				X	
28.- Otros				X	

6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.

Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.

Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.

Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994)

Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados)

, así como las disposiciones legales de carácter obligatorio que recoge el Pliego de Condiciones.

6.1.- Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra.

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
-

6.2.- Disposiciones mínimas de seguridad y salud a aplicar en las obras.

- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

6.2.1.- Estabilidad y solidez.

Se deberá asegurarse la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan un resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de forma segura.

6.2.2.- Instalaciones de suministro y reparto de energía.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiada a su tipo de utilización.

- a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).
- b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

- c) La realización y la elección de material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

6.2.3.- Vías y salidas de emergencia.

Las vías y salidas de emergencia deberá permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

En todos los centro de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales indebles y preferentemente iluminadas o fluorescentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dichas señales deberán fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de evacuación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas bajo ningún concepto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en ningún momento.

6.2.4.- Detección y lucha contra incendios.

Se deberá disponer de extintores de polvo polivalente para la lucha contra incendios.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

6.2.5.- Ventilación.

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

6.2.6.- Exposición a riesgos particulares.

En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (gases, vapores, polvo, etc.).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberá adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

6.2.7.- Temperatura.

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

6.2.8.- Iluminación.

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

- Zonas de paso 20 lux.
- Zonas de trabajo 200-300 lux.
- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad
- Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total del uso de iluminación a llama.

6.2.9.- Puertas y portones.

- a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
- b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.
- d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones., salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.
- e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.
- f) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.
- g) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- h) Las puertas y los portones que se cierran solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- i) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

6.2.10.- Vías de circulación y zonas peligrosas.

- a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda la seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

6.2.11.- Muelles y rampas de descarga.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las

demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

a) Los muelles y rampas de carga deberá ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

6.2.12.- Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

6.2.13.- Primeros auxilios.

a) Será de responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.

b) Se deberá disponer de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.(Botiquín).

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

6.2.14.- Servicios higiénicos.

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

d) Los vestuarios duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

6.2.15.- Locales de descanso o de alojamiento.

a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.

c) Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

d) Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.

Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

- e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.
- f) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.
- g) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

6.2.16.- Mujeres embarazadas y madres lactantes.

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

6.2.17.- Trabajos de minusválidos.

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta , en su caso a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

6.2.18.- Disposiciones varias.

- a) El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
- b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

6.2.19.- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obras en el interior de locales.

ESTABILIDAD Y SOLIDEZ.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

SUELOS, PAREDES Y TECHOS DE LOS LOCALES.

- a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.

b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.

c) Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

DIMENSIONES

Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o bienestar.

7.- NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA.

7.1.- Instalación Eléctrica

7.1.1.- Riesgos más frecuentes durante la instalación.

- a) Caída de personas al mismo nivel.
- b) Caídas de personas a distinto nivel.
- c) Cortes por manejo de herramientas manuales.
- d) Cortes por manejo de las guías conductores.
- e) Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- f) Golpes por herramientas manuales.
- g) Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- h) Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
- i) Otros.

7.1.2.- Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación.

- a) Electrocutión o quemaduras por mala protección de cuadros eléctricos.
- b) Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- c) Electrocutión o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.
- d) Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección.
- e) Electrocutión o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.
- f) Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- g) Otros.

7.1.3.- Normas de Actuación Preventiva.

- Se dispondrá de almacén para acopio de material eléctrico.

- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez protegido el hueco de ella misma con una red horizontal de seguridad, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios de borriquetas), se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la planta "techo" y la planta de "apoyo" en la que se realizan los trabajos, tal, que evite el riesgo de caída desde altura.

- La instalación eléctrica en (terrazas, tribunas, balcones, vuelos, etc. - usted define-), sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez instalada una red tensa de seguridad entre las plantas "techo" y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

7.1.4.- Intervención en instalaciones eléctricas

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

El circuito se abrirá con corte visible.

Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.

Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".

Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.

Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de Trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberá ser homologado.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

- En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.
- Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislante (vinilo).
- En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalará y delimitará la zona de riesgo.

7.1.5.- Herramientas Eléctricas Portátiles:

- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no podrá exceder de 250 Voltios con relación a tierra.
- Las herramientas eléctricas utilizadas portátiles en las obras de construcción de talleres, edificios etc, serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando se trabaje con estas herramientas en recinto de reducidas dimensiones con paredes conductoras (metálicas por ejemplo) y en presencia de humedad, estas deberán ser alimentadas por medios de transformadores de separación de circuito.

- Los transformadores de separación de circuito llevarán la marca y cuando sean de tipo portátil serán de doble aislamiento con el grado de IP adecuado al lugar de utilización.
- En la ejecución de trabajos dentro de recipientes metálicos tales como calderas, tanques, fosos, etc, los transformadores de separación de circuito deben instalarse en el exterior de los recintos, con el objeto de no tener que introducir en estos cables no protegidos.
- Las herramientas eléctricas portátiles deberán disponer de un interruptor sometido a la presión de un resorte, que obligue al operario a mantener constantemente presionado el interruptor, en la posición de marcha.
- Los conductores eléctricos serán del tipo flexible con un aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.
- Las herramientas portátiles eléctricas no llevarán hilo ni clavija de toma de tierra.

7.1.6.- Herramientas Eléctrica Manuales:

- Deberán estar todas Homologadas según la Norma Técnica Reglamentaria **CE** sobre "Aislamiento de Seguridad de las herramientas manuales utilizadas en trabajos eléctricos en instalaciones de Baja Tensión".
- Las Herramientas Eléctricas Manuales podrán ser dos tipos:
 - Herramientas Manuales: Estarán constituidas por material aislante, excepto en la cabeza de trabajo, que puede ser de material conductor.
 - Herramientas aisladas: Son metálicas, recubiertas de material aislante.
- Todas las herramientas manuales eléctrica llevarán un distintivo con la inscripción de la marca CE, fecha y tensión máxima de servicio 1.000 Voltios".

7.1.7.- Lámparas Eléctricas Portátiles:

- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Deberán responder a las normas **UNE 20-417** y **UNE 20- 419**
- Estar provistas de una reja de protección contra los choques.
- Tener una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua.

- -Un mango aislante que evite el riesgo eléctrico.
- Deben estar construídas de tal manera que no se puedan desmontar sin la ayuda de herramientas.
- Cuando se utilicen en locales mojados o sobre superficies conductoras su tensión no podrá exceder de 24 Voltios.
- Serán del grado de protección **IP** adecuado al lugar de trabajo.
- Los conductores de aislamiento serán del tipo flexible, de aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.

7.1.8.- Medios de Protección Personal.

Ropa de trabajo:

- Como norma general deberá permitir la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo efectúe.
- La ropa de trabajo será incombustible.
- No puede usar pulseras, cadenas, collares, anillos debido al riesgo de contacto accidental.

Protección de cabeza:

- Los cascos de seguridad con barbuquejo que deberán proteger al trabajador frente a las descargas eléctricas. Estar homologados clase E-AT con marca **CE**. Deberán ser de "clase -N", además de proteger contra el riesgo eléctrico a tensión no superior a 1000 Voltios, en corriente alterna, 50 Hz.
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

Protección de la vista:

- Las gafas protectoras deberán reducir lo mínimo posible el campo visual y serán de uso individual.
- Se usarán gafas para soldadores según la norma y la marca CE, con grado de protección 1,2 que absorben las radiaciones ultravioleta e infrarroja del arco eléctrico accidental.

Gafas antiimpacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.

Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil.

Protección de Pies:

- Para trabajos con tensión:

- Utilizarán siempre un calzado de seguridad aislante y con ningún elemento metálico, disponiendo de:

- Plantilla aislante hasta una tensión de 1000 Voltios, corriente alterna 50 Hz.y marcado CE.

- En caso de que existiera riesgo de caída de objetos al pie, llevará una puntera de material aislante adecuada a la tensión anteriormente señalada.

- Para trabajos de montaje:

- Utilizarán siempre un calzado de seguridad con puntera metálica y suela antideslizante. Marcado CE.

Guantes aislantes:

- Se deberán usar siempre que tengamos que realizar maniobras con tensión serán dieléctrica. Homologados Clase II (1000 v) con marca **CE** " Guantes aislantes de la electricidad" , donde cada guante deberá llevar en un sitio visible el marcado CE. Cumplirán las normas Une 8125080. Además para uso general dispondrán de guantes "tipo americano" de piel foja y lona para uso general.

- Para manipulación de objetos sin tensión, guantes de lona, marcado CE p

Cinturón de seguridad.

- Faja elástica de sujeción de cinturón, clase A, según norma UNE 8135380 y marcado CE.

Protección del oído.

- Se dispondrán para cuando se precise de protector antiruido Clase C, con marcado CE.

7.1.9.- Medios de protección

- Banquetas de maniobra.

Superficie de trabajo aislante para la realización de trabajos puntuales de trabajos en las inmediaciones de zonas en tensión. Antes de su utilización, es necesario asegurarse de su estado de utilización y vigencia de homologación.

La banqueta deberá estar asentada sobre superficie despejada, limpia y sin restos de materiales conductores. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puesta a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la superficie aislante y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En determinadas circunstancias en las que existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra eléctrica, no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe estar señalizada.

- Pértiga.

Estas pértigas deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación en la que van a ser utilizadas.

Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior y que no esté húmeda ni sucia.

Si la pértiga lleva un aislador, debe comprobarse que esté limpio y sin fisuras o grietas.

- Comprobadores de tensión.

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Para la utilización de éstos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banqueta o alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

- Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito.

La puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que debe efectuarse el trabajo, debe realizarse mediante un dispositivo especial, y las operaciones deben realizarse en el orden siguiente:

Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.

- Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo.

Bien sea en la tierra existente entre las masas de las instalaciones y/o soportes.

Sea en una pica metálica hundida en el suelo en terreno muy conductor o acondicionado al efecto (drenaje, agua, sal común, etc.).

En líneas aéreas sin hilo de tierra y con apoyos metálicos, se debe utilizar el equipo de puesta a tierra conectado equipotencialmente con el apoyo.

Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si éste está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.

Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano. En B.T., las pinzas podrán colocarse a mano, a condición de utilizar guantes dieléctricos, debiendo además el operador mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.

Para retirar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en orden inverso.

8.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.

- Escaleras de mano.
- Manipulación de sustancias químicas.
- Trabajos de soldadura oxiacetilénica y corte.
- Manejo de Herramientas manuales.
- Manejo de herramientas punzantes.
- Pistolas fijaclavos.
- Manejo de herramientas de percusión.
- Manejo de cargas sin medios mecánicos.
- Máquinas eléctricas portátiles.
- Grúas.
- Cabrestante.
- Montacargas.
- Andamios de borriqueta.
- Andamios de estructura tubular.
- Protecciones y resguardos de máquinas.
- Señalización.
- Cinta de señalización.
- Cinta de delimitación. Zona de trabajo.
- Albañilería (Ayudas).

Escaleras de mano

- Las escaleras de mano ofrecerán siempre las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad, y, en su caso, de aislamiento o incombustión.

- Las escaleras de mano de madera deben tener sus largueros de una sola pieza y los peldaños deben estar ensamblados a ellas y no simplemente clavados. Deben prohibirse todas aquellas escaleras y borriquetas construídas en el tajo mediante simple clavazón.

- Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente, en evitación de que queden ocultos sus posibles defectos.

- Las escaleras serán de madera o metal, deben tener longitud suficiente para sobrepasar en 1 m al menos la altura que salvan, y estar dotadas de dispositivos antideslizantes en su apoyo o de ganchos en el punto de desembarque.

- Deben prohibirse empalmar escaleras de mano para salvar alturas que de otra forma no alcanzarían, salvo que de Fábrica vengan dotadas de dispositivos especiales de empalme, y en este caso la longitud solapada no será nunca inferior a cinco peldaños. a menos de que esten reforzadas en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a siete metros.

- Para alturas mayores de siete metros será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad. Las escaleras de carro estarán provistas de barandillas y otros dispositivos que eviten las caídas.

- Precauciones:
 - a) Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
 - b) Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior.
 - c) Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en un metro los puntos superiores de apoyo.
 - d) El ascenso, descenso y trabajo se hará siempre de frente a las mismas.
 - e) Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.
 - f) No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
 - g) Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de pesos superiores a 25 kilogramos.

h) La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

- Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cadenas o cables que impidan su apertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.

- La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo, será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

Manipulación de sustancias químicas

En los trabajos eléctricos se utilizan sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud. Encontrándose presente en productos tales, como desengrasantes, disolventes, ácidos, pegamento y pinturas; de uso corriente en estas actividades.

Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc.

Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:

Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según la legislación vigente).

Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.

No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.

Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.

En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados o mal ventilados se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.

Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas.

No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

Trabajos de Soldadura Oxiacetilénica y Corte.

- Los manómetros, válvulas reductoras, mangueras y sopletes, estarán siempre en perfectas condiciones de uso.

- No deben estar engrasados no ser limpiados o manipulados con trapos u otros elementos que contengan grasas o productos inflamables.
- Todos los sopletes estarán dotados o provistos de válvulas antiretroceso, comprobándose antes de iniciar el trabajo el buen estado de los mismos.
- Las botellas de oxígeno y acetileno, tanto llenas como vacías, deben estar siempre en posición vertical y aseguradas contra vuelcos o caídas. Se evitarán también los golpes sobre las mismas.
- Nunca se almacenarán o colocarán las borellas en proximidades de focos de calor o expuestas al sol, ni en ambientes excesivamente húmedos, o en contacto con cables eléctricos.
- Todas las botellas que no estén en uso deben tener el tapón protector roscado.
- Las botellas vacías se marcarán claramente con la palabra "VACIA", retirándose del sitio de trabajo al lugar de almacenamiento, que será claramente distinto del de las botellas llenas y separando entre sí las de los diversos gases.
- Para traslado o elevación de botellas de gas u oxígeno con equipos de izado queda prohibido el uso de eslingas sujetas directamente alrededor de las botellas. Se utilizará una jaula o cestón adecuado. No se puede izar botellas por la tapa protectora de la válvula.
- Estos trabajos de soldadura serán siempre realizados por personal que previamente haya recibido formación específica para su correcta realización.
- En general en todos los trabajos de soldadura y corte se emplearán, siempre que sea posible, los medios necesarios para efectuar la extracción localizada de los humos producidos por el trabajo. Como mínimo, se forzará mediante ventilación, el alejamiento de de los humos de la zona en que se encuentra el operario.
- Las prendas de protección exigibles para todos estos trabajos de soldadura, tanto eléctrica como oxiacetilénica, serán las siguientes.
 - a) Gafas de protección contra impactos y radiaciones.
 - b) Pantallas de soldador.
 - c) Guantes de manga larga.
 - d) Botas con puntera y suela protegida y de desprendimiento
 - e) rápido.
 - f) Polainas.
 - g) Mandiles.

Manejo de herramientas manuales

Causas de riesgos:

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "sin situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolongar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca, a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

Medidas de Prevención:

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Medidas de Protección:

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antimpactos.

Manejo de herramientas punzantes

Causas de los riesgos:

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de Prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles.
- En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de Protección:

- Deben emplearse gafas antimpactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma nos" o similar).

Pistola fijaclavos

- Deberá de ser de seguridad ("tiro indirecto") en la que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope de final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de "Tiro directo", tienen el mismo peligro que un arma de fuego.
- El operario que la utilice, debe estar habilitado para ello por su Mando Intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad.
- El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas antimpactos.
- Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola.
- Al manipular la pistola, cargarla, limpiarla, etc., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo.
- No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares.
- Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar.
- La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro.
- La pistola debe transportarse siempre descargada y aún así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

Manejo de herramientas de percusión

Causas de los riesgos:

- Mangos inseguros, rajados o ásperos.
- Rebabas en aristas de cabeza.
- Uso inadecuado de la herramienta.

Medidas de Prevención:

- Rechazar toda maceta con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

Medidas de Protección:

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

Manejo de cargas sin medios mecánicos

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.
- Agacharse doblando las rodillas.
- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.

Para el manejo de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.

- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
- Se prohíbe levantar más de 25 kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.
- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.
- Entregar el material, no tirarlo.
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.
- Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas.
- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.
- En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.
- Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbale.

Máquinas eléctricas portátiles

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.
- Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v. como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos.

- El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

Taladro:

- Utilizar gafas antipacto o pantalla facial.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara n polvo finos utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).
- Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.

Esmeriladora circular:

- El operario se equipará con gafas anti-impacto, protección auditiva y guantes de seguridad.
- Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina.
- Se comprobará que la protección del disco está sólidamente fijada, desechándose cualquier máquina que carezca de él.
- Comprobar que la velocidad de trabajo de la máquina no supera, la velocidad máxima de trabajo del disco. Habitualmente viene expresado en m/s o r.p.m. para su conversión se aplicará la fórmula:

$$m/s = (r.p.m. \times 3,14 \times P) / 60$$

Siendo P= diámetro del disco en metros.

- Se fijarán los discos utilizando la llave específica para tal uso.
- Se comprobará que el disco gira en el sentido correcto.
- Si se trabaja en proximidad a otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas.
- No se soltará la máquina mientras siga en movimiento el disco.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.

Grúas

- Los elementos de las grúas se constituirán y montarán con los factores de seguridad siguientes, para su carga máxima nominal:

- Tres, para ganchos empleados en los aparatos accionados a mano.
- Cuatro, para ganchos en los accionados con fuerza motriz.
- Cinco, para aquellos que se empleen en izado o transporte de materiales peligrosos.
- Cuatro para los miembros estructurales.
- Seis, para los cables izadores.
- Ocho, para los mecanismos y ejes de izar.
- Estarán provistos de lastres o contrapesos en proporción a la carga a soportar.
- Se asegurará previamente la solidez y firmeza del suelo.
- Las grúas montadas en el exterior deberán ser instaladas teniendo en cuenta los factores de presión del viento.
- Para velocidades superiores a 80 Kilómetros - Hora se dispondrán de medidas especiales mediante anclaje, macizos de hormigón o mediante tirantes metálicos.
- Las grúas móviles estarán dotadas de topes o ménsulas de seguridad.
- Las cabinas se instalarán de modo que el maquinista tenga durante toda la operación el mayor campo de visibilidad posible. Las cabinas de grúas situadas a la intemperie serán cerradas y provistas de ventanas en todos sus lados.
- Tanto los puentes grúa como las grúas de botonera serán manejadas únicamente por personal que haya recibido formación específica para estos trabajos. Queda terminantemente prohibido el empleo de las grúas por otras personas distintas de las anteriores. Serán reponsables, de los peligros y anomalías que puedan ocasionar, el operario que maneja la grúa y el mando que haya autorizado su utilización .
- Diariamente el gruista, antes de iniciar el trabajo, revisará todos los elementos propios de la grúa sometidos a esfuerzos.
- La supervisión de las cadenas, eslingas, etc. será responsabilidad del operario que efectúa el enganche de la carga.
- Cualquier anomalía que detecte el gruista en el correcto funcionamiento de la grúa será inmediatamente comunicada a su encargado, quien la transmitirá para que se efectúe la reparación.

- La carga máxima indicada en la placa que obligatoriamente debe llevar cada grúa, no debe ser sobrepasada por ningún motivo.
- Siempre que sea necesario el gruista utilizará el cinturón de seguridad para desplazarse hasta la cabina de la grúa.
- En las operaciones que se realizan entre el gruista y otra persona que dirige la maniobra, aquel ejecutará siempre las órdenes que éste último le indique.
- Durante el transporte de materiales con las grúas de botonera, el gruista debe estar constantemente pendiente de la maniobra que realiza, evitando oscilaciones de la carga y advirtiendo al resto del personal que pueda encontrarse en el recorrido de la misma.
- El gruista en ningún caso pasará la carga sobre personas. En caso necesario hará sonar el claxon o sirena para advertir del paso de la misma.
- El gruista no levantará ni transportará cargas mal eslingadas. Comprobará el equilibrio de la carga, izándola unos centímetros sobre el nivel del suelo antes de la maniobra definitiva.
- Queda prohibido maniobrar la grúa con algún trabajador subido en la carga, excepto cuando se utilicen las plataformas habilitadas para estas situaciones.
- El izado de la carga se realizará siempre en sentido vertical, estando prohibido arrastrar la carga con los cables inclinados (en diagonal).
- En el caso de que dos grúas trabajen al mismo nivel se evitará de forma absoluta el choque entre ellas.
- La velocidad de desplazamiento de la grúa será en todo momento la adecuada para poder dominar la carga. Se evitará el frenado brusco de las grúas.
- Todos los gruistas que manejen los puentes grúa están obligados a efectuar los reconocimientos médicos periódicos o especiales establecidos por la empresa.
- Al finalizar el trabajo y antes de abandonar la cabina, el gruista comprobará que ha efectuado las siguientes operaciones:
 - a) Desconectar o parar la grúa.
 - b) No dejar ninguna carga suspendida.
 - c) Estacionar la grúa en sitio adecuado.

- Las protecciones personales que deben emplearse para realizar determinadas fases de estos trabajos, con los riesgos específicos que se pretende combatir, serán los siguientes:

- Casco protector de la cabeza de seguridad.
- Botas seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección.
- Ropa adecuada de trabajo (no debe ser excesivamente holgada).
- Cinturón de seguridad.

Cabrestante.

La fijación del cabrestante se efectuará a elementos no dañados del forjado, empleando tres puntos de anclaje que abarque tres viguetas cada uno.

El sistema de contrapesos está totalmente prohibido, como sistema de lastrado del cabrestante.

Se dispondrá una barandilla delantera de manera que el maquinista se encuentre protegido. La altura de esta barandilla será de 0.90 m. de una resistencia de 150 kg por metro lineal.

El cable de alimentación desde cuadro secundario, estará en perfecto estado de conservación.

Es necesaria una eficaz toma de tierra y un disyuntor diferencial para eliminar el riesgo de electrocución.

Los mecanismos estarán protegidos mediante las tapas que el aparato trae de fábrica, como mejor modo de evitar atrapamiento o desgarros.

La carga admisible deberá figurar en lugar bien visible de la máquina.

El cable irá provisto de un limitador de altura poco antes del gancho. Este limitador pulsará un interruptor que parará la elevación antes de que el gancho llegue a golpear la pluma del cabrestante y produzca la caída de la carga izada. Se impedirá que el maquinista utilice este limitador como forma asidua de parar, porque podría quedar inutilizado, pudiendo llegar a producirse un accidente en cualquier momento.

El gancho irá provisto de aldaba de seguridad, para evitar que se desprendan las cargas en una mala maniobra. Este gancho se revisará cada día, antes de comenzar el trabajo.

El lazo del cable para fijación del gancho de elevación, se fijará por medio de tres perrillo o bridas espaciadas aproximadamente 8 cm. entre si, colocándose la palanca de ajuste y las tuercas del lado del cable sometido a tracción.

Se revisará diariamente el estado del cable, detectando deshilachados, roturas o cualquier otro desperfecto que impida el uso de estos cables con entera garantía así como las eslingas.

El maquinista se situará de forma que en todo momento vea la carga a lo largo de su trayectoria. De no poder verla, se utilizará además un señalista.

El maquinista utilizará en todo momento el cinturón de seguridad, con la longitud necesaria para un correcto desempeño de sus labores, pero sin que pueda verse amenazada su seguridad.

El lugar de enganche del cinturón será un punto fijo de edificio que tenga suficiente resistencia, nunca el maquinillo, pues en caso de caerse éste arrastraría consigo al maquinista.

El operario que recoge la carga, deberá también hacer uso del cinturón de seguridad.

El operario que engancha la carga deberá asegurarse de que ésta queda correctamente colocada, sin que pueda dar lugar a basculamiento.

Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo; hacer tracción oblicua de las mismas; dejar cargas suspendidas con la máquina parada o intentar elevar cargas sujetas al suelo o a algún otro punto.

Estará prohibido circular o situarse bajo la carga suspendida.

Para la elevación de las cargas se utilizarán recipientes adecuados.

Nunca se empleará la carretilla común, pues existe grave peligro de desprendimiento o vuelco del material transportado si sus brazos golpean con los forjados.

Al término de la jronada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

Medios de Protección Personal.

Casco homologado con barbuquejo, marcado CE.

Protectores antiruido clase C.

Gafas antiimpacto homologadas clase D.

Gafas panorámicas homologadas.

Gafas tipo cazoleta.

Guantes "tipo americano", de piel flor y lona, de uso general.

Guantes de precisión en piel curtido al cromo.

Botas de seguridad Clase II.

Cinturón de seguridad anticaídas con arnes clase C y dispositivos de anclaje y retención.

Ropa de trabajo cubriendo la totalidad de cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:

Será de tejido ligero y flexigble, que permita una fácil limpieza y desinfección. Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos. Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes vueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, templados, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, pue nte universal y protecciones laterales de plástico perforado. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos y homologagos según norma MT o reconocido en la CEE.

En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizarán las gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la protección ocular contra partículas rebotadas.

En todos aquellos trabajos que se desarrollen en entornos con niveles de ruidos usperiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protectores auditivos homologados según Norma Técnica MT - 2 de BOE nº 209 de 1/12/75.

La totalidad del personal que desarrolle trabajos en el interior de la obra, utilizará cascos protectores que cumplan las especificaciones indicadas en la Norma Técnica MT-1 de Cascos de Seguridad no metálicos, (BOE nº 312 de 30/12/74).

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que se desarrollen en ambientes de humos de soldadura, se facilitará a los operarios mascarillas respiratorias buconasales con filtro mecánico y de carbono activo contra humos metálicos.

El personal utilizará durante el desarrollo de sus trabajos, guantes de protección adecuados a las operaciones que realicen.

Como medida preventiva frente al riesgo de golpes en extremidades inferiores, se dotará al personal de adecuadas botas de seguridad Clase II homologada según norma técnica MT-5.

Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado a un punto fijo, en aquellas operaciones que se tengan que realizar en altura y por el proceso productivo no puedan ser protegidos los trabajadores mediante el empleo de elementos de protección colectiva.

Montacargas

La instalación eléctrica estará protegida con disyuntor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada de las masas metálicas.

El castillete estará bien cimentado sobre base de hormigón, no presentará desplomes, la estructura será indeformable y resistente y estará perfectamente anclado al edificio para evitar el vuelco y a distancias inferiores a la de pandeo.

El cable estará sujeto con gazas realizadas con un mínimo de tres grapas correctamente colocadas y no presentará un deshilachado mayor del 10% de hilos.

Todo el castillete estará protegido y vallado para evitar el paso o la presencia del personal bajo la vertical de carga.

Existirá de forma bien visible el cartel "Prohibido el uso por personas" en todos los accesos.

Se extraerán los carros sin pisar la plataforma.

En todos los accesos se indicará la carga máxima en Kg.

Todas las zonas de embarco y desembarco cubiertas por los montacargas, deberán protegerse con barandillas dotadas de enclavamiento electromecánico, y dispondrán de barandilla vasculante.

Todos los elementos mecánicos agresivos como engranajes, poleas, cables, tambores de enrollamiento, etc. deberán tener una carcasa de protección eficaz que eviten el riesgo de atrapamiento.

Es necesario que todas las cargas que se embarquen vayan en carros con el fin de extraerlas en las plantas sin acceder a la plataforma.

Andamios de Borriqueta

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m., y entre 3 y 6 m. se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m. de altura, están protegidas con barandillas de 1 m. de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm. de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m. libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m. de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m. en baja tensión.

Características de las tablas o tablonces que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos. Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4x15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
- Estarán sujetos por lias a las borriquetas.
- Estará prohibido el uso de ésta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m. de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.
- A partir de 2 m. de altura habrá que instalar barandilla perimetral o completa, o en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable acero tensas.

Andamios de estructura tubular

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tablonces, carriles (perfiles "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.

Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio esten unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.

Los andamios tubulares deben tener una plataforma de trabajo de 80 cm de ancho como mínimo, y de paso de 60 cm. como mínimo. Deben estar provistos de una barandilla exterior de 1 m de altura, con listón intermedio y rodapié. Los tablonces que formen la plataforma de trabajo

deben estar sujetos a los perfiles tubulares del andamio mediante abrazaderas o piezas similares adecuadas, que impidan el basculamiento y hagan la sujeción segura.

Para mejorar el reparto de cargas y la estabilidad del andamio, se deben utilizar siempre las placas de arranque. No se deben apoyar nunca los tubos directamente sobre el suelo.

Bajo las plataformas de trabajo se señalará o balizará adecuadamente la zona prevista prevista de caída de materiales u objetos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de los mismos, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0,30 m., distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

Protecciones y resguardos de máquinas.

Toda maquinaria utilizada durante la fase de la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

Las operaciones de conservación, mantenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea irregular será señalizada con la prohibición de su manejo a trabajadores no encargados de su reparación.

Para evitar su involuntaria puesta en marcha, se bloquearán los arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y, si ello no es posible, se colocará en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.

Para evitar los peligros que puedan causar al trabajador los elementos mecánicos agresivos de las máquinas por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva o proyectiva, se instalarán las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada máquina.

Las operaciones de entretenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Señalización

En el REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad en el trabajo.

Señales de seguridad de mayor uso en obras:

- **Prohibido pasar a los peatones.** Por donde no queremos que circule la gente o instalaciones que necesiten autorización de paso.
- **Protección obligatoria de la cabeza.** Donde exista posibilidad de caída de objetos y/o golpes contra instalaciones fijas a la altura de la cabeza. De uso obligatorio en toda la obra.
- **Protección obligatoria de los pies.** En trabajos con posibilidad de caída de objetos pesados o pinchazos. En trabajos eléctricos serán aislantes.
- **Protección obligatoria de las manos.** En trabajos con riesgo de cortes, abrasión, temperatura excesiva o productos químicos.
- **Riesgo eléctrico.** En los accesos a instalaciones eléctricas y sobre cuadros de maniobra y mando, así como en las zonas de las máquinas donde exista riesgo eléctrico.

Cinta de delimitación de zona de paso

La introducción en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poder eliminar se debe señalar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

Albañilería (Ayudas).

Los riesgos detectados son los siguientes:

- a) Caída de personas al vacío.
- b) Caída de personas al mismo nivel.
- c) Caída de personas a distinto nivel.
- d) Caída de objetos sobre personas.
- e) Golpes por objetos.
- f) Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- g) Dermatitis de contacto con el cemento.
- h) Partículas en los ojos.
- i) Cortes por utilización de máquinas-herramientas.
- j) Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos. (cortante, ladrillos etc.)
- k) Sobreesfuerzos.
- l) Electrocutación.

- m) Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- n) Los derivados del uso de medios auxiliares.
- o) Otros.

Medidas a tomar para evitarlos:

- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos para prevención de caídas.
- La forma de protegerlos será mediante una serie de tablas dispuestas horizontalmente a modo de barandillas o mediante una red vertical.
- En los huecos pequeños, se procederá a cubrición resistente convenientemente fijada, para evitar desplazamiento accidental de la misma.
- Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas.
- Los huecos permanecerán constantemente protegidos con las protecciones instaladas en la fase de estructura, reponiéndose las protecciones deterioradas.
- Se peldañearán las rampas de escaleras de forma provisional con peldaños de dimensiones:

Anchura: mínima 1 m.

Huella: mayor de 23 cm.

Contrahuella: menor de 20 cm.

- Las rampas de las escaleras se protegerán en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm., de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Se establecerán cables de seguridad amarrados entre los pilares (u otro sólido elemento estructural) en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad durante las operaciones de replanteo e instalación de miras.
- Se instalarán en las zonas con peligro de caídas desde altura, señales de "peligro de caída desde altura" y de "obligatorio utilizar el cinturón de seguridad".
- Se garantizará la iluminación suficiente en las diferentes zonas de trabajo. De utilizarse portátil estarán alimentados a 24 voltios, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros regularmente y como mínimo una vez al día, para evitar las acumulaciones innecesarias.
- A las zonas de trabajo se accederá de forma segura, mediante pasarelas diseñadas a tal fin.
- Las cargas suspendidas dispondrán de sistema antibalaneo, en prevención del riesgo de caídas al vacío.
- El material cerámico se izará a las plantas sin romper los flejes con las que lo suministre el fabricante, para evitar los riesgos por derrame de la carga.
- Los bloques sueltos se izarán apilados ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas, vigilando que no puedan caer piezas por desplome durante el transporte.
- Los materiales paletizados transportados con grúa, se gobernarán mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación. Nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontará únicamente en el tramo necesario para introducir la carga en un determinado lugar reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de cargas.

- El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencias y siempre en superficies planas.
- Se instalarán cables de seguridad en torno de los pilares próximos a la fachada para anclar en ellos los mosquetones de los cinturones de seguridad durante las operaciones de ayuda a la descarga de materiales en las plantas.
- Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.
- Los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se polearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- No se lanzarán cascotes directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.
- No se trabajará junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridos 48 horas, si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos.
- Se instalarán redes o protección sólida contra posibles caídas al vacío formada por pies derechos y travesaños sólidos horizontales, en balcones, terrazas y bordes de forjados, antes del uso de andamios de borriqueta.
- La construcción se realizará desde el interior de cada planta, utilizando para acceder a los lugares más altos utilizaremos plataformas de trabajo protegidas en todo su contorno por barandillas y rodapiés.

Prendas de protección personal.

A cada trabajador de la obra se le suministrará las siguientes prendas de protección para que las usen según los trabajos que vaya a realizar.

- Casco de Polietileno.
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad adecuado al trabajo a realizar.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

9.- REVISIONES Y/O MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Las herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares deben disponer del sello "Seguridad Comprobada" (GS), certificado de AENOR u otro organismo equivalente de carácter internacional reconocido, o como mínimo un certificado del fabricante o importador, responsabilizándose de la calidad e idoneidad preventiva de los equipos y herramientas destinadas para su utilización en la excavación objeto de este Proceso Operativo de Seguridad.

La empresa contratista deberá desmostrar que dispone de un programa de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de las máquinas, las máquinas herramientas y medios auxiliares que utilizará en la obra, mediante el cual se minimice el riesgo de fallo en los

citados equipos y especialmente en lo referido a andamios, maquinaria de elevación y maquinaria de corte.

Diariamente se revisará el estado y estabilidad de los andamios.

También diariamente se revisará y actualizará las señales de seguridad, balizas, vallas, barandillas y tapas.

Periódicamente se revisará la instalación eléctrica provisional de obra, por parte de un electricista, corrigiéndose los defectos de aislamiento y comprobándose las protecciones diferenciales, magnetotérmicas y toma de tierra.

En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario. (Ejmp: mangos agrietados o astillados).


Los accesos a la obra se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere oportuno, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulverulentos.

Efectuar al menos trimestralmente una revisión a fondo de los elementos de los aparatos de elevación, prestando especial atención a cables, frenos, contactos eléctricos y sistemas de mando. En general se estará a lo especificado en el R.D. 474/1988 Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM.

Se revisará periódicamente el estado de los cables y ganchos utilizados para el transporte de carga.

Santa Cruz de Tenerife, Febrero de 2019

José Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 159 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Pliego de Condiciones Generales



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 161 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



INDICE

1.- DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES	8
1.1.- ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES	8
1.2.- DOCUMENTACIÓN DEL CONTRARO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES.	8
1.3.- FORMA Y DIMENSIONES	9
1.4.- CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA	9
1.5.- DOCUMENTOS DE OBRA	9
1.6.- LEGISLACIÓN SOCIAL	9
1.7.- SEGURIDAD PÚBLICA	9
1.8.- NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL	9
2.- CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO	14
2.1.- DEFINICIONES	15
2.1.1.- Propiedad o Propietario	15
2.1.2.- Ingeniero-Director	16
2.1.3.- Dirección facultativa	16
2.1.4.- Suministrador	17
2.1.5.- Contrata o Contratista	17
2.1.6.- Coordinador de Seguridad y Salud	20
2.1.7.- Entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación	20
2.2.- OFICINA DE OBRA	21
2.3.- TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	21
2.4.- INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO	22
2.5.- RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DEL INGENIERO-DIRECTOR	22
2.6.- RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	22
2.7.- DESPIDOS POR FALTA DE SUBORDINACIÓN, POR INCOMPETENCIA O POR MANIFIESTA MALA FE	22
2.8.- DAÑOS MATERIALES	23
2.9.- RESPONSABILIDAD CIVIL	23
2.10.- ACCESOS Y VALLADO DE LAS OBRAS	24

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 162 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



2.11.- REPLANTEO	24
2.12.- ORDEN DE LOS TRABAJOS	25
2.13.- FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS	25
2.14.- LIBRO DE ÓRDENES	25
2.15.- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	26
2.16.- AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS	26
2.17.- PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR	26
2.18.- OBRAS OCULTAS	27
2.19.- TRABAJOS DEFECTUOSOS	27
2.20.- MODIFICACIÓN DE TRABAJOS DEFECTUOSOS	27
2.21.- VICIOS OCULTOS	27
2.22.- MATERIALES Y SU PROCEDENCIA	28
2.23.- PRESENTACIÓN DE MUESTRAS	28
2.24.- MATERIALES NO UTILIZADOS	28
2.25.- MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS	28
2.26.- MEDIOS AUXILIARES	29
2.27.- LIMPIEZA DE LAS OBRAS	29
2.28.- COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS	29
2.29.- OBRAS SIN PRESCRIPCIONES	29
2.30.- ACTA DE RECEPCIÓN	29
2.31.- NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES	30
2.32.- DOCUMENTACIÓN FINAL	31
2.33.- CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE	32
2.34.- MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS	33
2.35.- RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS	34
2.36.- DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA	34
2.37.- PLAZO DE GARANTÍA	34
2.38.- PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA	35
3.- CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	35
3.1.- BASE FUNDAMENTAL	35
3.2.- GARANTÍA	35
3.3.- FIANZA	35
3.4.- EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA	36
3.5.- DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL	36
3.6.- DE SU DEVOLUCIÓN EN CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES	37
3.7.- DE PRECIOS	37
3.8.- LA REVISION DE LOS PRECIOS CONTRATADOS	37
3.9.- RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS	37

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 163 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



3.10.- DESCOMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS	38
3.10.1.- Materiales	39
3.10.2.- Mano de obra	39
3.10.3.- Transportes de materiales	39
3.10.4.- Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad	39
3.10.5.- Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales	39
3.10.6.- Tanto por ciento de gastos generales y fiscales	39
3.10.7.- Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista	39
3.11.- PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN MATERIAL	40
3.12.- PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	40
3.13.- GASTOS GENERALES Y FISCALES	40
3.14.- GASTOS IMPREVISTOS	40
3.15.- BENEFICIO INDUSTRIAL	40
3.16.- HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA	40
3.17.- GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA	41
3.17.1.- Medios auxiliares	41
3.17.2.- Abastecimiento de agua	41
3.17.3.- Energía eléctrica	41
3.17.4.- Vallado	41
3.17.5.- Accesos	41
3.17.6.- Materiales no utilizados	41
3.17.7.- Materiales y aparatos defectuosos	41
3.17.8.- Ensayos y pruebas	42
3.18.- PRECIOS CONTRADICTORIOS	42
3.19.- MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS	42
3.20.- ABONO DE LAS OBRAS	42
3.21.- ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS POR PARTIDA ALZADA	43
3.22.- ABONOS DE OTROS TRABAJOS NO CONTRATADOS	44
3.23.- ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS EN EL PERIODO DE GARANTIA	44
3.24.- OBRAS NO TERMINADAS	44
3.25.- CERTIFICACIONES	45
3.26.- DEMORA EN LOS PAGOS	46
3.27.- PENALIZACIÓN ECONÓMICA AL CONTRATISTA POR EL INCUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS	46
3.28.- MEJORAS Y AUMENTOS	47
3.29.- UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES	47
3.30.- RESCISIÓN DEL CONTRATO	48
3.31.- SEGURO DE LAS OBRAS	48
3.32.- CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS	49

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 164 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



3.33.- USO POR EL CONTRATISTA DE LA EDIFICACION O BIENES DEL PROPIETARIO	49
3.34.- PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS	49
3.35.- GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCION Y MONTAJE DE INSTALACIONES	49
4.- CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	50
4.1.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO	50
4.2.- PLAN DE OBRA	50
4.3.- PLANOS	51
4.4.- ESPECIFICACIONES	51
4.5.- OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES	51
4.6.- DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES	51
4.7.- ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES	51
4.8.- ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES	51
4.9.- INSTRUCCIONES ADICIONALES	51
4.10.- COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	52
4.11.- PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES	52
4.12.- CONTRATO	52
4.12.1.- Por tanto alzado	52
4.12.2.- Por unidades de obra ejecutadas	52
4.12.3.- Por administración directa o indirecta	52
4.12.4.- Por contrato de mano de obra	52
4.13.- CONTRATOS SEPARADOS	52
4.14.- SUBCONTRATOS	53
4.15.- ADJUDICACIÓN	53
4.16.- SUBASTAS Y CONCURSOS	53
4.17.- FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO	53
4.18.- RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA	54
4.19.- TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA	54
4.20.- SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO	54
4.21.- DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO	54
4.22.- FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD	55
4.23.- DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO	55
4.24.- CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	55
4.25.- DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA	56
4.26.- PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS	56
4.27.- DAÑOS A TERCEROS	56
4.28.- POLICÍA DE OBRA	56
4.29.- ACCIDENTES DE TRABAJO	56

4.30.- RÉGIMEN JURÍDICO	57
4.31.- SEGURIDAD SOCIAL	57
4.32.- RESPONSABILIDAD CIVIL	57
4.33.- IMPUESTOS	58
4.34.- DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS	58
4.35.- HALLAZGOS	58

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 166 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



1.- DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES

1.1.-ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones Generales tiene por finalidad regular la ejecución de todas las obras e instalaciones que integran el proyecto en el que se incluye, así como aquellas que estime convenientes su realización la Dirección Facultativa del mismo, estableciendo los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando aquellas actuaciones que correspondan según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Propietario de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones para el cumplimiento del contrato de obra.

El Contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra.

En referencia a la interpretación del mismo, en caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

1.2.-DOCUMENTACIÓN DEL CONTRARO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES.

Los documentos que integran el contrato, relacionados por orden de importancia y preferencia, en cuanto al valor de sus especificaciones, en caso de omisión o de aparente contradicción, son los siguientes:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o de arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, anexos de cálculo, planos, mediciones, y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones Generales.
4. Los Pliegos de Condiciones Técnicas.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud
- Proyecto de control de la edificación.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Deberá incluir aquellas condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad acreditadas, si la obra así lo requiere.

1.3.-FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como los materiales a emplear, se ajustarán en todo momento a lo establecido y detallado en los planos, especificaciones y estados de las mediciones adjuntos al presente proyecto.

Siempre cabrá la posibilidad de realizar modificaciones oportunas a pie de obra que podrán ser realizadas por el Ingeniero-Director.

1.4.-CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, los materiales y mano de obra deberán satisfacer las que se detallan en los Pliegos de Condiciones Técnicas elaborados por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife.

1.5.-DOCUMENTOS DE OBRA

En la oficina de obras, existirá en todo momento un ejemplar completo del proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes, disposiciones legales y ordenanzas a que se hacen referencia en los distintos documentos que integran el presente proyecto.

1.6.-LEGISLACIÓN SOCIAL

El Contratista, estará obligado al exacto cumplimiento de toda legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente, y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo, e incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquéllas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

1.7.-SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista que resultara adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de materiales, equipos, etc., con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

1.8.-NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL

Independientemente de la normativa y reglamentos de índole técnica de obligada aplicación, que se expondrá en cada uno de los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares, se observarán en todo momento, durante la ejecución de la obra, las siguientes normas y reglamentos de carácter general:

ORDEN de 20 de mayo de 1952, que aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas, modificada por Orden de 10.12.1953 (M. Trabajo, BOE 22.12.1953) Orden de 23.9.1966 (M. Trabajo, BOE 1.10.1966) derogada parcialmente por: Real Decreto 2177/2004 de 12.11. (M. Presidencia, BOE 13.11.2004). Capítulo III derogado a partir del 4.12.2004.

ORDEN de 10 de diciembre de 1953, que modifica la Orden 20 de mayo de 1952

Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre. (Presidencia, BBOOE 7.12., rect. 30.12.1961 y 7.3.1962). por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. (BOE 292 de 7/12/60), modificado por Decreto 3494/1964 y Real Decreto 374/2001.

ORDEN de 23 de septiembre de 1966, sobre cumplimiento del Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas.

DECRETO 1775/1967 de 22 de julio de 1967 del Ministerio de Industria. "Industrias en General. Régimen de instalación, ampliación y traslado" derogado parcialmente por REAL DECRETO 378/1977 de 25 de febrero de medidas liberalizadoras en materia de instalación, ampliación y traslado de industrias.

ORDEN de 28 de agosto de 1970 del Ministerio de Trabajo. Ordenanza del trabajo para las Industrias de la Construcción, Vidrio y Cerámica. Sección Tercera

ORDEN de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Orden de 23 de mayo de 1977 (M. Industria, BBOOE 14.6., rect. 18.7.1977). Reglamento de aparatos elevadores para obras.

REAL DECRETO 2135/1980 de 26 de septiembre del Ministerio de Industria y Energía. "Industrias en general. Liberalización en materia de instalación, ampliación y traslado".

ORDEN de 20 de septiembre de 1986, por el que se establece el modelo de libro de incidencias en obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo.

REAL DECRETO 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

LEY 21/1992 de 16.7. (Jefatura Estado, BOE 23.7.1992). Ley de Industria.

REAL DECRETO 1630/1992 de 29 de diciembre (M. Relaciones con las Cortes, BOE 9.2.1992) por el que se dictan las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, modificado por: Real Decreto 1328/1995 de 28.7. (M. Presidencia, BBOOE 19.8., rect. 7.10.1995) desarrollado por: Orden de 1.8.1995 (M. Pres., BOE 10.8., rect. 4.10.1995) Orden de 29.11.2001 (M. Ciencia y Tecnología, BOE 7.12.2001), modificada por: Resolución de 9.11.2005 (Dir. Gral. Des. Ind., BOE 1.12.2005) Orden CTE/2276/2002 de 4.9. (BOE 17.9.2002) actualizada y ampliada por: diversas resoluciones.

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269, de 10 de noviembre).

REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE número 27, de 31 de enero de 1997)

REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).

REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997), modificado por el Real Decreto 2.177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE número 274, de 13 de noviembre de 2004)

REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).

REAL DECRETO 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (BOE número 97, de 23 de abril de 1997)

REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (BOE número 124, de 24 de mayo de 1997)

REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE nº 124, de 24 de mayo de 1997),

REAL DECRETO 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización, por los trabajadores, de equipos de protección individual (BOE número 140, de 12 de junio de 1997).

ORDEN de 27 de junio de 1997, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (BOE número 159, de 4 de julio, de 1997)

REAL DECRETO 1.215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE número 188, de 7 de agosto de 1997)

REAL DECRETO 1.389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (BOE número 240, de 7 de octubre de 1997)

REAL DECRETO 1.627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE número 256, de 25 de octubre de 1997).

REAL DECRETO 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (BOE número 104, de 1 de mayo, de 1998).

ORDEN de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo (BOE número 76, de 30 de marzo de 1998).

Orden de 19 de noviembre de 1998 (Ministerio de Fomento, BOE 1.12.1998) por el que se aprueba la Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre.

Ley 50/1998 de 30 de diciembre. (Jefatura Estado, BBOOE 31.12.1998 rect. 7.5.1999). Medidas fiscales, administrativas y del orden social, modificada por: Real Decreto-Ley 5/1999 de 9.4. (Jefatura Estado, BOE 10.4.1999), Ley 55/1999 de 29.12. (Jefatura Estado BBOOE 30.12.2000, rect. 29.6.2001) modificada por: Ley 12/2001 de 9.7. (Jefatura Estado, BOE 10.7.2001).

REAL DECRETO 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. (BOE nº 47, de 24 de febrero de 1999)

LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. (BOE número 266, de 6 de noviembre de 1999) desarrollada por el REAL DECRETO 314/2006 de 17 de marzo. (M. Viv., BOE 28.3.2006).

REAL DECRETO 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE nº 145, de 17 de junio de 2000)

REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE número 148, de 21 de junio de 2001).

REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (BOE número 104, de 1 de mayo de 2001)

REAL DECRETO 212/2002 de 22 de febrero (M. Presidencia, BOE 1.3.2002) por el que se regula las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre., modificado por: Real Decreto 524/2006 de 28.4. (M. Presidencia, BOE 4.5.2006).

LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

REAL DECRETO 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos (BOE nº 82, de 5 de abril de 2003)

REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. (BOE nº 145, de 18 de junio de 2003)

REAL DECRETO 2.177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE número 274, de 13 de noviembre de 2004).

REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

REAL DECRETO 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Ley 32/2006, de 18 de octubre (Jefatura del Estado, BOE 19.10.2006) por el que se regula la subcontratación en el sector de la construcción.

REAL DECRETO 393/2007, de 23 de marzo (M. interior., BOE 24.3.2007). Por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

Real Decreto 315/2006 de 17 de marzo. (M. Vivienda, BOE 28.3.2006) por el que se crea el Consejo para la Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la Edificación.

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, derogándose, a partir de la entrada en vigor del mismo, los siguientes Reales Decretos:

Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre Normativa de Edificación.

Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de la edificación NBE CT-79 "Condiciones térmicas de los edificios"

Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre, de modificación parcial de la Norma MV-1962 "Acciones en la Edificación" que pasa a denominarse NBE AE-88 "Acciones en la Edificación"

Real Decreto 1572/1990, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE QB-90 “Cubiertas con materiales bituminosos” y Orden del Ministerio de Fomento, de 5 de julio de 1996, por la que se actualiza el apéndice “Normas UNE de referencia” de la norma básica de la edificación NBE QB-90

Real Decreto 1723/1990, de 20 de diciembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE FL-90 “Muros resistentes de fábrica de ladrillo”

Real Decreto 1829/1995, de 10 de noviembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-EA-95 “Estructuras de acero en edificación”

Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE CPI-96 “Condiciones de protección contra incendios de los edificios”

Orden del Ministro de Industria, de 9 de diciembre de 1975, por la que se aprueban las “Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua”

Artículos 2 al 9, ambos inclusive y los artículos 20 a 23, ambos inclusive, excepto el apartado 2 del artículo 20 y el apartado 3 del artículo 22, del Real Decreto 2816/1982, de 27 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General de Policía de Espectáculos y Actividades Recreativas.

Asimismo y con carácter regional, en la Comunidad Autónoma de Canarias serán de aplicación:

LEY 1/1998 de 8 de enero, de Régimen Jurídico de los Espectáculos Públicos y Actividades Clasificadas, de Presidencia del Gobierno (BOC 1998/006 - Miércoles 14 de Enero de 1998)

DECRETO 193/1998, de 22 de octubre, por el que se aprueban los horarios de apertura y cierre de determinadas actividades y espectáculos públicos sometidos a la Ley 1/1998, de 8 de enero, de Régimen Jurídico de los Espectáculos Públicos y Actividades Clasificadas. (BOC1998/141 - Lunes 09 de Noviembre de 1998)

2.- CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

La Ley de Ordenación de la Edificación (LEY 38/1999, de 5 de noviembre) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.

c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

2.1.-DEFINICIONES

2.1.1.- Propiedad o Propietario

Se denominará como “Propiedad” o “Propietario” a la entidad, física o jurídica, pública o privada que, individual o colectivamente, impulsa, programa, financia y encarga, bien con recursos propios o ajenos, la redacción y ejecución las obras del presente proyecto.

La Propiedad o el Propietario se atenderán a las siguientes obligaciones:

Ostentar, sobre el solar o ubicación física, la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Nombrar a los técnicos proyectistas y directores de obra y de la ejecución material.

Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.

Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.

- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS, la Propiedad proporcionará al Ingeniero-Director una copia del contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto de las obras a ejecutar, confeccionado por el Contratista y aceptado por él. De igual manera, si así fuera necesario, proporcionará el permiso para llevar a cabo los trabajos si fuera necesario.

- ☉ DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, la Propiedad no podrá en ningún momento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno. En todo caso, dichas órdenes serán transmitidas a través de la Dirección Facultativa.
- ☉ UNA VEZ TERMINADAS Y ENTREGADAS LAS OBRAS, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización expresa del Ingeniero autor del proyecto.

2.1.2.- Ingeniero-Director

Será aquella persona que, con acreditada titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las obras, y en tal sentido, será el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por si mismo o por sus representantes.

El Ingeniero-Director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Le corresponden, además las facultades expresadas en el presente Pliego de Condiciones Generales, las siguientes:

- a) Redactar los complementos, rectificaciones y anexos técnicos del proyecto que se precisen.
- b) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las eventualidades que se presenten e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- c) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- d) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- e) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir, en unión del Aparejador o Arquitecto Técnico, el certificado final de la misma.

2.1.3.- Dirección facultativa

Estará formada por el Ingeniero-Director y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al Ingeniero-Director en la realización de su cometido, ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancia, así como las específicas por él encomendadas.

2.1.4.- Suministrador

Será aquella entidad o persona física o jurídica, que mediante el correspondiente contrato, realice la venta de alguno de los materiales y/o equipos comprendidos en el presente proyecto.

La misma denominación recibirá quien suministre algún material, pieza o elemento no incluido en el presente proyecto, cuando su adquisición haya sido considerada como necesaria por parte del Ingeniero-Director para el correcto desarrollo de los trabajos.

2.1.5.- Contrata o Contratista

Será aquella entidad o persona jurídica que reciba el encargo de ejecutar algunas de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, con los medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto técnico que las define, al contrato firmado con la Propiedad, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Generales, podrá ser representado por un Delegado previamente aceptado por parte de la Dirección Facultativa.

Este Delegado tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de los trabajos y poner en prácticas las órdenes recibidas del Ingeniero-Director.
- Proponer a la Dirección Facultativa colaborar en la resolución de los problemas que se planteen en la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero-Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo estimase oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico Delegado. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero-Director para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Por otra parte, el Ingeniero-Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

Se sobrentiende que antes de la firma del contrato, el Contratista ha examinado toda la documentación necesaria del presente proyecto para establecer una evaluación económica de los trabajos, estando conforme con ella, así como ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS el Contratista manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

Son obligaciones del Contratista:

- a) La ejecución de las obras alcanzando la calidad exigida en el proyecto cumpliendo con los plazos establecidos en el contrato y la legislación aplicable, con sujeción a las instrucciones de la Dirección Facultativa.
- b) Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- c) Designar al Jefe de obra, que asumirá la representación técnica del Contratista y que, con dedicación plena permanecerá en la obra a lo largo de toda la jornada legal de trabajo hasta la recepción de la obra, así como por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra, el cual deberá cumplir las indicaciones de la Dirección Facultativa, custodiando y firmando el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en los mismos, así como cerciorarse de la correcta instalación de los medios auxiliares, comprobar replanteos y realizar otras operaciones técnicas.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales correctos que su importancia requiera.
- e) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- f) Firmar el acta de replanteo y el acta de recepción de la obra.
- g) Facilitar al Jefe de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- h) Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente, concertando además los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- i) Redactar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, vigilando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo
- j) Designar al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra entre su personal técnico cualificado con presencia permanente en la obra el cual velará por el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad y salud precisas según normativa vigente y el plan de Seguridad y Salud.
- k) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- l) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 177 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

- m) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- n) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- o) Abonar todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.
- p) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- q) Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- r) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- s) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- t) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados, debidamente homologados y acreditados para el cometido de sus funciones.
- u) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E. (Ley de Ordenación de la Edificación)

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra, bajo su responsabilidad, previo consentimiento de la Propiedad y de la Dirección Facultativa, asumiendo en cualquier caso el Contratista las actuaciones de las subcontratas.

La Propiedad podrá introducir otros constructores o instaladores, además de los del Contratista, para que trabajen simultáneamente con ellos en las obras, bajo las instrucciones de la Dirección Facultativa.

El Contratista, a la vista del proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Ingeniero-Director

El Contratista tendrá a su disposición el proyecto de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos, marcas de calidad; ensayos

homologados, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el Ingeniero.

2.1.6.- Coordinador de Seguridad y Salud

Será aquel personal técnico cualificado designado por el Contratista que velará por el estricto cumplimiento de las medidas precisas según normativa vigente contempladas en el Plan de Seguridad y Salud, correspondiéndole durante la ejecución de la obra, las siguientes funciones:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- b) Adoptar aquellas decisiones técnicas y de índole organizativa con la finalidad de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, y especialmente los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva recogidos en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y velar por la correcta aplicación de la metodología de los trabajos.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.
- f) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- g) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo
- h) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

2.1.7.- Entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Las entidades de control de calidad de la edificación prestarán asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales, de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Dicha asistencia técnica se realiza mediante ensayos y/o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (Art. 14 de la L.O.E.):

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al autor del encargo y, en todo caso, al Ingeniero-Director de la ejecución de las obras.

b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

2.2.-OFICINA DE OBRA

El Contratista habilitará en la propia obra, una oficina, local o habitáculo, convenientemente acondicionado para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada, que contendrá como mínimo una mesa y tableros donde se expongan todos los planos correspondientes al presente proyecto y de obra que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuantos documentos estime convenientes la citada Dirección. Al menos, los documentos básicos que estarán en la mencionada oficina de obra son los siguientes:

- ⦿ El proyecto de ejecución, incluidos los complementos y anexos que redacte el Ingeniero.
- ⦿ La licencia de obras.
- ⦿ El libro de órdenes y asistencias.
- ⦿ El plan de seguridad y salud.
- ⦿ El libro de incidencias.
- ⦿ El proyecto de Control de Calidad y su libro de registro, si existiese.
- ⦿ El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el trabajo.
- ⦿ La documentación de los seguros mencionados en el artículo 2.1.5

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estarán en la obra, y acompañará al Ingeniero-Director y a sus representantes en las visitas que lleven a cabo a las obras, incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos para la obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que consideren necesarios, suministrándoles asimismo los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.3.-TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

Es obligación del Contratista el ejecutar, cuando sea posible y así se determine como necesario para la buena realización y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el presente Pliego de Condiciones Generales, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra, y tipo de ejecución.

Se entenderá por reformado de proyecto, con consentimiento expreso de la Propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

2.4.-INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El Constructor podrá requerir del Ingeniero-Director, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, croquis y esquemas de montaje, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el “enterado”, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las obras como el Ingeniero-Director.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, habrá de dirigirla, dentro del plazo de cinco (5) días, al inmediato técnico superior que la hubiera dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

2.5.-RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DEL INGENIERO-DIRECTOR

Las reclamaciones que el Contratista quiera formular contra las órdenes facilitadas por el Ingeniero-Director, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, y a través del mismo si son de origen económico. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna.

Aún así, el Contratista podrá salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero-Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.6.-RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero-Director o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las obras, ni solicitar que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los trabajos de reconocimiento y mediciones.

Cuando se crea perjudicado con los resultados de las decisiones de la Dirección Facultativa, el Contratista podrá proceder de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente (Artículo 2.5), pero sin que por esta causa pueda interrumpirse, ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.7.-DESPIDOS POR FALTA DE SUBORDINACIÓN, POR INCOMPETENCIA O POR MANIFIESTA MALA FE

En los supuestos de falta de respeto y de obediencia al Ingeniero-Director, a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, incompetencia o negligencia grave que comprometan y/o perturben la marcha de los trabajos, éste podrá requerir del Contratista apartar e incluso despedir de la obra a sus dependientes u operarios, cuando el Ingeniero-Director así lo estime necesario.

2.8.-DAÑOS MATERIALES

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso edificatorio responderán frente a la Propiedad y los terceros adquirentes de las obras o partes de las mismas, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante diez años, de los daños materiales causados en la edificación por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del mismo.
- b) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del art. 3 de la L.O.E.

El Contratista también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

2.9.-RESPONSABILIDAD CIVIL

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder. No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, la Propiedad responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en la edificación ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad de la Propiedad que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un ingeniero proyectista, los mismos responderán solidariamente. Los ingenieros proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El Contratista responderá directamente de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al Jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el Contratista subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El Contratista y el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la Dirección Facultativa de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al ingeniero proyectista.

Cuando la Dirección Facultativa de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso edificatorio, si se prueba que aquellos fueron ocasionados fortuitamente, por fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

2.10.-ACCESOS Y VALLADO DE LAS OBRAS

El Contratista dispondrá por su cuenta de todos los accesos a la obra así como el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de Seguridad y Salud podrá exigir su modificación o mejora.

2.11.-REPLANTEO

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales, dentro de los treinta (30) días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero-Director para que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de la misma, que será el especificado en el contrato. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

En caso de que este plazo no se encuentre especificado en el Contrato, se considerará el existente en el Plan de Seguridad y Salud o en su defecto en la memoria descriptiva del presente proyecto.

En un plazo inferior a los cinco (5) días posteriores a la notificación de la adjudicación de las obras, se comprobará en presencia del Contratista, o de un representante, el replanteo de los trabajos, sometiéndolo a la aprobación del Ingeniero-Director y una vez que éste haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano

que deberá ser aprobada por el Ingeniero-Director, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se realice a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero-Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.12.-ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias del orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha en que se notifique la adjudicación definitiva de las obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente al Ingeniero-Director un Programa de Trabajos en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras.

El citado Programa de Trabajo una vez aprobado por el Ingeniero-Director, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

El Ingeniero-Director podrá establecer las variaciones que estime oportunas por circunstancias de orden técnico o facultativo, comunicando las órdenes correspondientes al Contratista, siendo éstas de obligado cumplimiento, y el Contratista directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de las obras sea objeto de variación, salvo casos de fuerza mayor o culpa de la Propiedad debidamente justificada.

2.13.-FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.14.-LIBRO DE ÓRDENES

El Contratista tendrá siempre en la oficina de obra y a disposición del Ingeniero-Director un "Libro de Ordenes y Asistencia", con sus hojas foliadas por duplicado, en

el que redactará las que crea oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los operarios, los viandantes en general, las fincas colindantes y/o los inquilinos en las obras de reforma que se efectúen en edificaciones habitadas, así como las que crea necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias constructivas que haya observado en las diferentes visitas a la obra, y en suma, todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo correctamente y de acuerdo, en armonía con los documentos del proyecto.

Cada orden deberá ser extendida y firmada por el Ingeniero-Director y el “Enterado” suscrito con la firma del Contratista o de su encargado en la obra. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Ingeniero-Director. El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, no supone eximente o atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

2.15.-CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero-Director al Contratista siempre que éstas encajen en la cifra a la que ascienden los presupuestos aprobados.

2.16.-AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones facilitadas por el Ingeniero-Director en tanto se formulan o se tramita el proyecto reformado.

El Contratista está obligado a realizar con cargo a su propio personal y con sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga los apuntalamientos, apeos, derribos, recalzos o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

2.17.-PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión en el capítulo correspondiente a la Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderla, o no fuera capaz de terminarla en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del Contratista, previo informe favorable del Ingeniero-Director. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero-Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originará en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección

Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.18.-OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las obras, el Contratista levantará los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose de la siguiente manera:

- Uno a la Propiedad.
- Otro al Ingeniero-Director.
- y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados y se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las correspondientes mediciones.

2.19.-TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente proyecto que cumplan las condiciones generales y particulares de índole técnica del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos, de acuerdo con el mismo, siempre según las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las posibles faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero-Director, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

2.20.-MODIFICACIÓN DE TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero-Director advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los equipos y aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas del Contratista.

Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y posterior reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero-Director, quien resolverá según el siguiente apartado del presente Pliego de Condiciones.

2.21.-VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero-Director tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva de la obra, la realización de ensayos,

destructivos o no, así como aquellas demoliciones o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que se supongan como defectuosos. No obstante, la recepción definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos.

Los gastos de demolición o desinstalación como consecuencia de la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras, así como los de reconstrucción o reinstalación que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

2.22.-MATERIALES Y SU PROCEDENCIA

El Contratista tendrá la libertad de proveerse y dotarse de los materiales, equipos y aparatos de todas clases en los puntos que estime convenientes, exceptuando aquellos casos en los que el proyecto preceptúe expresamente una determinada localización o emplazamiento.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Ingeniero-Director una lista completa de los materiales, equipos y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, sellos, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.23.-PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

El Contratista presentará al Ingeniero-Director, de acuerdo con el artículo anterior, las muestras de los materiales y las especificaciones de los equipos y aparatos a utilizar, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

2.24.-MATERIALES NO UTILIZADOS

El Contratista, a su costa, transportará y colocará los materiales y escombros procedentes de las excavaciones, demoliciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado que se le designe para no causar perjuicios a la marcha de los trabajos.

De la misma forma, el Contratista queda obligado a retirar los escombros ocasionados, trasladándolos al vertedero autorizado.

Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero-Director, mediante acuerdo previo con el Contratista estableciendo su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos correspondientes a su transporte.

2.25.-MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones no fueran de la calidad requerida mediante el presente Pliego de Condiciones o no estuviesen debidamente preparados, o faltaran a las prescripciones formales recogidas en el proyecto y/o se reconociera o demostrara que no son adecuados para su objeto, el Ingeniero-Director dará orden al Contratista para que los sustituya por otros que satisfagan las condiciones establecidas.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden de retirar los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones que no estén en condiciones, y

ésta no hubiere sido cumplida, podrá hacerlo el Propietario cargando los gastos al Contratista.

Si los materiales, elementos de instalaciones, equipos y/o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se recibirán pero con la correspondiente minoración o rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.26.-MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo a la Propiedad, por tanto, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Todos estos, siempre que no haya estipulado lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares de los trabajos, quedando a beneficio del Contratista, sin que éste pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando éstos estén detallados en el presupuesto y consignados por partidaalzada o incluidos en los precios de las unidades de obra.

2.27.-LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener las obras y su entorno limpias de escombros y de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas, ejecutando todos los trabajos que sean necesarios para proporcionar un buen aspecto al conjunto de la obra.

2.28.-COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las obras, se someterán a todas las pruebas y ensayos que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero-Director.

Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o por falta de adopción de las necesarias precauciones.

2.29.-OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego de Condiciones ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción

2.30.-ACTA DE RECEPCIÓN

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al Propietario y es aceptada por éste. Podrá realizarse con

o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por la Propiedad y el Contratista, y en la misma se hará constar:

- c) Las partes que intervienen.
- d) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- e) El coste final de la ejecución material de la obra.
- f) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- g) Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.
- h) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Ingeniero-Director de obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado si procede.

La Propiedad podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

2.31.-NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES

Quince (15) días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero-Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, convocándose en ese acto además a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Del resultado del reconocimiento se levantará un acta con tantos ejemplares o copias como intervinientes, siendo firmados por todos los asistentes legales. Además se

extenderá un Certificado Final de obra. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

En caso contrario, es decir, cuando las obras no se hallen en estado de ser recepcionadas, se hará constar en el acta donde se especificarán las precisas y necesarias instrucciones que el Ingeniero-Director habrá de dar al Contratista para remediar, en un plazo razonable que éste le fije, los defectos observados; expirado dicho plazo, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de las obras.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindido el contrato, con pérdida de fianza o de la retención que le hubiese aplicado la Propiedad, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

La recepción provisional de las obras tendrá lugar dentro del mes siguiente a la terminación de las obras, pudiéndose realizar recepciones provisionales parciales.

2.32.-DOCUMENTACIÓN FINAL

El Ingeniero-Director, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de la obra, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará al Acta de Recepción con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la edificación y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por la Propiedad, será entregada a los usuarios finales de la edificación. A su vez dicha documentación se divide en:

a) DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación (CTE) se compone de:

- Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de Seguridad y Salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anexos y modificaciones debidamente autorizadas por el Ingeniero-Director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el Ingeniero-Director de la obra en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife.

b) DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del Jefe de obra, se compone de:

- ⦿ Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anexos y modificaciones.
- ⦿ Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el Contratista, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- ⦿ En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el Contratista y autorizada por el Ingeniero-Director, su Colegio Profesional.

c) CERTIFICADO FINAL DE OBRA.

Este se ajustará al modelo aprobado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España, en donde el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las mismas, controlado cuantitativa y cualitativamente su construcción y la calidad de lo edificado e instalado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El Ingeniero-Director de la obra certificará que las instalaciones han sido realizadas bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Asimismo certificará que en el desarrollo de los trabajos se han observado y cumplido todas las prescripciones técnicas de seguridad y que se han realizado todas las pruebas y ensayos previstos en los Reglamentos vigentes que afectan a las instalaciones comprendidas en el proyecto.

Al certificado final de obra se le unirán como anexos los siguientes documentos:

- ⦿ Descripción de las modificaciones que, con la conformidad de la Propiedad, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- ⦿ Relación de los controles realizados.

2.33.-CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva correrán por cargo del Contratista.

Si las obras o instalaciones fuesen ocupadas o utilizadas antes de la recepción definitiva, la guarda o custodia, limpieza y reparaciones causadas por el uso, correrán a cargo del Propietario, mientras que las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones serán a cargo del Contratista.

2.34.-MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de obras, debiendo aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes y levantando acta, por triplicado ejemplar, correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan. En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obliguen.

Lo mismo en las mediciones parciales como en la final, entendiéndose que éstas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas.

Todos los trabajos y unidades de obra que vayan a quedar ocultos en el edificio, una vez que se haya terminado, el Contratista los pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con la suficiente antelación para poder medir y tomar datos necesarios; de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Por tanto, servirán de base para la medición los datos del replanteo general; los datos de los replanteos parciales que hubieran exigido el curso de los trabajos; los datos de cimientos y demás partes ocultas de las obras tomadas durante la ejecución de los trabajos con la firma del Contratista y la Dirección Facultativa; la medición que se lleve a efecto en las partes descubiertas de la obra; y en general, los que convengan al procedimiento consignado en las condiciones de la Contrata para decidir el número de unidades de obra de cada clase ejecutadas; teniendo presente salvo pacto en contra, lo preceptuado en los diversos capítulos del Pliego de Condiciones Técnicas.

Las valoraciones de las unidades de obra, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios, se calculan multiplicando el número de unidades de obra por el precio unitario, incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y toda tipo de cargas sociales.

El Contratista entregará una relación valorada de las obras ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a la Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre la Propiedad y el Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra. Una vez que se hayan corregido dichas observaciones, la Dirección Facultativa dará su certificación firmada al Contratista y al Promotor.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a la Dirección Facultativa. La certificación será inapelable en caso de que transcurridos 10 días, u otro plazo pactado entre las partes, desde su envío, la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

2.35.-RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la obra, quedando relevado el Contratista, a partir de este momento, de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles así como cesará su obligación de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación y mantenimiento de la edificación y de sus instalaciones, quedando sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción provisional.

De la recepción definitiva, se levantará un acta, firmada por triplicado ejemplar por parte de la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por éste último. Una vez recibidas definitivamente las obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis (6) meses.

A la firma del Acta de Recepción el Contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, si hubiesen tenido alguna variación con los del proyecto. Estos planos serán reproducibles.

2.36.-DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., y a resolver los subcontratos que tuviese concertados, dejando la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el presente Pliego de Condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

2.37.-PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de las obras e instalaciones, deberá estipularse en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista y en ningún caso éste será inferior a NUEVE (9) MESES para contratos ordinarios y no inferior a UN (1) AÑO para contratos con las Administraciones Públicas, contado éste a partir de la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Durante este tiempo, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Si durante el primer año el Contratista no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

Asimismo, hasta tanto se firme el Acta de Recepción Provisional, el Contratista garantizará la a la Propiedad contra toda reclamación de terceros fundada por causas y por ocasión de la ejecución de la obra

Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las obras, y si procede su recepción definitiva.

2.38.-PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero-Director marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

3.- CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

3.1.-BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental o principio general de estas condiciones económicas, se establece que el Contratista debe percibir, de todos los trabajos efectuados, su real importe, siempre de acuerdo y con sujeción al proyecto y a las condiciones generales y particulares que han de regir la obra.

Asimismo la Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2.- GARANTÍA

La Dirección Facultativa podrá exigir al Contratista la presentación de referencias y/o avales bancarios o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

3.3.- FIANZA

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, será convenida previamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares.

A la firma del contrato, el Contratista presentará las fianzas y seguros obligados por Ley, así mismo, en el contrato suscrito entre Contratista y Propiedad se podrá exigir todas las garantías que se consideren necesarias para asegurar la buena ejecución y finalización de la obra en los términos establecidos en el contrato y en el proyecto de ejecución.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada mientras dure el plazo de ejecución, hasta su recepción.

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un cuatro por ciento (4 por 100) como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

3.4.-EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a realizar, por su cuenta los trabajos precisos, para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero-Director, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar la totalidad de los gastos efectuados en las unidades de obra, que no fuesen de recibo.

3.5.-DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL

La fianza depositada, será devuelta al Contratista, previo expediente de devolución correspondiente, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que se haya acreditado que no existe reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales, de

suministros, de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

El Propietario podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos, etc.

En todo caso, esta devolución se practicará dentro de los treinta (30) días naturales, contados éstos una vez ha transcurrido el año de garantía.

3.6.-DE SU DEVOLUCIÓN EN CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Si el Propietario, con la conformidad del Ingeniero-Director, estimara por conveniente hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le reintegre la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas en concepto de garantías.

3.7.-DE PRECIOS

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios, será preceptivo que tal extremo figure expresamente acordado en el contrato, donde deberá especificarse los casos concretos en los cuales podrá ser considerado.

En tal caso, el Contratista presentará al Ingeniero-Director el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas, según lo especificado en el artículo 3.10 del presente Pliego de Condiciones.

En todo caso, salvo que se estipule lo contrario en el contrato, se entenderá que rige sobre este particular el principio de reciprocidad, reservándose en este caso la Propiedad, el derecho de proceder a revisar los precios unitarios, si las condiciones de mercado así lo aconsejaran.

3.8.-LA REVISION DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

3.9.-RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirve de base para la ejecución de los trabajos.

Tampoco se le administrará reclamación alguna, fundada en indicaciones que sobre los trabajos se haga en las memorias, por no tratarse estos documentos los que sirven de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales, o errores aritméticos, en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observase pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato.

3.10.-DESCOMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Para que el Contratista tenga derecho a pedir la revisión de precios a que se refiere el artículo 3.7., será condición indispensable que, antes de comenzar todas y cada una de las unidades de obra contratadas, reciba por escrito la conformidad del Ingeniero-Director a los precios descompuestos de cada una de ellas, que el Contratista deberá presentarle, así como la lista de precios de salarios o jornales, de materiales, de costes de transportes y los porcentajes que se expresan en los subapartados del presente artículo.

El Ingeniero-Director valorará la exactitud de la justificación de los nuevos precios, tomando como base de cálculo tablas, bases de datos o informes sobre rendimiento de personal, de maquinaria, de materiales elementales, de precios auxiliares, etc. editadas por entidades profesionales de la Comunidad Autónoma con facultades para ello, de Organismos Nacionales o Internacionales de reconocida solvencia, etc., desestimando aquellos gastos imputables a la mala organización, improductividad o incompetencia de la Contrata.

A estos efectos, se considerarán los siguientes tipos de costes:

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención de riesgos laborales y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, de combustible, de energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, comedores, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito

exclusivamente a la obra y los imprevistos, evaluándose todos ellos en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos ((en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

A falta de convenio especial, los precios unitarios se descompondrán preceptivamente como sigue:

3.10.1.- Materiales

Cada unidad de obra que se precise de cada uno de ellos, y su precio unitario respectivo de origen.

3.10.2.- Mano de obra

Por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas invertido por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra, y los jornales horarios correspondientes.

3.10.3.- Transportes de materiales

Desde el punto de origen al pie del tajo, expresando el precio del transporte por unidad de peso, de volumen o de número que la costumbre tenga establecidos en la localidad.

3.10.4.- Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad

Sobre la suma de los conceptos anteriores en las unidades de obra que los precisen.

3.10.5.- Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales

Vigentes sobre el importe de la mano de obra, especificando en documento aparte la cuantía de cada concepto del seguro, y de la carga.

3.10.6.- Tanto por ciento de gastos generales y fiscales

Sobre la suma de los conceptos correspondientes a los apartados de materiales y mano de obra.

3.10.7.- Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista

Aplicado la suma total de los conceptos correspondientes a materiales, mano de obra, transportes de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

El Contratista deberá asimismo presentar una lista con los precios de jornales, de los materiales de origen, del transporte, los tantos por ciento que imputa cada uno de los Seguros, y las Cargas Sociales vigentes, y los conceptos y cuantías de las partidas que se incluyen en el concepto de Gastos Generales, todo ello referido a la fecha de la firma del contrato.

3.11.-PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se entiende por precios de ejecución material, para cada unidad de obra, los resultantes de la suma de los costes directos más los costes indirectos, compuestos por los conceptos de: mano de obra, materiales, transportes, equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud, gastos de combustibles, gastos de energía, gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos así como gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Estos precios no contemplan el Beneficio Industrial.

3.12.-PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Se entenderá por precios de ejecución por Contrata, a la suma de los costes directos, los costes indirectos, los gastos generales y el beneficio Industrial, sobre el cual deberá aplicarse el % de IGIC (Impuesto General Indirecto Canario) que corresponda, aunque este impuesto no forme parte del propio precio.

En el caso de que los trabajos a realizar en una obra se contratasen a tanto alzado, se entiende por precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra.

3.13.-GASTOS GENERALES Y FISCALES

Se establecerán en un porcentaje calculado sobre los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa.
- Gastos Fiscales.

3.14.-GASTOS IMPREVISTOS

Tendrán esta consideración aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos o variaciones en la obra y que sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en todo trabajo de construcción o montaje de instalaciones, y cuya cuantificación y determinación es imposible efectuar a priori. Por ello, se establecerá una partida fija de un dos por ciento (2%) calculado sobre los precios de ejecución material.

3.15.-BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista. En obras para las Administraciones éste se establecerá en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

3.16.-HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA

Dichos honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los gastos generales, salvo que se especifique lo contrario en el contrato

de adjudicación, o sean deducidos en la contratación. Tanto en lo referente a forma de abono como a la cuantía de los mismos, se estará a lo dispuesto en el Decreto 1998/1961 de 19 de octubre de 1961, las normas de aplicación de este decreto contenidas en la Orden de 9 diciembre 1961 y a la normativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife.

3.17.-GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

3.17.1.- Medios auxiliares

Serán por cuenta del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no afectando por tanto a la Propiedad, cualquier responsabilidad que por avería o accidente personal pueda ocurrir en las obras por insuficiencia o mal uso de dichos medios auxiliares.

3.17.2.- Abastecimiento de agua

Será por cuenta del Contratista, disponer de las medidas adecuadas para que se cuente en obra con el agua necesaria para el buen desarrollo de las obras.

3.17.3.- Energía eléctrica

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en obra.

3.17.4.- Vallado

Serán por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado temporal para las obras, así como las tasas y permisos, debiendo proceder a su posterior demolición, dejándolo todo en su estado primitivo.

3.17.5.- Accesos

Serán por cuenta del Contratista de cuantos trabajos requieran los accesos para el abastecimiento de las obras, así como tasas y permisos, debiendo reparar, al finalizar la obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados.

3.17.6.- Materiales no utilizados

El Contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la obra en que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

3.17.7.- Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales y aparatos no fueran de calidad requerida o no estuviesen perfectamente reparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos. A falta de estas condiciones, primarán las órdenes de la Dirección Facultativa

3.17.8.- Ensayos y pruebas

Los gastos de los análisis y ensayos ordenados por la Dirección Facultativa, serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada, y de la Propiedad si el importe supera este porcentaje.

3.18.-PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se originan precios contradictorios solamente cuando la Propiedad, a través del Ingeniero-Director, decida introducir nuevas unidades de obra o cambios en la calidad de alguna de las inicialmente acordadas, o cuando sea necesario afrontar circunstancias no previstas.

A falta de acuerdo y antes de iniciar la obra, los precios de unidades de obra así como los de materiales, equipos, o de mano de obra de trabajos que no figuren en los contratos, se fijarán contradictoriamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos, siempre que a juicio de ellos, dichas unidades no puedan incluirse en el dos por ciento (2%) de gastos imprevistos.

Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al Banco de Precios o Base de Datos de Unidades de obra de uso más frecuente en la Comunidad Autónoma oficialmente aprobado o adoptado por las diversas Administraciones.

El Contratista los presentará descompuestos, de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente a la descomposición de los precios unitarios del presente Pliego, siendo condición necesaria la aprobación y presentación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra.

De los precios así acordados, se levantará actas que firmarán por triplicado el Ingeniero-Director, la Propiedad y el Contratista o representantes autorizados a estos efectos por los últimos.

Los precios contradictorios que existieran quedarán siempre referidos a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.19.-MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, usase materiales y/o equipos de mejor calidad que los señalados en el Proyecto, o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o en general introdujese en ésta, y sin ser solicitada, cualquier otra modificación que fuese beneficiosa, a juicio del Ingeniero-Director no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.20.-ABONO DE LAS OBRAS

El abono de los trabajos ejecutados se efectuará previa medición periódica (según intervalo de tiempo que se acuerde) y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, tanto en las certificaciones como en la liquidación final, al precio

invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, siempre y cuando se hayan realizado con sujeción a los documentos que constituyen el proyecto o bien siguiendo órdenes que, por escrito, haya entregado el Ingeniero-Director.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Propietario se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Arquitecto-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4º Por listas de salarios o jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el contrato suscrito entre el Contratista y la Propiedad determina.

5º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

3.21.-ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS POR PARTIDA ALZADA

Las partidas alzadas, una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos, se considerarán como si fuesen contradictorios.

Salvo lo estipulado en el contrato entre el Contratista y la Propiedad, el abono de los trabajos presupuestados por partida alzada se efectuará de acuerdo con un procedimiento de entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales o semejantes, las presupuestadas mediante partida alzada se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados, para unidades de obra iguales o semejantes, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, excepto en el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de

dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el tanto por ciento correspondiente al Beneficio Industrial del Contratista.

3.22.-ABONOS DE OTROS TRABAJOS NO CONTRATADOS

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.23.-ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS EN EL PERIODO DE GARANTIA

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá de la siguiente forma:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio o de sus instalaciones, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por la Propiedad, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.24.-OBRAS NO TERMINADAS

Las obras no terminadas o incompletas no se abonarán o se abonarán en la parte en que se encuentren ejecutadas, según el criterio establecido por la Dirección Facultativa.

- ☉ Las unidades de obra sin acabar, fuera del orden lógico de la obra o que puedan sufrir deterioros, no serán calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

3.25.-CERTIFICACIONES

El Contratista tomará las disposiciones necesarias, para que periódicamente, según el intervalo de tiempo acordado en el contrato, lleguen a conocimiento del Ingeniero-Director las unidades de obra realizadas previa medición, quien tendrá la facultad de revisarlas sobre el propio terreno, al cual le facilita aquel, cuantos medios sean indispensables para llevar a buen término su cometido.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios unitarios aprobados y extenderá la correspondiente certificación, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego de Condiciones respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales.

Presentada dicha certificación al Ingeniero-Director, previo examen, y comprobación sobre el terreno, si así lo considera oportuno, en un plazo de diez (10) días, pondrá su Vº Bº, y firma, en el caso de que fuera aceptada, y con este requisito, podrá pasarse la certificación a la Propiedad para su abono, previa deducción, en tanto por ciento, de la correspondiente constitución de fianza o garantías y tasa por Honorarios de Dirección Facultativa, si procediera.

Dichas certificaciones, como recoge el párrafo anterior del presente Pliego de Condiciones Generales, se remitirán al Propietario, con carácter de documento y entregas a buena cuenta, sin que supongan aprobación o recepción en obra, sujetos a rectificaciones y variaciones derivadas de la liquidación final, no suponiendo tampoco estas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

El Propietario deberá realizar los pagos al Contratista o persona autorizada por el mismo, en los plazos previstos y su importe será el correspondiente a las especificaciones de los trabajos expedidos por la Dirección Facultativa.

Se podrán aplicar fórmulas de depreciación en aquellas unidades de obra, que tras realizar los ensayos de control de calidad correspondientes, su valor se encuentre por encima del límite de rechazo, muy próximo al límite mínimo exigido aunque no llegue a alcanzarlo, pero que obtenga la calificación de aceptable. Las medidas adoptadas no implicarán la pérdida de funcionalidad, seguridad o que no puedan ser subsanadas posteriormente, en las unidades de obra afectadas, según el criterio de la Dirección Facultativa.

El material acopiado a pie de obra, por indicación expresa y por escrito del Ingeniero-Director o del Propietario, a través de escrito dirigido al Ingeniero-Director, podrá ser certificado hasta el noventa por ciento (90%) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de Contrata.

En caso de que el Ingeniero-Director, no estimase aceptable la liquidación presentada por el Contratista, comunicará en un plazo máximo de diez (10) días, las rectificaciones que considere deba realizar al Contratista, en aquella, quien en igual plazo máximo, deberá presentarla debidamente rectificada, o con las justificaciones

que crea oportunas. En el caso de disconformidad, el Contratista se sujetará al criterio del Ingeniero-Director, y se procederá como en el caso anterior.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

3.26.-DEMORA EN LOS PAGOS

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente a que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de la cantidad pactada en el contrato suscrito con el Propietario, en concepto de intereses de demora durante el espacio del tiempo de retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del retraso del término de dicho plazo de un mes, sin realizarse el pago, tendrá derecho el Contratista a la rescisión unilateral del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

Si la obra no está terminada para la fecha prevista, el Propietario podrá disminuir las cuantías establecidas en el contrato, de las liquidaciones, fianzas o similares.

El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el proyecto, alegando un retraso de los pagos.

3.27.-PENALIZACIÓN ECONÓMICA AL CONTRATISTA POR EL INCUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS

Si el Contratista incumpliera con los plazos de ejecución de las obras estipuladas en el contrato de adjudicación, y no justificara debidamente a juicio de la Dirección Técnica la dilación, la Propiedad podrá imponer las penalizaciones económicas acordadas.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje (tanto por mil) del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija con cargo a la fianza, sin perjuicio de las acciones legales que en tal sentido correspondan. Dicha indemnización, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y el Propietario, se establecerá por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

En el caso de no haberse estipulado en el contrato el plazo de ejecución de las obras, se entenderá como tal el que figura como suficiente en la memoria del proyecto.

Si tampoco se hubiera especificado la cuantía de las penalizaciones, las indemnizaciones por retraso en la terminación de las obras, se aplicarán por lo que esté estipulado a tal efecto en cualquiera de los siguientes casos, siendo el importe resultante descontado con cargo a las certificaciones o a la fianza.

- ⦿ Una cantidad fija durante el tiempo de retraso (por día natural, semana, mes, etc.) desde el día fijado para su terminación en el calendario de obra o en el contrato.
- ⦿ El importe de los alquileres que el Propietario dejase de percibir durante el plazo de retraso en la entrega de las obras, en las condiciones exigidas, siempre que se demostrase que los locales diversos están alquilados.
- ⦿ El importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, previamente fijados.
- ⦿ El abono de un tanto por ciento anual sobre el importe del capital desembolsado a la terminación del plazo fijado y durante el tiempo que dure el retraso. La cuantía y el procedimiento a seguir para fijar el importe de la indemnización, entre los anteriores especificados, se convendrá expresamente entre ambas partes contratantes, antes de la firma del contrato.

3.28.-MEJORAS Y AUMENTOS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales, aparatos y equipos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales, aparatos y equipos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero- Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.29.-UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera necesario valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.30.-RESCISIÓN DEL CONTRATO

Además de lo estipulado en el contrato de adjudicación y de lo recogido en el presente Pliego de Condiciones, la Propiedad podrá rescindir dicho Contrato en los siguientes casos:

- Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe del Contratista, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las obras.
- Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de terminación de obras.

Todo ello sin perjuicio de las penalizaciones económicas figuradas en el artículo 3.24.

3.31.-SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tenga por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, tal y como el resto de los trabajos de la obra. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para finalidades distintas a la reconstrucción de la obra siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir el Contrato, con devolución de fianza, abonos completos de gastos, materiales acopiados, etc., incluyendo una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro que no se le hubiese abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados, a tales efectos, por el Ingeniero-Director de la obra.

En las obras de rehabilitación, reforma o reparación, se fijará previamente la porción o parte de ésta que debe ser asegurada, así como su cuantía o importe, y si nada se prevé al respecto, se entenderá que el seguro comprenderá toda la parte de la edificación afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el apartado 3.35 del presente pliego, en base al Art. 19 de la L.O.E.

3.32.-CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Si el Contratista, siendo su obligación, no atendiese la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en caso de que no estén siendo éstas ocupadas por parte del Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda la guarda o custodia, la limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar las obras el Contratista, bien sea por buena terminación de las mismas como en el caso de rescisión del Contrato, está obligado a dejar libre de ocupación y limpias éstas en el plazo que el Ingeniero-Director estime oportuno. Después de la recepción provisional de las obras y en el caso de que su conservación corra por cuenta del Contratista, no deberá haber en las mismas más herramientas, útiles, materiales, mobiliario, etc., que los indispensables para su guarda y custodia, limpieza o para los trabajos que fuesen necesarios ejecutar.

En cualquier circunstancia, el Contratista estará obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía expresado, procediendo de la forma que prevé el presente Pliego de Condiciones

3.33.-USO POR EL CONTRATISTA DE LA EDIFICACION O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios, instalaciones o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.34.-PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS

El pago de impuestos, cánones, tasas y arbitrios en general, municipales, insulares o de otro origen, sobre vallas, ocupación de la vía, carga y descarga de materiales, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

3.35.-GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCION Y MONTAJE DE INSTALACIONES

El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. (Apartado C) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda según contempla su disposición adicional segunda, teniendo como referente a las siguientes garantías:

- a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras e instalaciones, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el art. 3 de la L.O.E.
- c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

4.- CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

4.1.-DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva y Anexos de cálculo.
- Planos.
- Pliego General de Condiciones.
- Pliegos de Condiciones Técnicas.
- Mediciones y Presupuesto.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud
- Proyecto de control de la edificación.

4.2.-PLAN DE OBRA

El Plan detallado de obra será realizado conforme se indicó en las Condiciones Facultativas del presente Pliego de Condiciones, y en él se recogerán los tiempos y finalizaciones establecidas en el contrato, siendo completado con todo detalle, indicando las fechas de iniciación previstas para cada una de las partes en las que se divide el trabajo, adaptándose con la mayor exactitud al Pert detallado, diagrama de Gant o cualquier otro sistema válido de control establecido. Este documento será vinculante.

4.3.-PLANOS

Son los citados en la lista de Planos del presente proyecto, y los que se suministrarán durante el transcurso de la obra por la Dirección Técnica y Facultativa, que tendrán la misma consideración.

4.4.-ESPECIFICACIONES

Son las que figuran en la Memoria Descriptiva y en los Pliegos de Condiciones Técnicas, así como las condiciones generales del contrato, juntamente con las modificaciones del mismo y los apéndices adosados a ellas, como conjunto de documentos legales.

4.5.-OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Es el objeto de los planos y especificaciones mostrar al Contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipos y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo contrario. El Contratista realizará todo el trabajo indicado en los planos y descrito en las especificaciones así como todos los trabajos considerados como necesarios para completar la realización de las obras de manera aceptable, con la calidad que le fuere exigida y consistente, y a los precios ofertados.

4.6.-DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Si existieran divergencias entre los planos y las especificaciones, regirán los requerimientos de éstas últimas y en todo caso, la aclaración que al respecto facilite el Ingeniero-Director.

4.7.-ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Cualquier error u omisión de importancia en los planos y especificaciones será comunicado inmediatamente al Ingeniero-Director que lo corregirá o aclarará con la mayor brevedad y por escrito, si fuese necesario. Cualquier trabajo hecho por el Contratista, tras el descubrimiento de tales discrepancias, errores u omisiones, se hará por cuenta y riesgo de éste.

4.8.-ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los planos y especificaciones se establecerá a cargo del Propietario. Entre los planos y especificaciones se establecerán todos los requisitos necesarios para la realización de los trabajos objeto del Contrato.

4.9.-INSTRUCCIONES ADICIONALES

Durante el proceso de realización de las obras y montaje de las instalaciones, el Ingeniero-Director podrá dar instrucciones adicionales por medio de dibujos, esquemas o notas que aclaren con detalle cualquier dato confuso de los planos y especificaciones. Podrá facilitar, de igual modo, instrucciones adicionales necesarias para explicar o ilustrar los cambios en el trabajo que tuvieran que realizarse.

Asimismo el Ingeniero-Director, o la Propiedad a través del Ingeniero-Director, podrán remitir al Contratista notificaciones escritas ordenando modificaciones, plazos de ejecución, cambios en el trabajo, etc. El Contratista deberá ceñirse estrictamente a lo

indicado en dichas órdenes. En ningún caso el Contratista podrá negarse a firmar el enterado de una orden o notificación. Si estimara oportuno efectuar alguna reclamación contra ella, deberá formularla por escrito al Ingeniero-Director, o a la Propiedad a través de escrito al Ingeniero-Director; dentro del plazo de diez (10) días de haber recibido la orden o notificación. Dicha reclamación no lo exime de la obligación de cumplir lo indicado en la orden, aunque al ser estudiada por el Ingeniero-Director pudiera dar lugar a alguna compensación económica o a una prolongación del tiempo de finalización.

4.10.-COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

A la iniciación de las obras y durante el transcurso de las mismas, se entregará al Contratista, sin cargo alguno, dos copias de cada uno de los planos necesarios para la ejecución de las obras.

La entrega de planos se efectuará mediante envíos parciales con la suficiente antelación sobre sus fechas de utilización.

4.11.-PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Todos los planos y especificaciones y otros datos preparados por el Ingeniero-Director y entregados al Contratista pertenecerán a la Propiedad y al Ingeniero-Director, y no podrán utilizarse en otras obras.

4.12.-CONTRATO

En el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras, que podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

4.12.1.- Por tanto alzado

Comprenderá la ejecución de toda parte de la obra, con sujeción estricta a todos los documentos del proyecto y en cifra fija.

4.12.2.- Por unidades de obra ejecutadas

Asimismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.

4.12.3.- Por administración directa o indirecta

Con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

4.12.4.- Por contrato de mano de obra

Siendo de cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a las anteriores.

En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no la subcontratación y los trabajos que puedan ser de adjudicación directa por parte del Ingeniero-Director a casas especializadas.

4.13.-CONTRATOS SEPARADOS

El Propietario puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y

realización de su trabajo. Será responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y comunicar al Ingeniero-Director cualquier irregularidad que no lo permitiera finalizar su trabajo de forma satisfactoria.

La omisión de notificar al Ingeniero-Director estas anomalías indicará que el trabajo de otros Contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

4.14.-SUBCONTRATOS

Cuando sea solicitado por el Ingeniero-Director, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas propuestos para los trabajos. El Contratista será responsable ante la Propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas y de las acciones de sus empleados, en la misma medida que de los suyos propios. Los documentos del contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre Subcontratista y Propietario.

4.15.-ADJUDICACIÓN

La adjudicación de las obras se efectuará mediante una de las tres siguientes modalidades:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.
- Adjudicación directa o de libre adjudicación.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado con los documentos del proyecto.

En el segundo caso, la adjudicación será por libre elección.

4.16.-SUBASTAS Y CONCURSOS

Las subastas y concursos se celebrarán en el lugar que previamente señalen las Condiciones Particulares de Índole Legal de la presente obra, debiendo figurar imprescindiblemente la Dirección Facultativa o persona delegada, que presidirá la apertura de plicas, encontrándose también presentes en el acto un representante de la Propiedad y un delegado de los concursantes.

4.17.-FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO

El Contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que consigue la Contrata.

4.18.-RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero-Director haya examinado y reconocido la realización de las obras durante la ejecución de las mismas, ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales.

El Contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empleados todos los medios de protección personal o colectiva, que la naturaleza de los trabajos exija.

De igual manera, aceptará la inspección del Ingeniero-Director en cuanto a Seguridad y Salud se refiere y se obliga a corregir, con carácter inmediato, los defectos que se encuentren al efecto, pudiendo el Ingeniero-Director en caso necesario paralizar los trabajos hasta tanto se hayan subsanado los defectos, corriendo por cuenta del Contratista las pérdidas que se originen.

4.19.-TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA

En caso de una emergencia el Contratista realizará cualquier trabajo o instalará los materiales y equipos necesarios.

Tan pronto como sea posible, comunicará al Ingeniero-Director cualquier tipo de emergencia, pero no esperará instrucciones para proceder a proteger adecuadamente vidas y propiedades.

4.20.-SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO

El trabajo o cualquier parte del mismo podrán ser suspendidos por el Propietario en cualquier momento previa notificación por escrito con cinco (5) días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo.

El Contratista reanudará el trabajo según notificación por escrito del Propietario, a través del Ingeniero-Director, y dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos.

Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

4.21.-DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO

El Propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución en los casos escogidos en el capítulo correspondiente a las Condiciones de Índole Económica. y en cualquiera de los siguientes:

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del contrato o instrucciones del Ingeniero-Director, o deje proseguir el trabajo de acuerdo con lo convenido en el Plan de obra.

- Deje de proveer un representante cualificado, trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados, o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

4.22.-FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD

Después de diez (10) días de haber enviado notificación escrita al Contratista de su intención de rescindir el contrato, el Propietario tomará posesión del trabajo, de todos los materiales, herramientas y equipos aunque sea propiedad de la Contrata y podrá finalizar el trabajo por cualquier medio y método que elija.

4.23.-DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO

El Contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el contrato después de diez (10) días de la notificación al Propietario y al Ingeniero-Director de su intención, en el caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un período de noventa (90) días seguidos y por causas no imputables al Contratista o a sus empleados.

4.24.-CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato, las que a continuación se detallan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En estos dos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tengan derecho aquellos a indemnización alguna.

- Alteraciones del contrato por las siguientes causas:

1. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero-Director, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el veinticinco por ciento (25%), como mínimo, del importe de aquel.

2. La modificación de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del cuarenta por ciento (40%) como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del proyecto, o más del cincuenta por ciento (50%) de unidades del proyecto modificadas.

- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.

- ⦿ El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
- ⦿ El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- ⦿ La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
- ⦿ El abandono de la obra sin causa justificada.
- ⦿ La mala fe en la ejecución de los trabajos.

4.25.-DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial, no será devuelta hasta pasado los doce meses del plazo de garantía fijados y en las condiciones detalladas en artículos anteriores.

4.26.-PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto entre el Propietario y el Contratista. En caso contrario será el especificado en el documento de la memoria descriptiva del presente proyecto.

4.27.-DAÑOS A TERCEROS

El Contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuidos que sobrevinieran, tanto en las edificaciones e instalaciones, como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas obras.

4.28.-POLICÍA DE OBRA

Serán de cargo y por cuenta del Contratista, el vallado y la policía o guarda de las obras, así como el cuidado de la conservación de sus líneas de lindero, así como vigilará que durante las obras no se realicen actos que mermen o modifiquen la Propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero-Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos respectos vigentes en donde se realice la obra.

4.29.-ACCIDENTES DE TRABAJO

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos efectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud en las obras que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes

a los obreros o los vigilantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Igualmente, el Contratista se compromete a facilitar cuantos datos se estimen necesarios a petición del Ingeniero-Director sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que se han adoptado para la instrucción del personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que pudiera acaecer o sobrevenir, por no cumplir el Contratista lo legislado en la materia, será éste el único responsable o sus representantes en la obra.

Será preceptivo que figure en el “Tablón de Anuncios” de la obra, durante todo el tiempo que ésta dure, el presente artículo del Pliego General de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma del Ingeniero-Director.

4.30.-RÉGIMEN JURÍDICO

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de obra, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no queden reguladas por la expresa legislación civil, ni mercantil, ni por el contrato) las normas que rigen para la ejecución de las obras del Estado.

Fuera de la competencia y decisiones que, en lo técnico, se atribuyan a la Dirección Facultativa, en lo demás procurará que las dudas a diferencia suscitadas, por la aplicación, interpretación o resolución del contrato se resuelvan mediante negociación de las partes respectivamente asistidas de personas cualificadas al efecto. De no haber concordancia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres, uno para cada parte y un tercero nombrado de común acuerdo entre ellos.

4.31.-SEGURIDAD SOCIAL

Además de lo establecido en el capítulo de condiciones de índole económica, el Contratista está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre Seguridad Social, teniendo siempre a disposición del Propietario o del Ingeniero-Director todos los documentos de tal cumplimiento, haciendo extensiva esta obligación a cualquier subcontratista que de él dependiese.

4.32.-RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas dependientes del mismo, extremo que deberá acreditar ante el Propietario, dejando siempre exento al mismo y al Ingeniero-Director de cualquier reclamación que se pudiera originar.

En caso de accidentes ocurridos con motivo de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra. Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las obras, como en las zonas contiguas. Será por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

4.33.-IMPUESTOS

Será de cuenta del Contratista el abono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del contrato privado, firmado entre el Propietario y el Contratista; siendo por parte del Propietario el abono de las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

4.34.-DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

El Contratista se procurará de todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El Contratista una vez finalizadas las obras y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que el Ingeniero-Director le ordene para la seguridad y salud de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

4.35.-HALLAZGOS

El Propietario se reserva la posesión de las sustancias minerales utilizables, o cualquier otro elemento de interés, que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en su terreno de edificación.

Fdo.: *El Ingeniero*

El presente Pliego de Condiciones Generales necesaria en la ejecución de las instalaciones industriales del presente proyecto que consta de 55 páginas numeradas, es suscrito en prueba de conformidad por la Propiedad y el Contratista en cuadruplicado ejemplar, uno para cada una de las partes, el tercero para el Ingeniero-Director y el cuarto para el expediente del proyecto depositado en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife, el cual se conviene que hará fe de su contenido en caso de dudas o discrepancias.

En..... a.....de.....de.....

LA PROPIEDAD

EL CONTRATISTA

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.: *El Ingeniero*

Santa Cruz de Tenerife, Febrero de 2019



José Julio Brossa Gutiérrez

Ingeniero Industrial

Colegiado nº 203

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 218 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Pliego de Condiciones para Centros de Transformación



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 220 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



INDICE

1.- OBJETO	7
2.- CAMPO DE APLICACIÓN	7
3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN	7
4.- CARACTERÍSTICAS, CALIDADES Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES DE OBRA CIVIL Y ELÉCTRICOS	12
4.1.- OBRA CIVIL	12
4.1.1.- HORMIGONES	12
4.1.2.- BLOQUES	13
4.1.3.- FORJADOS Y CUBIERTAS	13
4.1.4.- MUROS	13
4.1.5.- RESISTENCIA AL FUEGO	13
4.1.6.- ACABADOS DE LA OBRA CIVIL	13
4.1.7.- PUERTAS, TRAMPILLAS Y ESCALERAS	14
4.1.8.- VENTILACIÓN Y REJILLAS DE VENTILACIÓN	14
4.1.9.- GRADOS DE PROTECCIÓN	15
4.1.10.- POZO DE RECOGIDA DE ACEITE	15
4.1.11.- CANALES INTERIORES	15
4.1.12.- DESAGÜES	15
4.1.13.- ILUMINACIÓN	15
4.1.14.- EQUIPOS DE SEGURIDAD	15
4.1.15.- EQUIPOTENCIALIDAD	16
4.2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA	16
4.2.1.- CELDAS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN	16
4.2.2.- CONDUCTOR A.T. DE UNIÓN PROTECCIÓN TRANSFORMADOR-TRANSFORMADOR	17
4.2.3.- BOBINA DE DISPARO	18
4.2.4.- CARTUCHOS FUSIBLES	18
4.2.5.- TRANSFORMADOR DE POTENCIA	18
4.2.6.- DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL TRANSFORMADOR	19
4.2.7.- CONECTORES	19
4.2.8.- CONOS DEFLECTORES	20
4.2.9.- TERMINALES BIMETÁLICOS	20
4.2.10.- TERMINALES DE COBRE	20

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 221 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



4.2.11.- CIRCUITOS DE TIERRA	20
4.2.12.- CONDUCTOR DE BAJA TENSIÓN. TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN	20
4.2.13.- CUADRO DE BAJA TENSIÓN	21
4.2.14.- APARATOS DE MEDIDA	22
4.2.15.- OTROS MATERIALES	22
4.3.- INSTALACIONES SECUNDARIAS	22
4.3.1.- PASILLOS	22
4.3.2.- FOSA DEL TRANSFORMADOR	22
4.3.3.- ILUMINACIÓN	22
5.- CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE	22
5.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS Y GENERALES	22
5.2.- MOVIMIENTO DE TIERRAS	23
5.3.- ORDEN DE LOS TRABAJOS	23
5.4.- REPLANTEO	24
5.5.- MARCHA DE LAS OBRAS	24
5.6.- MONTAJE DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	24
5.7.- CIRCUITOS ELÉCTRICOS	24
5.7.1.- CONEXIONES	24
5.7.2.- CANALIZACIONES	24
5.8.- TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN	25
5.9.- INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	26
5.10.- DEPÓSITO DE MATERIALES	26
6.- RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS	26
6.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS	27
6.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS	28
6.2.1.- PRUEBA DE OPERACIÓN MECÁNICA	28
6.2.2.- PRUEBA DE DISPOSITIVOS AUXILIARES, HIDRÁULICOS, NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS	28
6.2.3.- VERIFICACIÓN DE CABLEADO	28
6.2.4.- ENSAYO A FRECUENCIA INDUSTRIAL	28
6.2.5.- ENSAYO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN	28
6.2.6.- ENSAYO DIELECTRICO DE CIRCUITOS AUXILIARES Y DE CONTROL	28
7.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	28
7.1.- MANTENIMIENTO	29
7.2.- CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LAS CELDAS Y PUESTA EN SERVICIO	30
7.3.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN	33

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 222 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

8.- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	33
8.1.- GENERALIDADES	33
8.2.- ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS	34
8.3.- ABONO DE LA CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DE LAS OBRAS	34
8.4.- MEDICIÓN Y ABONO DE LA EXCAVACIÓN	35
8.5.- MEDICIÓN Y ABONO DEL RELLENO	35
8.6.- PRECIOS CONTRADICTORIOS	36
8.7.- ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS	36
9.- INSPECCIONES PERIÓDICAS	36
9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS	36
9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA	37
9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS	37
9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	37
9.5.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL RESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	38
9.6.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA	38
9.7.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA	39
10.- CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO	40
10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN	40
10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	41
10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA	41
10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA	42
10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO	43
11.- CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO	44
11.1.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS	44
11.2.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	45
11.3.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	47
11.3.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	47
11.3.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	47
11.4.- DOCUMENTACIÓN FINAL	48

11.5.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA _____	48
11.6.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN _____	49
11.7.- LIBRO DE ÓRDENES _____	50
11.8.- INCOMPATIBILIDADES _____	50
11.9.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA. _____	50
11.10.- SUBCONTRATACIÓN _____	50



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 224 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



1.- OBJETO

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución obras de instalación de Centros de Transformación de tipo Interior acorde a lo estipulado por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, así como las normas NUECSA de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L., en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.

En cualquier caso, dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o representen un coste económico desproporcionado para el usuario.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Ingeniero-Director de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

2.- CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en el montaje de Centros de Transformación de tipo Interior.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje de Centros de Transformación (CT) de tipo Interior reguladas por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre anteriormente enunciado, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

Además de las condiciones técnicas particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la ejecución de la Obra, las normas y reglamentos siguientes:

Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre, del Ministerio de Industria por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (BOE 5-12-1987)

Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las sucesivas actualizaciones que al respecto se realicen del presente Reglamento. BOE nº 288 de 01/12/82.

Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Real Decreto 3275/1982 por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Circular de la Consejería de Industria, sobre la interpretación del R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre y O.M. de 6 de julio de 1984 que aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Estaciones Transformadoras.

Orden de 18 de octubre de 1984, que aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (BOE nº 256 de 25/10/84), modificada por

Orden de 10 de marzo de 2000, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18, MIE-RAT 19 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (BOE de 24/03/00).

Resolución de la Dirección General de la Energía, de 19 de junio de 1984, sobre Ventilación y Acceso de ciertos Centros de Transformación (BOE de 26/06/84).

Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo, del Miner, por el que se establecen Normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y la calidad de este servicio (BOE de 06/06/86).

ORDEN de 27 de noviembre de 1987 por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 13 y MIE-RAT 14 del Reglamento sobre Condiciones y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Resolución de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnológica del Miner, de 18 de enero de 1988, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados, bajo canales protectores de material plástico (BOE nº 43 de 19/02/88).

Orden de 23 de junio de 1988 por la que se actualizan diversas Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT del Reglamento sobre Condiciones y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Orden de 16 de julio de 1991 por la que se modifica el punto 3.6 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 06 del Reglamento sobre Condiciones y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobada por Orden 6 de julio de 1984: aparatos de maniobra de circuitos.

Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

Orden de 16 de mayo de 1994, por la que se adapta al progreso técnico la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobada por Orden 6 de julio de 1984: normas de obligado cumplimiento y hojas interpretativas.

Orden de 15 de diciembre de 1995, por la que se adapta al progreso técnico la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación.

Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre (BOE de 6 de febrero de 1996) por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales; modificaciones por Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales e instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, derogada parcialmente por Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas (BOE de 22 de mayo de 2003).

Resolución de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnológica del Miner, de 21 de enero de 1997, por la que se autoriza el empleo de conductores de aluminio en las canalizaciones prefabricadas para instalaciones eléctricas de enlace (BOE nº 35 10/02/97).

Real Decreto 2019/1997, del Miner, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica (BOE nº 310 de 27/12/97), desarrollado por Orden de 29 de diciembre de 1997, por la que se desarrollan algunos aspectos del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre. (La Orden de 17 de diciembre de 1998, del Miner, modifica dicha Orden de 29 de diciembre de 1997), modificado por Real Decreto-Ley 6/2000, de 23 de junio, de medidas urgentes de intensificación de la competencia en mercados de bienes y servicios (BOE de 24/06/00), modificado por Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial

(BOE de 27/03/04), modificado por Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico (BOE de 24/12/04).

REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)

Orden del 12 de abril de 1999, del MINER, por la que se dictan las Instrucciones Técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE de 21/4/99).

Real Decreto-Ley 6/1999, de la Jefatura del Estado, de 16 de abril, de medidas urgentes de liberalización e incremento de la competencia (BOE nº 92 de 16/04/99).

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27/12/00), modificado por Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico (BOE de 24/12/04).

Orden de 18 de febrero de 2000, del Ministerio de Fomento, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los contadores estáticos de energía activa en corriente alterna, clases 1 y 2 (BOE nº 53 de 02/03/00).

Real Decreto-Ley 6/2000, de 23 de junio, de la Jefatura del Estado, de medidas urgentes, de intensificación de la competencia en mercados de bienes y servicios (BOE 24/06/00), derogada parcialmente por Ley 36/2003, de 11 de noviembre, de medidas de reforma económica.

Real Decreto-Ley 2/2001, de 2 de febrero, por el que se modifica la disposición transitoria sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, y determinados artículos de la Ley 16/1989, de 17 de julio de Defensa de la Competencia (BOE nº30 de 03/02/01).

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT e Instrucciones Complementarias MI-BT. (BOE de 18/09/02)

Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.(B.O.E Num. 75 de 27 de marzo de 2004)

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 228 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación del Ministerio de la Vivienda (BOE n. 74 de 28/3/2006)

Real Decreto 661/2007, de 26 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma UNE 12464.

Normativa autonómica:

Ley 11/1990 de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico.

Decreto Territorial 224/1993, de 29 de julio, por el que se regula la realización del trámite de información pública en los procedimientos que afectan a islas no capitalinas (BOC nº 103 de 11/08/93).

Orden de 29 de julio de 1994, por la que se aprueban las Normas Particulares de Unelco para Instalaciones Aéreas de Alta Tensión hasta 30kV (BOC nº 153 de 16/12/94).

Decreto 103/1995, de 26 de abril, por el que se aprueban las normas en materia de imputación de costes de extensión de redes eléctricas (BOC nº 69 de 02/06/95).

Orden de la Consejería de Industria y Comercio, de 30 de enero de 1996, sobre mantenimiento y revisiones periódicas de instalaciones eléctricas de alto riesgo (BOC nº 46 de 15/04/96).

Orden de la Consejería de Industria y Comercio, de 19 de agosto de 1997 (BOC nº 31 de 12/03/99), por la que se aprueban las Normas Particulares para Centros de Transformación de hasta 30kV, en el ámbito de suministro de Unelco, S.A.

Resolución de 4 de junio de 1997, de la Dirección General de Industria y Energía (BOC nº 114 de 01/09/97), por la que se convalida el Método UNESA para el diseño y cálculo de las instalaciones de puesta a tierra en centros de transformación de tercera categoría (tensión hasta 30 kV) a efectos de su aplicación en la Comunidad Autónoma de Canarias.

Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regularización del Sector Eléctrico Canario (BOC nº 158 de 08/12/97).

DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.

ORDEN de 25 de mayo de 2007 (B.O.C. número 121, de 18 de junio de 2007), por la que se regula el procedimiento telemático para la puesta en servicio de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Ordenanzas Municipales y otras Normas Municipales de señalización de obras y protecciones

Normas de Unión Eléctrica de Canarias (NUECSA)

Recomendaciones UNESA en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias y Norma GE NNM001 – Normas de operación y definiciones de la Cía. suministradora Endesa. 1ª Edición. 2000. UNESA, “Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios”. UNELCO-AMYS “Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas”.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

4.- CARACTERÍSTICAS, CALIDADES Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES DE OBRA CIVIL Y ELÉCTRICOS

El Centro de Transformación tipo Interior podrá ser realizado en obra civil o ser de tipo prefabricado. En el primero de ellos se definirán sus dimensiones, elementos constructivos como cimentación, estructura, cerramientos, revestimientos, pavimento, albañilería, carpintería, acceso y canales para cables, fosos para transformadores, desagües, alumbrado interior y protección contra incendios.

Con respecto al de tipo prefabricado, se describirá indicando el fabricante, el modelo, sus características constructivas, dimensiones y homologación del mismo.

4.1.-OBRA CIVIL

4.1.1.- HORMIGONES

Los hormigones a emplear en los elementos estructurales tendrán una resistencia característica a los 28 días de 180 kg/cm², para lo cual se sacarán seis muestras de probetas, tres de las cuales se romperán a los siete días y las otras a los 28. Estas roturas se harán en laboratorio homologado el cual expedirá el correspondiente documento.

Los hormigones que no cumplan estas características deberán ser demolidos, o bien a juicio del Ingeniero-Director de las obras podrán conservarse devaluándose en la cuantía que indique la Dirección Facultativa.

El material de encofrado a utilizar estará limpio, de tal forma que no deje marcas posteriores en el hormigón y permita un buen desencofrado.

El hormigón se vibrará con maquinaria especial de tal forma que no se produzca en ningún momento disgregación.

Para el armado del hormigón se empleará acero 4.200 en la cuantía que se indique en los planos así como los diámetros y dimensiones de los solapes allí acotados.

4.1.2.- BLOQUES

Los bloques serán de hormigón vibrado y aligerado del espesor que se indica en los planos de planta.

Cuando se emplee este tipo de bloque en paredes de carga deberá rellenarse con mortero de 150kg/cm² de resistencia característica.

Los bloques se enlucirán a ambas caras con mortero de cemento y arena, no permitiéndose la utilización de bloques con roturas que no sean las precisas para la elaboración de la pared.

Los elementos delimitadores del Centro de Transformación, muros exteriores, cubierta y solera, así como los estructurales tendrán una resistencia al fuego RF-240 y los materiales de revestimiento interior serán de clase A1, de acuerdo con la norma UNE-23727.

4.1.3.- FORJADOS Y CUBIERTAS

Las cubiertas de los centros estarán diseñadas de forma que impidan la acumulación de agua sobre ellas, estancas y sin riesgo de filtraciones.

En los forjados se distinguirán dos casos:

Forjados de carga puntual, cuando el acceso al transformador y materiales se efectúa a través de tapas practicables situadas debajo de un forjado.

Forjados para carga móvil que se pueden diferenciar dos zonas:

La de maniobra que soportará una carga como mínimo de 600Kg./m².

La del transformador y sus accesos, que soportará una carga rodante de 4.000Kg./m² apoyada sobre cuatro ruedas equidistantes.

4.1.4.- MUROS

Los muros exteriores presentarán una resistencia mecánica mínima equivalente a la de los espesores de los muros construidos con los distintos materiales.

4.1.5.- RESISTENCIA AL FUEGO

Los elementos delimitadores del centro de transformación, muros exteriores, cubierta y solera, así como los estructurales tendrán una resistencia al fuego RF-240 y los materiales de revestimiento interior serán de clase A1, de acuerdo con la norma UNE-23727

4.1.6.- ACABADOS DE LA OBRA CIVIL

El acabado de la albañilería en el interior del centro, tendrá como mínimo, las características siguientes:

Paramentos interiores y paramentos exteriores: Raseo con mortero de cemento y arena lavada de dosificación 1:4 con aditivo hidrófugo en masa, mastrado y pintado.

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción del centro estarán protegidos de la oxidación por imprimación de pintura antioxidante y acabado con pintura tipo resina epoxi o epoxidica.

4.1.7.- PUERTAS, TRAMPILLAS Y ESCALERAS

Las puertas exteriores serán de carpintería de aluminio anodizado, preferentemente; no obstante pueden ser de acero inoxidable o bien de otro material cuya resistencia mecánica sea la adecuada a la situación, ubicación y características del Centro de Transformación. Las puertas abrirán hacia el exterior y si lo hacen sobre vías públicas se deberán abatir sobre el muro de fachada. Tendrán como mínimo 2,10 m de altura y 0,80m de ancho, libre interior para el acceso al personal y 2,10m de altura y 1,25 m de anchura para la puerta de acceso del transformador. La tornillería, bisagras y cerradura serán de acero inoxidable AISI 316L.

En los Centros de Transformación de tipo subterráneos las tapas de acceso, a instalar en el piso de aceras o calzadas, se ajustarán a la norma EN-124, siendo de clase D-250 cuando se instalen en zonas peatonales y D-400 cuando estén situadas en sitio de tráfico rodado. Siendo las dimensiones mínimas de luz de 0,80 x 0,60 m para las tapas de acceso al personal y de 2,10 x 1,25m para las tapas de acceso de materiales.

Las puertas de acceso al Centro de Transformación llevarán el cartel de señalización correspondiente compuesta por señal triangular del riesgo eléctrico; asimismo llevarán serigrafiado en color negro el código del centro.

4.1.8.- VENTILACIÓN Y REJILLAS DE VENTILACIÓN

Para la evacuación del calor generado en el interior del Centro de Transformación deberá posibilitarse una circulación de aire, pudiendo diseñarse dos tipos de ventilaciones:

Ventilación natural: La altura entre la entrada y la salida del aire será máxima. Para la ventilación natural en Centros superiores a 630KVA se determinará de acuerdo con las normas particulares de UNESCO-ENDESA. Para potencias inferiores a 630KVA será como mínimo de 0,22m² por cada 100KVA instalado.

En Centros de Transformación de tipo subterráneo la ventilación se hará necesariamente con torretas verticales.

Ventilación forzada: Cuando por las características de ubicación del centro sea imposible ventilar éste por ventilación natural, se adoptará el sistema de ventilación forzada. En la ventilación forzada no podrá rebasarse los niveles de ruido permitidos por la Ordenanzas Municipales en el punto de instalación en horario nocturno. Se dispondrá de dos extractores dotados de un dispositivo que permita el funcionamiento alternativo. Se instalará un sistema de alarma que paralice el sistema de ventilación forzada en caso de incendios, y que cierre las lamas, estrangulando la salida del fuego.

Rejillas de ventilación: Los huecos de ventilación tendrán un sistema de rejillas dobles que impidan la entrada de agua y en su caso, tendrán una tela mosquitera de latón de 6 mm que impida la entrada de pequeños animales. Las rejillas serán de chapa de aluminio anodizado de 18/21micras y 1,5mm de espesor, acero inoxidable o de otros materiales que presenten un grado de insensibilidad a los agentes atmosféricos igual o superior a los anteriores. Las rejillas irán instaladas de manera que no tengan contacto eléctrico con el sistema equipotencial. La tornillería será de acero inoxidable AISI 316 L.

4.1.9.- GRADOS DE PROTECCIÓN

El grado de protección de la parte exterior de los Centros de Transformación, incluidas las rejillas de ventilación, será IP 23 según la norma UNE 20324-93 y de IK 10 según UNE 50102, declaradas de obligado cumplimiento.

4.1.10.- POZO DE RECOGIDA DE ACEITE

Para permitir la evacuación y extinción del líquido inflamable, cuando se utilicen transformadores que contengan más de 50 l de aceite mineral, se dispondrá de pozo de recogida de aceite, con revestimiento resistente y estanco. Este depósito tendrá una capacidad neta de 600 litros. En la parte superior se preverán cortafuegos, tales como lecho de cantos rodados de aproximadamente 5cm de diámetro. Se podrá situar el depósito en otra zona del centro o externo al mismo, para lo cual se realizará la correspondiente justificación.

4.1.11.- CANALES INTERIORES

Los canales interiores para los cables tendrán una profundidad de 40cm y un ancho de 50cm, siendo el fondo con una solera inclinada con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables. Los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60m. Estos canales fuera de las celdas estarán cubiertos por una serie de tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituidos por perfiles recibidos en el piso.

4.1.12.- DESAGÜES

En los Centros de Transformación de tipo subterráneos ubicados en primer sótano, tanto el propio local como los canales deberán contar con un desagüe suficiente por gravedad. En los que no exista desagüe suficiente por gravedad se deberá disponer de bomba de achique, cuya cota superior se encuentre por debajo de la rasante del suelo del centro.

4.1.13.- ILUMINACIÓN

Los Centros de Transformación dispondrán de instalación de alumbrado suficiente a la superficie del mismo, lámpara de emergencia de 180lm y 1 hora de autonomía y una toma de corriente. La instalación será vista y todos los receptores contarán con protección magnetotérmica individual y protección diferencial.

4.1.14.- EQUIPOS DE SEGURIDAD

Todos los Centros de Transformación estarán equipados de los siguientes equipos de seguridad:

Cartel de primeros auxilios, 5 reglas de oro, guantes aislantes para 30kV, pértiga de salvamento y banqueta aislante.

4.1.15.- EQUIPOTENCIALIDAD

Los Centros de Transformación estarán contruidos de manera que su interior presente una superficie equipotencial, para lo cual se unirá un conductor rígido de cobre desnudo de 50 mm² formando un anillo en todo su perímetro, al que se unirá también el mallazo del piso, dejando en ambos casos una punta de cable de cobre de 0,20 m que se unirán a la tierra de las masas.

En el caso de centros prefabricados, cada pieza de las que forman parte del edificio, deberán disponer de dos puntos metálicos, lo mas separados posible para poder medir la continuidad eléctrica de la armadura. Deberán tener dos puntos en su interior, fácilmente accesibles y protegidos contra golpes, para la conexión a tierra.

4.2.-INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Todos los materiales eléctricos deberán contar con los certificados emitidos por laboratorios acreditados, sobre cumplimiento de las normas UNE que le sean exigibles

4.2.1.- CELDAS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN

La aparata de A.T. estará montada en cabinas metálicas siendo las características de las mismas las siguientes:

- ☉ Norma UNE-EN 60298
- ☉ Norma IEC 298
- ☉ Tensión nominal 20kV
- ☉ Tensión más elevada. 24kV
- ☉ Nº de fases. 3
- ☉ Frecuencia nominal 50Hz
- ☉ Intensidad nominal de aparata 400 A
- ☉ Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1) 50kV
- ☉ Nivel de aislamiento a onda de choque (1.2/50m seg.) 125kV
- ☉ Intensidad límite dinámica en barras 46'07KA
- ☉ Grado de protección sobre piezas en movimiento (UNE 20324) IHP-1
- ☉ Grado de protección s/piezas en tensión (UNE 20324) IHP-2

Las celdas se construyen para su utilización en las siguientes condiciones de servicio:

- ☉ En el interior.

- ⦿ Temperatura máxima del ambiente 40°C, siendo su valor medio en 24 horas no superior a 35°C.
- ⦿ Temperatura mínima del ambiente -5°C.
- ⦿ Altitud de instalación no superior a los 1.000 m sobre el nivel del mar.
- ⦿ El aire del recinto no contendrá polvo, humo, gases o vapores corrosivos o inflamables, ni sales en cantidad apreciable.

Todas estas condiciones de servicio se corresponden con las exigencias de la Norma UNE-EN 60298.

4.2.2.- CONDUCTOR A.T. DE UNIÓN PROTECCIÓN TRANSFORMADOR-TRANSFORMADOR

Conductor unipolar de cobre de campo radial apantallado:

- ⦿ Sección: 1x35 mm² de cobre.
- ⦿ Tensión nominal: 12/20 kV.
- ⦿ Designación UNE: EV 12/20.
- ⦿ Tensión de prueba: 37.000 V.
- ⦿ Aislamiento: Sera de cualquiera de los tipos que se indican a continuación: polietileno modificado, etileno propileno o polietileno reticulado.
- ⦿ Cubierta: Tipo CV2 según UNE 21175-1
- ⦿ Pantalla: Fleje de cobre de 0'1 mm de espesor mínimo.
- ⦿ Intensidad máxima de cortacircuito en la pantalla: superior a 790 A durante 1 seg.
- ⦿ Resistencia óhmica en C.C. a 20°C: 0'379 Ohm/Km como máximo.
- ⦿ Intensidad admisible en régimen permanente a 25°C: 190 A
- ⦿ Disyuntor ruptofusible automático con 3 cortacircuitos de APR y timonería.
- ⦿ Tensión aislamiento: 24 kV.
- ⦿ Intensidad nominal: 400 A.
- ⦿ Extintor del arco: por soplado axial de aire comprimido.
- ⦿ Velocidad de maniobra: independiente del operador (apertura y cierre brusco).
- ⦿ Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto: 50 kV eficaces.
- ⦿ Tensión de ensayo al choque, onda 1'2/50 micro seg: 125 kV - cresta.
- ⦿ Poder de corte mínimo: 500 MVA.

- ☉ Mando manual por palanca con transmisión y enclavamiento. Salida delantera.

4.2.3.- BOBINA DE DISPARO

La celda de protección del Transformador va equipada mediante bobina de disparo a 220 V, 50 VA, accionada desde el termómetro de esfera de doble contacto a 220 V - 6 A, instalado en la cuba del transformador.

La canalización eléctrica está formada por:

- ☉ Cable 1 x 2'5 mm² Cu 750 V.
- ☉ Tubo PVC rígido Rexa PG-13.
- ☉ Protección mediante interruptor automático magnetotérmico 2 x 6 A en caja de protección.

4.2.4.- CARTUCHOS FUSIBLES

Cartuchos de alto poder de ruptura con dispositivo percutor para disparo de la timonería del interruptor.

- ☉ Tensión de servicio (valor medio): 25 kV.
- ☉ Intensidad nominal:
- ☉ Poder de corte simétrico: 500 MVA.

4.2.5.- TRANSFORMADOR DE POTENCIA

- ☉ Transformador de potencia, según UNESA 5201-C.
- ☉ Tensión del primario: 20.000 V con regulación $\pm 2'5 \pm 5\%$.
- ☉ Tensión del secundario: 380/220 V
- ☉ Potencia: 50, 100, 160, 250, 400 ó 630 KVA.
- ☉ Servicio continuo
- ☉ Refrigeración: situados en las caras de la cuba por aire que circula por convección natural.
- ☉ Calentamiento: aire a 40°C como máximo, arrollamiento a 65°C como máximo, aceite a 60°C.
- ☉ Frecuencia: 50Hz.
- ☉ Grupo de conexión: Dy 11.
- ☉ Regulación de tensión: en arrollamiento A.T. mando sobre tapa -5%, -2'5%, 0- + 2'5% + 5%.
- ☉ Cambio de conexión estrella-triángulo y toma en el arrollamiento de A.T.

- ⦿ Tensión de cortocircuito: referida a 75 °C y a tensión nominal definida por la toma principal: 4%.
- ⦿ Placa de características: según UNESA 5201 C.

4.2.6.- DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL TRANSFORMADOR

- ⦿ Núcleo de chapa magnética de grano orientado.
- ⦿ Aislamiento: clase A (UNE 21305).
- ⦿ Arrollamiento: de Cu, electrolítico.
- ⦿ Aceite: UNE 21320-5.
- ⦿ Pasatapas: porcelana esmaltada color marrón provista en relieve.
- ⦿ B.T.: n a b c.
- ⦿ A.T. a B.C.
- ⦿ Cuba robusta para soportar el peso del transformador. En su parte superior dispondrá de dos cáncamos con orificios de 40mm de diámetro como mínimo; en su parte inferior irá provisto de un grifo para evacuación del aceite.
- ⦿ Tapa de cuba del transformador con tapa para fijación de termómetro de esfera.
- ⦿ Depósito de expansión: tendrá un volumen tal que pueda expansionar el aceite al elevarse a 100°C su temperatura. El nivel del aceite será visible desde el exterior en ambos extremos de depósito.
- ⦿ Puesta a tierra: llevará en la cuba para tal efecto, un tornillo de cabeza hexagonal rosca M 10.
- ⦿ Ruedas orientables.
- ⦿ Dimensiones máximas: se ajustarán a las indicadas en recomendación UNESA-5201 C.
- ⦿ Protección por pintura anticorrosiva

4.2.7.- CONECTORES

Los cables de entrada y salida, así como los de unión de la celda de protección con el transformador se realizará mediante bornas enchufables normalizados en el caso de las celdas de línea y con conos y bornas enchufables en el caso de la celda de protección.

La conexión de los cables de entrada y salida de línea de A.T. en las celdas de SF6 se realizará mediante conectores estancos de 400 A de intensidad nominal y atornillables.

La conexión entre la protección del transformador de potencia y las bornas del primario del mismo, se realizará mediante conectores estancos enchufables de 200 A de intensidad nominal.

4.2.8.- CONOS DEFLECTORES

Los conductores de 150 mm² Al y 35 mm² Cu de 12/20 kV de aislamiento plástico de campo radial serán conectados en sus extremos mediante terminales tipo conos deflectores a campo radial de acuerdo con las características del cable. Dispondrá de toma de tierra en la pantalla del conductor realizada mediante trenza de cobre de 25 mm²

4.2.9.- TERMINALES BIMETÁLICOS

Terminales bimetálicos de 150mm² de Al, M.T. serán a compresión del tipo bimetálico Al-Cu. El taladro de la pala de cobre será M-12.

4.2.10.- TERMINALES DE COBRE

Para cables de 50 mm² Cu en conexión a tierra serán a compresión. El taladro de la pala será M-12.

4.2.11.- CIRCUITOS DE TIERRA

Todas las partes metálicas de los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección, así como la armadura del edificio.

En el interior del Centro de Transformación habrá dos circuitos de tierra.

- Neutro del Transformador.
- Herrajes de A.T. y B.T.

Estos circuitos se realizarán mediante varillas de cobre electrolítico desnudo de 8mm de diámetro que irán adosadas a las paredes mediante fijaciones formadas por abrazaderas de diámetro adecuado. Las uniones y derivaciones se realizarán mediante terminales de presión. La distancia mínima entre ambos circuitos en el interior del Centro de Transformación será de 22 cm.

Las uniones con la toma de tierra exterior se realizarán mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm² y accesorios de unión.

La toma de tierra estará formada por pica de acero cobreado de 17'5 mm de diámetro y 3 m de longitud. Las picas estarán distanciadas unas de otras, una distancia mínima de 6 m.

Los valores de las tierras deberán ser iguales o inferiores a 14'4 Ohms.

4.2.12.- CONDUCTOR DE BAJA TENSIÓN. TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN

- Conductor unipolar de cobre sin armar.
- Sección en función de la Potencia del Transformador.
- Tensión nominal: 0'6/1kV

- ⦿ Tensión de prueba: 3.500 V
- ⦿ Aislamiento: PVC
- ⦿ Cubierta: PVC
- ⦿ Resistencia Ohmica en c.c. a 20°C 0'124 Ohm/Km como máximo.
- ⦿ Intensidad admisible en régimen permanente a 25°: 207'2A

4.2.13.- CUADRO DE BAJA TENSIÓN

Los cuadros de Baja Tensión serán normalizados del tipo CMET-400, debiendo cumplir las especificaciones de la R.U. 6302, siendo sus características principales las siguientes:

- ⦿ Grado de protección IP-217 según UNE 20.324.
- ⦿ Realizada en chapa de acero plegado de 2 mm de grosor.
- ⦿ Ventilación mediante rejillas estampadas en los paneles laterales de 250 x 250 mm.
- ⦿ Dimensiones de 1590 x 580 x 290 mm de fondo.

Acabado:

- ⦿ Desengradado.
- ⦿ Dos capas de impregnación de minio.
- ⦿ Una capa de esmalte secado al horno.
- ⦿ Dos capas de pintura gris medio M-110.
- ⦿ Estarán dispuestos de tornillería M-10 para facilitar su transporte.

Estará constituido por:

- ⦿ Unidad funcional de acometida y seccionamiento, integrada por las pletinas de cobre para fases y neutro.
- ⦿ Unidad funcional de embarrado, constituida por tres barras de fases y una de neutro. Una de las barras llevará un transformador de intensidad según la intensidad del transformador de potencia.
- ⦿ Unidad funcional de salida de líneas de BT, constituida por cuatro bases tripolares verticales de 400A y de apertura unipolar en carga.
- ⦿ Unidad funcional de control y protección, que llevará montado y conexionado los siguientes elementos:
 - ⦿ Base de enchufe bipolar de 10A, 230V, 4 bases de fusibles tipo UTE tamaño 14x51, amperímetro máxímetro y conexiones de esto elementos.

4.2.14.- APARATOS DE MEDIDA

Los aparatos de medida deberán ser contrastados en laboratorios oficiales, a costa del adjudicatario suministrador o pedir su verificación oficial si así lo ordena el Director de las Obras.

4.2.15.- OTROS MATERIALES

El resto de los materiales como aisladores, pértigas, etc. serán sometidos a prueba, limitándose las diligencias previas para su recepción a un reconocimiento por parte del Director de Obras.

4.3.-INSTALACIONES SECUNDARIAS

4.3.1.- PASILLOS

La anchura de los pasillos de servicio será tal que permita la fácil maniobra de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos. Cumplirán con lo expuesto en los apartados 5.1.1. y 5.1.2 de MIE-RAT 14 y recomendaciones de las normas particulares de la compañía suministradora.

4.3.2.- FOSA DEL TRANSFORMADOR

Para la protección contra incendios que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de Alta Tensión y concretamente en los Centros de Transformación, cuando se utilizan transformadores que contiene más de 50 l de aceite mineral, se dispondrá de un foso para la recogida de aceite con revestimiento resistente y estanco, disponiéndose de cortafuegos a base de guijarros. La capacidad neta de estos pozos será de 600 l, de acuerdo con la norma particular de la compañía suministradora y prescripciones indicadas en apartado 4.1 de la MIE RAT – 14.

4.3.3.- ILUMINACIÓN

Los Centros de Transformación dispondrán de alumbrado normal y de emergencia (MIE RAT – 14, Punto 4.2), con instalación vista de acuerdo con el reglamento de baja tensión y las ITC correspondientes.

5.- CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

5.1.-CONSIDERACIONES PREVIAS Y GENERALES

Las instalaciones de Centros de Transformación de tipo Interior serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación en cuanto a formas, sistemas de protección, puesta a tierra, medidas, número de

aparatos, calidad, etc., sólo podrá realizarse previa autorización por escrito del Ingeniero-Director de la obra.

El Ingeniero-Director rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, demás materiales y herramientas de seguridad.

Los aparatos o herramientas eléctricas que se utilicen estarán dotados del correspondiente aislamiento de grado II, o estarán alimentados a tensión inferior a 50 V, mediante transformador de seguridad.

Antes de la instalación, el Contratista presentará al Ingeniero-Director los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por el Ingeniero Director.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección de obra aunque no estén indicadas en este Pliego, los cuales se ejecutarán en los laboratorios que elija la Dirección, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección de obra, aún después de colocado, si no cumplierse con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación del Centro de Transformación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

5.2.-MOVIMIENTO DE TIERRAS

En caso de tener que realizar un vaciado de solar donde se vaya a ubicar el Centro de Transformación, se hará por procedimientos mecánicos teniendo en cuenta las prescripciones sobre seguridad de personas y cosas.

La apertura de zanjas se hará igualmente con retroexcavadora con refile a mano.

La carga y transporte a vertedero autorizado de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

5.3.-ORDEN DE LOS TRABAJOS

El Director de Obra fijará el orden que deben llevar los trabajos y la contrata estará obligada a cumplir exactamente cuanto se disponga sobre el particular.

5.4.-REPLANTEO

El replanteo de la obra se hará por el Director de Obra con el contratista, quien será el encargado de la vigilancia y dar cumplimiento a lo estipulado.

5.5.-MARCHA DE LAS OBRAS

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

5.6.-MONTAJE DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los elementos constitutivos del Centro de Transformación sin que éstos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

La colocación del Transformador en su celda se realizará de forma que éste quede correctamente instalado sobre las vigas de apoyo de la misma, colocando las bornas de A.T. para el lado del fondo. Una vez instalado el Transformador, se realizarán las conexiones previstas en el lado de A.T. y en el de B.T.

5.7.-CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Ningún circuito de B.T. se situará sobre la vertical de los circuitos de A.T. ni a menos de 45 cm en otro caso, salvo que se instalen tubos o pantallas metálicas de protección.

5.7.1.- CONEXIONES

Las conexiones de los conductores a los aparatos, así como los empalmes entre conductores, deberán realizarse mediante dispositivos adecuados, de forma tal que no incrementen sensiblemente la resistencia eléctrica del conductor.

Las conexiones de B.T. se ajustarán a lo dispuesto en el vigente Reglamentos Electrotécnico para Baja Tensión.

5.7.2.- CANALIZACIONES

Las conducciones o canalizaciones de Baja Tensión deberán ser dispuestas y realizadas de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

En las conducciones o canalizaciones de alta tensión, se tendrá en cuenta, en la disposición de las canalizaciones, el peligro de incendio, su propagación y consecuencias, para lo cual se procurará reducir al mínimo sus riesgos adoptando las siguientes medidas:

- Las conducciones o canalizaciones no deberán disponerse sobre materiales combustibles no autoextinguibles, ni se encontrarán cubiertas por ellos.
- Los revestimientos exteriores de los cables deberán ser difícilmente inflamables.
- Los cables auxiliares de medida, mando, etc., se mantendrán siempre que sea posible, separados de los cables con tensiones de servicio superiores a 1kV o

deberán estar protegidos mediante tabiques de separación o en el interior de canalizaciones o tubos metálicos puestos a tierra.

- ☉ Las galerías subterráneas, atarjeas, zanjas, y tuberías para alojar conductores deberán ser amplias y con ligera inclinación hacia los pozos de recogida de aguas, o bien estarán provistas de tubos de drenaje.

La instalación de los cables aislados podrá ser:

- a) Directamente enterrado en zanja abierta en el terreno con lecho y relleno de arena debidamente preparado. Se dispondrá una línea continua de ladrillos o rasillas encima del cable, a modo de protección mecánica. Cuando el trazado discurra por zonas de libre acceso al público, se dispondrá asimismo, una cinta de señalización con la indicación de A.T.
- b) En tubos de hormigón, cemento o fibrocemento, plástico o metálicos, debidamente enterrados en zanjas.
- c) En atarjeas o canales revisables, con un sistema de evacuación de agua cuando estén a la intemperie. Este tipo de canalizaciones no podrá usarse en las zonas de libre acceso al público.
- d) En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared, adoptando las protecciones mecánicas adecuadas cuando discurran por zonas accesibles a personas o vehículos.
- e) Colgados de cables fiadores, situados a una altura que permita, cuando sea necesario, la libre circulación sin peligro de personas o vehículos, siendo obligatoria la indicación del máximo gálibo admisible.

Cuando cualquiera de estas canalizaciones atravesase paredes, muros, tabiques o cualquier otro elemento que delimite secciones de protección contra incendios, se hará de forma que el cierre obtenido presente una resistencia al fuego equivalente.

Los cables se colocarán de manera que no se perjudiquen sus propiedades funcionales.

5.8.-TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN

Deberán ponerse a tierra todas las partes metálicas de los transformadores de medida que no se encuentren sometidas a tensión.

Asimismo deberá conectarse a tierra un punto del circuito o circuitos secundarios de los transformadores de medida. Esta puesta a tierra deberá hacerse directamente en las bornas secundarias de los transformadores de medida, excepto en aquellos casos en que la instalación aconseje otro montaje.

En los circuitos secundarios de los transformadores de medida se aconseja la instalación de dispositivos que permitan la separación, para su verificación o sustitución, de aparatos por ellos alimentados o la inserción de otros, sin necesidad

de desconectar la instalación y, en el caso de transformadores de intensidad, sin interrumpir la continuidad del circuito secundario.

La instalación de estos dispositivos será obligatoria en el caso de aparatos de medida de energía que sirvan para la facturación de la misma.

La instalación de los transformadores de medida se hará de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación o eventual sustitución.

Se prohíbe la instalación de contadores, máxímetros, relojes, bloques de prueba, etc., sobre los frentes de las celdas de medida donde la proximidad de elementos sometidos a alta tensión (MIE-RAT 12), presentan riesgos de accidentes para el personal encargado de las operaciones de verificación, cambio de horario y lectura.

Esto no se aplicará a los conjuntos de aparamenta previstos en la MIE-RAT 16 y 17.

5.9.-INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Los conductores de las líneas de tierra deben instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio. Con carácter general se recomienda que sean conductores desnudos instalados al exterior de forma visible.

En el caso de que fuese conveniente realizar la instalación cubierta, deberá serlo de forma que pueda comprobarse el mantenimiento de sus características.

En las líneas de tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Los empalmes y uniones deberán realizarse con medios de unión apropiados, que aseguren la permanencia de la unión, no experimenten al paso de la corriente calentamientos superiores a los del conductor, y estén protegidos contra la corrosión galvánica.

En la instalación de los electrodos se procurará utilizar las capas de tierra más conductoras haciéndose la colocación de electrodos con el mayor cuidado posible en cuanto a la compactación del terreno.

5.10.-DEPÓSITO DE MATERIALES

El acopio de materiales se hará de forma que éstos no sufran alteración durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

Será obligación del Contratista, la ejecución de las obras de recogida de aparatos mecánicos, etc. y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

6.- RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, el Ingeniero-Director procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora

eléctrica autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrada su correcto funcionamiento.

6.1.-RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por el Ingeniero-Director de obra en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento. Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas ha sido ejecutada de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará especial atención a la verificación de los siguientes puntos:

- Secciones y tipos de los conductores y cables utilizados.
- Formas de ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Tipo, tensión e intensidad nominal y funcionamiento de los aparatos de maniobra, mando, protección y medida.
- Compactación de zanjas, reposición de firmes y pavimentos afectados.
- Geometría de las obras de fábrica, foso del Transformador y del propio Centro de Transformación.
- Estado de los revestimientos, pinturas y pavimentos del Centro de Transformación y ausencia en estos de grietas, humedades y penetración de agua.
- Acabado, pintura y estado de la carpintería metálica del Centro de Transformación.
- Ejecución de los sistemas de ventilación del Centro de Transformación.
- Ejecución de sistema de iluminación del Centro de Transformación.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar los ensayos que se indican en los artículos siguientes.

6.2.-PRUEBAS Y ENSAYOS

Una vez ejecutada la instalación, se procederá por parte de entidad acreditada por los Organismos Públicos competentes, la medición de los siguientes valores:

Resistencia de aislamiento de la instalación

Resistencia del sistema de tierra.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes.

6.2.1.- PRUEBA DE OPERACIÓN MECÁNICA

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparallaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

6.2.2.- PRUEBA DE DISPOSITIVOS AUXILIARES, HIDRÁULICOS, NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS

Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. Se probará cinco veces cada sistema.

6.2.3.- VERIFICACIÓN DE CABLEADO

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

6.2.4.- ENSAYO A FRECUENCIA INDUSTRIAL

Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial especificada en la columna 4 de la tabla II de la norma UNE-EN 60298 durante un minuto. El procedimiento de ensayo queda especificado en el punto 24.2. de dicha norma.

6.2.5.- ENSAYO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN

Se realizarán sucesivamente los siguientes ensayos: Se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre estos y tierra. Si fuera posible se procederá a la puesta en tensión de la red en vacío y volviendo a medir la resistencia de aislamiento.

6.2.6.- ENSAYO DIELECTRICO DE CIRCUITOS AUXILIARES Y DE CONTROL

Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con la norma UNE-60298.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras

Una vez cumplido el plazo de garantía, se podrá proceder a la recepción definitiva de las obras e instalaciones, así como al abono de la liquidación de las mismas.

Finalmente se volverá a medir la resistencia de aislamiento de la red de A.T. y las tomas de tierra del Centro de Transformación que deberán permanecer por encima de los mínimos admitidos.

7.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

7.1.-MANTENIMIENTO

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de los Centros de Transformación son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel

de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

7.2.-CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LAS CELDAS Y PUESTA EN SERVICIO

Para la protección del personal y equipos en las operaciones que deba realizarse en los Centros de Transformación, se garantizará que:

- No será posible acceder a las zonas en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas debe interesar al mando del apartado principal del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso de los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF6. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios. Los mandos de la aparatamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la maniobra.

Asimismo el Centro de Transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento de Alta Tensión (MIE-RAT 14, apartado 5.1), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de las

celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo superior al mayor de los fondos de esas celdas.

En el interior del Centro de Transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

La instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Antes de la puesta en servicio en carga del Centro de Transformación, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Protección contra incendios

Las medidas de protección contra incendios a adoptar en los Centros de Transformación estarán de acuerdo con lo establecido en el apartado 4.1 de la MIE RAT- 14 y Reglamentaciones específicas aplicables, considerándose los dos sistemas de protección contra incendios posible, bien de tipo pasivo o de tipo activo

El de tipo pasivo consiste en la adopción de un conjunto de medidas en la construcción del centro en cuanto a muros, cubiertas y solera, vigas, columnas, etc., que tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación RD 314/2006. Si el Transformador contiene aceite u otro refrigerante con capacidad superior a 50 litros se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 3.2.1 de la MIE RAT – 14.

Distancias de seguridad

La distancia de seguridad entre fases y fase-tierra para el centro de transformación, serán las mínimas previstas en las tablas 4 y 5 de la referida MIE RAT-12 en sus apartados 3.3 y 3.3.1.

Aparatos de maniobra.

Los conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica, deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE-EN 60298 y en las instrucciones MIE RAT- 06, punto 1 y apartado 3.4, MIE RAT-16, apartado 1.1 y 1.2, punto 2 y apartado 3.1 y 3.2.

Maniobras

El personal encargado de realizar las maniobras, estará debidamente autorizado y adiestrado.

Para la realización de las maniobras oportunas en el Centro de Transformación se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Tipo de aparamenta y número de fabricación
- Año de fabricación
- Tensión nominal
- Intensidad nominal
- Intensidad nominal de corta duración
- Frecuencia nominal

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas, se incorporarán de forma gráfica y clara las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta. Igualmente, si la celda contiene SF₆ bien sea para el corte o para el aislamiento, debe dotarse con un manómetro para la comprobación de la correcta presión de gas antes de realizar la maniobra.

Las maniobras se realizarán con el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere, y a continuación la aparamenta de conexión siguiente, hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos al transformador trabajando en vacío para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Alta Tensión, se procederá a conectar la red de Baja Tensión.

Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

Protecciones.

De acuerdo con la MIE RAT-09 los Centros de Transformación estar protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que pueden originar las corrientes de cortocircuito y las de sobrecarga cuando estas puedan producir averías y daños en las citadas instalaciones.

Protecciones contra sobreintensidades.

En el punto 1 de la MIE RAT-09, se indica que contra las sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos o cortacircuitos fusibles. En el apartado 4.2.1 de la misma instrucción técnica complementaria se señala como proteger a los transformadores de distribución contra las sobreintensidades, de acuerdo con los criterios señalados en los apartados a) y b).

Protección contra incendios.

Las medidas de protección contra incendios a adoptar en los Centros de Transformación estarán de acuerdo con lo establecido en el apartado 4.1 de la MIE RAT- 14 y Reglamentaciones específicas aplicables. Se pueden considerar dos sistemas de protección contra incendios:

Sistema pasivo.

Es aplicable cuando el volumen del líquido refrigerante inflamable no sobrepasa los 600 litros por máquina y un volumen total de 2.400 litros para varias máquinas. En edificios de pública concurrencia estos valores se limitan a 400 litros y 1.600 para varias máquinas.

Este sistema consiste en tomar una serie de medidas en la construcción del centro en cuanto a muros, cubiertas y solera, vigas, columnas, etc. Que tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación RD 314/2006. Si el transformador contiene aceite u otro refrigerante con capacidad superior a 50 litros se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 3.2.1 de la MIE RAT-14.

Sistema activo.

En aquellas instalaciones que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo de extinción, se colocará como mínimo un extintor de eficacia 113 B. este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad. Cuando se superen los volúmenes indicados anteriormente se dotará al centro de transformación de un equipo de funcionamiento automático de extinción activado por los correspondientes detectores.

7.3.-REPARACIÓN. REPOSICIÓN

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

8.- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

8.1.-GENERALIDADES

Las obras ejecutadas se medirán por su volumen, peso, superficie, longitud o simplemente por el número de unidades, de acuerdo con la definición de unidades de obra que figura en el presupuesto, y se abonarán a los precios señalados en el mismo.

En los precios del presupuesto se consideran incluidos:

- ⦿ Los materiales con todos sus accesorios a los precios resultantes a pie de obra que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- ⦿ La mano de obra, con sus pluses y cargas más seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- ⦿ En su caso, los gastos de personal, combustible, energía, amortización, conservación, etc., de la maquinaria que se prevé utilizar en la ejecución de la unidad de obra.
- ⦿ Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes y talleres; los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra; los causados por los medios y obras auxiliares, los ensayos de los materiales y los detalles imprevistos, que al ejecutar las obras deban ser utilizados o realizados.

La medición y abono al Contratista de obras ejecutadas, debe referirse a unidades totalmente terminadas, a juicio exclusivo del Técnico Encargado. Solamente en casos excepcionales se incluirán obras incompletas y acopios de materiales. Los materiales acopiados se abonarán, como máximo, a las 4/4 partes del importe que les corresponda dentro de la descomposición de precios.

Las unidades de obra que por una mayor facilidad al confeccionar los presupuestos se hayan agrupado para constituir un presupuesto parcial, deberán medirse y abonarse individualmente.

La medición de las unidades de obra ejecutadas se llevará a cabo conjuntamente por el Ingeniero-Director de obra y el Contratista, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos de materiales y personal que se originen.

8.2.-ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas consignadas en el presupuesto, serán de abono íntegro, salvo que en el título de la partida se indique expresamente que es a justificar, lo que deberá hacerse con precios del proyecto, siempre que sea posible, y en caso contrario con precios contradictorios.

El abono íntegro de la partidaalzada se producirá cuando hayan sido completa y satisfactoriamente ejecutadas todas las obras que en conjunto comprende. En ningún caso podrá exigirse por el Contratista cantidad suplementaria alguna sobre el importe de la partidaalzada, a pretexto de un mayor coste de las obras a realizar con cargo a la misma.

8.3.-ABONO DE LA CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DE LAS OBRAS

Para el abono de los gastos de conservación y reparación que figuren en el presupuesto como partidas alzadas, se atenderá a lo indicado en el apartado anterior.

Cuando no se prevea en el presupuesto cantidad alguna para la conservación y reparación de las obras que constituyen un artículo del mismo, se supondrá que su importe está incluido en el precio de las unidades de obra correspondiente.

8.4.-MEDICIÓN Y ABONO DE LA EXCAVACIÓN

La excavación se medirá por su volumen referido al terreno y no a los productos extraídos.

El precio del metro cúbico de excavación comprende:

- ⦿ Todas las operaciones necesarias para la ejecución de la excavación, cualquiera que sea la naturaleza del terreno.
- ⦿ El transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, con independencia de la distancia a que se encuentre, y si es necesario, el extendido o arreglo de los productos vertidos.
- ⦿ El refinado de la superficie de la excavación.
- ⦿ La limpieza de las calzadas y aceras que hayan resultado ensuciadas por los productos de la excavación.
- ⦿ Cuantos medios y obras auxiliares sean precisos, tales como entibaciones, desagües, desvíos de cauces, extracciones de agua, agotamiento, pasos provisionales, apeos de canalizaciones, protecciones, señales, etc.

No se tendrá en cuenta la profundidad de la excavación cuando no se indique expresamente en el precio.

No serán abonables los excesos de excavación que ejecute el Contratista sobre los volúmenes teóricos deducidos de los planos, órdenes de la Dirección de obra y perfiles reales del terreno, ni tampoco los desprendimientos.

8.5.-MEDICIÓN Y ABONO DEL RELLENO

El relleno se medirá y abonará por su volumen, referido alterno y no a los productos sueltos necesarios.

El precio de metro cúbico del relleno comprende: todas las operaciones necesarias para formar el relleno con los productos indicados, la compactación o consolidación de los mismos, el refinado de la superficie, el transporte a vertedero de los productos no utilizados y cuantos medios y obras auxiliares sean necesarios.

No serán abonables los excesos de relleno ejecutados por el Contratista sobre los volúmenes teóricos deducidos de los planos, órdenes de la Dirección de obra y perfiles reales del terreno.

A efectos de la medición de rellenos no se tendrán en cuenta las canalizaciones, cables, etc. cuyo volumen sea inferior al 10% del espacio total a rellenar.

8.6.-PRECIOS CONTRADICTORIOS

Cuando surjan nuevas unidades no contempladas en el presupuesto por modificaciones de las obras, quedará perfectamente descrito el sistema para elaborar el nuevo precio contradictorio.

8.7.-ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS

No serán de abono independiente:

- Están incluidas en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y para garantizar la seguridad de las mismas tales como: herramientas, aparatos, maquinaria, vehículos, gomas andamios, cimbras, estibaciones, desagües, protecciones, para evitar la entrada de agua superficial en las excavaciones y centros de transformación, etc.
- Los gastos ocasionados por la realización de los ensayos que la Dirección de obra juzgue necesarios para comprobar que los materiales cumplen las condiciones exigidas. No obstante, estos gastos deberán ser pagados por el Contratista.
- Lo mencionado en este Pliego de Condiciones Particulares y emitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre ellos, prevalecerá lo establecido en el Pliego de Condiciones Particulares

Los detalles de las obras imprevistos por su minuciosidad en planos y Pliego de Condiciones, y que a juicio exclusivo de la Dirección de Obra, sin separarse del espíritu y recta interpretación de aquellos documentos, sean necesarios para la buena construcción y perfecta terminación y remate de las obras, serán de obligada ejecución para el Contratista.

9.- INSPECCIONES PERIÓDICAS

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas de los Centros de Transformación son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada TRES (3) años.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

9.1.-CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del DECRETO 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias o Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

9.2.-PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA

El protocolo genérico de inspección que debe seguirse será el aprobado por la Administración competente en materia de energía, si bien la empresa titular de las instalaciones podrá solicitar la aprobación de su propio protocolo específico de revisión.

9.3.-DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

En el caso de existir otras instalaciones anexas de naturaleza distinta a la eléctrica (por ejemplo de hidrocarburos, aparatos a presión, contra incendios, locales calificados como atmósferas explosivas, etc.) para las que también sea preceptiva la revisión periódica por exigencia de su normativa específica, se procurará la convergencia en la programación de las fechas de revisión con las de los grupos vinculados, si bien prevalecerá la seguridad y el correcto mantenimiento de las mismas frente a otros criterios de oportunidad u organización.

9.4.-INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las instalaciones de producción en régimen ordinario, así como las de transporte y distribución de energía eléctrica, serán revisadas periódicamente por un OCA o por un técnico titulado con competencia equivalente a la requerida para la puesta en servicio de la instalación, libremente elegidos por el titular de la instalación.

La revisión se producirá al menos cada TRES (3) años, en lo referente a las redes de distribución y de transporte. En el caso de instalaciones de generación se podrá adoptar, como plazo de revisión, el definido por el fabricante para la revisión mayor, si bien no se podrán superar los plazos siguientes, en función de la tecnología del grupo generador:

- a) Grupos diesel: DOS (2) años
- b) Turbinas de gas: UN (1) año y SEIS (6) meses
- c) Turbinas de vapor: CUATRO (4) años

d) Otros sistemas generadores: TRES (3) años

En el caso de que existan instalaciones auxiliares vinculadas a grupos de distinta tecnología, se adoptará el plazo más restrictivo de ellos.

9.5.-INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL RESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El titular de la instalación eléctrica estará obligado a encargar a un OCA, libremente elegido por él, la realización de la inspección periódica preceptiva, en la forma y plazos establecidos reglamentariamente.

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha inicial la de puesta en servicio o la de antigüedad, según se establece en el anexo VII del Decreto 141/2009.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

La empresa instaladora que tenga suscrito un contrato de mantenimiento tendrá obligación de comunicar al titular de la instalación, con un (1) mes de antelación y por medio que deje constancia fehaciente, la fecha en que corresponde solicitar la inspección periódica, adjuntando listado de todos los OCA o referenciándolo a la página Web del órgano competente en materia de energía, donde se encuentra dicho listado.

Igualmente comunicará al órgano competente la relación de las instalaciones eléctricas, en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica preceptiva.

El titular tendrá la obligación de custodiar toda la documentación técnica y administrativa vinculada a la instalación eléctrica en cuestión, durante su vida útil

9.6.-DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará en el cuadro principal de mando y protección, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

El certificado de un OCA tendrá validez de CINCO (5) años en el caso de instalaciones de Baja Tensión y de TRES (3) años para las instalaciones de Media y Alta Tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

9.7.-DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de

"favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

10.- CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

10.1.-DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Las comunicaciones del titular a la Administración se podrán realizar empleando la vía telemática (correo electrónico e internet), en aras de acelerar el procedimiento administrativo, siempre y cuando quede garantizada la identidad del interesado, asegurada la constancia de su recepción y la autenticidad, integridad y conservación del documento.

Cualquier solicitud o comunicación que se realice en soporte papel, se dirigirá al Director General competente en materia de energía y se presentará en el registro de la Consejería competente en materia de energía, o en cualquiera de los lugares habilitados por el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

La inexactitud o falsedad en cualquier dato, manifestación o documento, de carácter esencial, que se acompañe o incorpore a una comunicación previa implicará la nulidad de lo actuado, impidiendo desde el momento en que se conozca, el ejercicio del derecho o actividad afectada, sin perjuicio de las responsabilidades, penales, civiles o administrativas a que hubiera lugar.

Antes de iniciar el procedimiento correspondiente, el titular de las mismas deberá disponer del punto de conexión a la red de distribución o transporte y de los oportunos permisos que le habiliten para la ocupación de suelo o para el vuelo sobre el mismo. En caso de no poseer todos los permisos de paso deberá iniciar la tramitación conjuntamente con la de utilidad pública cuando proceda.

El titular o Propiedad de una instalación eléctrica podrá actuar mediante representante, el cual deberá acreditar, para su actuación frente a la Administración, la representación con que actúa, de acuerdo con lo establecido en el artículo 32.3 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras

deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

El titular deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas privadas, las de generación en régimen especial y las instalaciones eléctricas de baja tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las “Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión” (anexo VII del decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

10.2.-DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Ingeniero-Director es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra. En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La dirección facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

10.3.-DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende y esté autorizada para ello.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por el Ingeniero-Director.

El contratista se obliga a mantener contacto con la empresa suministradora de energía a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

El Contratista está obligado al cumplimiento de lo legislado en la Reglamentación Laboral y demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrones y obreros. Debiendo presentar al Ingeniero-Director de obra los comprobantes de los impresos TC-1 y TC-2 cuando se le requieran, debidamente diligenciados por el Organismo acreditado.

Asimismo el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

10.4.-DE LA EMPRESA MANTENEDORA

La empresa instaladora autorizada que haya formalizado un contrato de mantenimiento con el titular o Propietario de una instalación eléctrica, o el responsable del mantenimiento en una empresa que ha acreditado disponer de medios propios de automantenimiento, tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

- a) Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
- b) En instalaciones privadas, interrumpir el servicio a la instalación, total o parcialmente, en los casos en que se observe el inminente peligro para las personas o las cosas, o exista un grave riesgo medioambiental inminente. Sin perjuicio de otras actuaciones que correspondan respecto a la jurisdicción civil o penal, en caso de accidente deberán comunicarlo al Centro Directivo competente en materia de energía, manteniendo interrumpido el funcionamiento de la instalación hasta que se subsanen los defectos que han causado dicho accidente. Para el resto de instalaciones se atenderá a lo establecido al respecto en el Real Decreto 1.955/2000, de 1 de diciembre, o norma que lo sustituya.

- c) Atender con diligencia los requerimientos del titular para prevenir o corregir las averías que se produzcan en la instalación eléctrica.
- d) Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias observadas en la instalación, que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.
- e) Tener a disposición de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias un listado actualizado de los contratos de mantenimiento al menos durante los CINCO (5) AÑOS inmediatamente posteriores a la finalización de los mismos.
- f) Comunicar al titular de la instalación, con una antelación mínima de UN (1) MES, la fecha en que corresponde realizar la revisión periódica a efectuar por un Organismo OCA, cuando fuese preceptivo.
- g) Comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía, la relación de las instalaciones eléctricas en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica oficial exigible.
- h) Asistir a las inspecciones derivadas del cumplimiento de la reglamentación vigente, y a las que solicite extraordinariamente el titular.
- i) Tener suscrito un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 euros, cantidad que se actualizará anualmente según el IPC certificado por el Instituto Canario de Estadística (INSTAC).
- j) Dimensionar suficientemente tanto sus recursos técnicos y humanos, como su organización en función del tipo, tensión, localización y número de instalaciones bajo su responsabilidad.

10.5.-DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO

Las actuaciones que realice en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma un OCA, en los términos definidos en el artículo 41 del Reglamento de Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, e inscrito en el Registro de Establecimientos Industriales de esta Comunidad y acreditado en el campo de las instalaciones eléctricas, deberán ajustarse a las normas que a continuación se establecen, a salvo de otras responsabilidades que la normativa sectorial le imponga.

El certificado de un OCA tendrá validez de 5 años en el caso de instalaciones de baja tensión y de 3 años para las instalaciones de media y alta tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia. Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente autorizada, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables conforme a las leyes vigentes.

Los OCA tendrán a disposición de la Administración competente en materia de energía todos los datos registrales y estadísticos correspondientes a cada una de sus actuaciones, clasificando las intervenciones por titular, técnico y empresa instaladora. Dicha información podrá ser requerida en cualquier momento por la Administración.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

Para la realización de las revisiones, controles e inspecciones que se les encomiende, los OCA aplicarán los modelos de certificados de inspección previstos en el anexo VIII del Decreto 141/2009 y los manuales de revisión y de calificación de defectos que se contemplen en los correspondientes protocolos-guía, aprobados por la Administración competente en materia de energía, o en su defecto los que tenga reconocido el OCA.

Los OCA realizarán las inspecciones que solicite la Administración competente en materia de energía, estando presentes en las inspecciones oficiales de aquellas instalaciones en las que hayan intervenido y sean requeridos.

Las discrepancias de los titulares de las instalaciones ante las actuaciones de los OCA serán puestas de manifiesto ante la Administración competente en materia de energía, que las resolverá en el plazo de 1 mes.

11.- CONDICIONES DE INDOLE ADMINISTRATIVO

11.1.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra (según anexo VI del Decreto 141/2009).

Asimismo y antes de iniciar las obras, los Propietarios o titulares de la instalación eléctrica en proyecto de construcción facilitarán a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder prever con antelación suficiente el crecimiento y dimensionado de sus redes.

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro. Dicha solicitud se acompañará de la siguiente información:

a) Nombre y dirección del solicitante, teléfono, fax, correo electrónico u otro medio de contacto.

- b) Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista y/o del instalador, en su caso.
- c) Situación de la instalación, edificación u obra, indicando la calificación urbanística del suelo.
- d) Uso o destino de la misma.
- e) Potencia total solicitada, reglamentariamente justificada.
- f) Punto de la red más próximo para realizar la conexión, propuesto por el instalador o técnico correspondiente, identificando inequívocamente el mismo, preferentemente por medios gráficos.
- g) Número de clientes estimados.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará, en el plazo de CINCO (5) DIAS a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición. Dicha comunicación se podrá realizar por vía telemática.

La empresa distribuidora habilitará los medios necesarios para dejar constancia fehaciente, sea cual sea la vía de recepción de la documentación o petición, de las solicitudes de puntos de conexión realizadas, a los efectos del cómputo de plazos y demás actuaciones o responsabilidades.

Las solicitudes de punto de conexión referidas a instalaciones acogidas al régimen especial, también están sujetas al procedimiento establecido en este artículo.

La información aportada, deberá ser considerada confidencial y por tanto en su manejo y utilización se deberán cumplir las garantías que establece la legislación vigente sobre protección de datos.

Ni la empresa distribuidora, ni ninguna otra empresa vinculada a la misma, podrá realizar ofertas de servicios, al margen de la propia oferta técnico económica, que impliquen restricciones a la libre competencia en el mercado eléctrico canario o favorezcan la competencia desleal.

De igual forma el Documento Técnico de Diseño requerido y descrito en el siguiente apartado (proyecto o memoria técnica de diseño), deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de proceder a su tramitación administrativa.

11.2.-DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contempla la documentación descriptiva, en textos y representación gráfica, de la instalación eléctrica, de los materiales y demás elementos y actividades considerados necesarios para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

En aquellos casos en que exista aprobada una “Guía de Proyectos” que específicamente le sea de aplicación el Proyecto deberá ajustarse en su contenido esencial a dicha Guía.

Esta Guía será indicativa, por lo que los proyectos deberán ser complementados y adaptados en función de las peculiaridades de la instalación en cuestión, pudiendo ser ampliados según la experiencia y criterios de buena práctica del proyectista. El desarrollo de los puntos que componen cada guía presupone dar contenido a dicho documento de diseño hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de su tramitación administrativa.

El Proyecto constará, al menos, de los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva (titular, emplazamiento, tipo de industria o actividad, uso o destino del local y su clasificación, programa de necesidades, descripción pormenorizada de la instalación, presupuesto total).
- b) Memoria de cálculos justificativos.
- c) Estudio de Impacto Ambiental en la categoría correspondiente, en su caso.
- d) Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud (según corresponda de acuerdo con la normativa de seguridad laboral vigente).
- e) Planos a escalas adecuadas (situación, emplazamiento, alzados, plantas, distribución, secciones, detalles, croquis de trazados, red de tierras, esquema unifilar, etc.).
- f) Pliego de Condiciones Técnicas, Económicas, Administrativas y Legales.
- g) Estado de Mediciones y Presupuesto (mediciones, presupuestos parciales y presupuesto general).
- h) Separatas para Organismos, Administraciones o empresas de servicio afectadas.
- i) Otros documentos que la normativa específica considere preceptivos.
- j) Plazo de ejecución o finalización de la obra.
- k) Copia del punto de conexión a la red o justificante de la solicitud del mismo a la empresa distribuidora, para aquellos casos en que la misma no haya cumplido los plazos de respuesta indicados en el punto 1 del artículo 27 del decreto 141/2009, de 10 de noviembre.

Si durante la tramitación o ejecución de la instalación se procede al cambio de empresa instaladora autorizada, este hecho deberá quedar expresamente reflejado

en la documentación presentada por el interesado ante la Administración. En el caso de que ello conlleve cambios en la memoria técnica de diseño original, deberá acreditar la conformidad de la empresa autora de la misma o, en su defecto, aportar un nuevo Proyecto.

11.3.-MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

11.3.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

11.3.1.1. - Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en servicio y la documentación del proyecto

En el caso de instalaciones en servicio, las modificaciones o ampliaciones aún no siendo sustanciales, quedarán reflejadas en la documentación técnica adscrita a la instalación correspondiente, tal que se mantenga permanentemente actualizada la información técnica, especialmente en lo referente a los esquemas unifilares, trazados, manuales de instrucciones y certificados de instalación. Dichas actualizaciones serán responsabilidad de la empresa instaladora autorizada, autora de las mismas, y en su caso, del técnico competente que las hubiera dirigido.

11.3.1.2. - Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en fase de ejecución y la documentación del proyecto

Asimismo en aquellas instalaciones eléctricas en ejecución y que no representen modificaciones o ampliaciones sustanciales (según Art. 45 del RD 141/2009), con respecto al proyecto original, éstas serán contempladas como “anexos” al Certificado de Dirección y Finalización de obra o del Certificado de Instalación respectivamente, sin necesidad de presentar un reformado del Proyecto original.

11.3.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cuando se trata de instalaciones eléctricas en las que se presentan modificaciones o ampliaciones significativas, éstas supondrán, tanto en Baja como en Alta Tensión, la presentación de un nuevo Proyecto, además de los otros documentos que sean preceptivos.

El técnico o empresa instaladora autorizada, según sea competente en función del alcance de la ampliación o modificación prevista, deberá modificar o reformar el proyecto o original correspondiente, justificando las modificaciones introducidas. En cualquier caso será necesario su autorización, según el procedimiento que proceda, en los términos que establece el Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, y demás normativa que le sea de aplicación.

Cuando se hayan ejecutado reformas sustanciales no recogidas en el correspondiente Documento Técnico de Diseño, la Administración o en su caso el OCA que intervenga, dictará Acta o Certificado de Inspección, según proceda, con la

calificación de "negativo". Ello implicará que no se autorizará la puesta en servicio de la instalación o se declarará la ilegalidad de aquélla si ya estaba en servicio, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que habrán incurrido los sujetos responsables, conforme a la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y demás leyes de aplicación

11.4.-DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de todos sus usuarios, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- a) Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- b) Documentación técnica: el documento técnico de diseño (DTD) correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.
- c) Instrucciones de uso y mantenimiento: información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de instrucciones de uso y mantenimiento: para instalaciones privadas, receptoras y de generación en régimen especial, información sobre las condiciones de utilización de la instalación, así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o Anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de seguridad (preventivas, prohibiciones ...) y de mantenimiento (cuáles, periodicidad, cómo, quién ...) necesarias e imprescindibles para operar y mantener, correctamente y con seguridad, la instalación teniendo en cuenta el nivel de cualificación previsible del usuario final. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- d) Certificados de eficiencia energética: (cuando proceda): documentos e información sobre las condiciones verificadas respecto a la eficiencia energética del edificio.

Esta documentación será recopilada por el promotor y titular de la instalación, que tendrá la obligación de mantenerla y custodiarla durante su vida útil y en el caso de edificios o instalaciones que contengan diversas partes que sean susceptibles de enajenación a diferentes personas, el Promotor hará entrega de la documentación a la Comunidad de Propietarios que se constituya.

11.5.-CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de

la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación. Dicho certificado deberá ajustarse al modelo correspondiente que figura en el anexo VI del Decreto 141/2009.

Si durante la tramitación o ejecución del proyecto se procede al cambio del ingeniero-proyectista o del Director Facultativo, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el peticionario ante la Administración, designando al nuevo técnico facultativo correspondiente. En el caso de que ello conlleve cambios en el proyecto original, se acreditará la conformidad del autor del proyecto o en su defecto se aportará un nuevo proyecto.

El Certificado, una vez emitido y fechado por el técnico facultativo, perderá su validez ante la Administración si su presentación excede el plazo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En tal caso se deberá expedir una nueva Certificación actualizada, suscrita por el mismo autor.

11.6.-CERTIFICADO DE INSTALACIÓN

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un Manual de Instrucciones por cada instalación que realice, ya se trate de una nueva o reforma de una existente.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados y Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general no se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por parte del mismo autor.

11.7.-LIBRO DE ÓRDENES

En las instalaciones eléctricas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán la obligación de contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa, y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

El citado Libro de Órdenes y Asistencias se registrará según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de Junio de 1971.

11.8.-INCOMPATIBILIDADES

En una misma instalación u obra el Director de Obra no podrá coincidir con el instalador ni tener vinculación laboral con la empresa instaladora que está ejecutando la obra.

11.9.-INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA.

En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nítidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación. Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado. La Dirección Facultativa tendrá la obligación de recoger tal circunstancia en el Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

11.10.-SUBCONTRATACIÓN

La subcontratación se podrá realizar pero siempre y de forma obligatoria entre empresas instaladoras autorizadas, exigiéndosele la autorización previa del Promotor.

Los subcontratistas responderán directamente ante la empresa instaladora principal, pero tendrán que someterse a las mismas exigencias de profesionalidad, calidad y seguridad en la obra que ésta.

Santa Cruz de Tenerife (España), Febrero de 2019



Jose Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 269 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

ASPECTOS AMBIENTALES



1.- **NORMATIVA REFERENTE A LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Legislación Europea:

-) *Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*
-) *Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo de 1997 por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*
-) *Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*

Legislación del Estado:

-) *REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos*

Legislación de Canarias:

-) *LEY 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico*

Estas disposiciones tienen por objetivo establecer las medidas que deben tomarse para evitar y reducir la incidencia negativa que provocan las actividades humanas sobre el medio ambiente. Por lo tanto, cualquier proyecto en el que se plantee la modificación directa o indirecta del medio, el promotor del mismo está obligado a eliminar o reducir ese impacto, con medidas encaminadas a preservar el entorno y que sean compatibles con el medio natural y el paisaje. Estas medidas se deben tomar siguiendo dos criterios: por un lado, teniendo en cuenta el lugar que se verá afectado por las actividades (porque se verán perjudicados sus valores naturales y humanos), y por otro, teniendo en cuenta las propias actividades que se llevarán a cabo (contaminación, degradación, consumo de recursos naturales,... que se produce durante trabajos necesarios para llevar a cabo el proyecto).

Para analizar los impactos que se van a producir sobre el medio ambiente se debe identificar, describir y evaluar de forma apropiada, en función de cada caso particular, los efectos directos e indirectos de un proyecto en los siguientes elementos:

-) el ser humano, la fauna y la flora,
-) el suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje,
-) los bienes materiales y el patrimonio cultural,
-) la interacción entre los factores mencionados anteriormente.

Según el Real Decreto Legislativo 1/2008, si la magnitud del proyecto es tal que las afecciones al medio ambiente son de consideración importante o siempre que el órgano

ambiental competente lo decida, estos deberán someterse a una Evaluación de Impacto Ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental se define como el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente. Esta comprende las siguientes actuaciones: 1º Solicitud de sometimiento del proyecto a evaluación de impacto ambiental por el promotor; 2º Determinación del alcance del estudio de impacto ambiental por el órgano ambiental; 3º Elaboración del estudio de impacto ambiental por el promotor del proyecto; 4º Evacuación del trámite de información pública y de consultas a las Administraciones afectadas y a personas interesadas. La Evaluación de Impacto finalizará con la emisión de la declaración de impacto ambiental por el órgano ambiental, la cual se hará pública.

En los anexos I y II del Decreto 1/2008 se detallan unos listados de los proyectos que deberán someterse obligatoriamente a este proceso. No obstante, además estarán sujetos a Evaluación de Impacto Ambiental todos los proyectos que no estén incluidos en estos anexos, pero que por sus características provoquen impactos significativos en el entorno. Por esta razón, a continuación se incluye un listado con los aspectos ambientales que pueden verse afectados por las actividades derivadas de los proyectos.

Los aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de valorar los impactos que se producirán en el medio son:

-) Los recursos naturales que emplea o consume la actividad.
-) La liberación de sustancias, energía o ruido al medio.
-) Las afecciones (contaminación, destrucción,...) de los hábitats, elementos singulares y las especies de flora y fauna del territorio en el que se va a desarrollar la actividad.
-) Las afecciones en los aspectos de origen antrópico (usos tradicionales del suelo, restos arqueológicos o históricos, actividades socioeconómicas,...).
-) El deterioro del paisaje, en general.

De esta manera se puede analizar la gravedad de los impactos y si será necesario proceder a realizar la Evaluación de Impacto.

Para ello se ha confeccionado una matriz de impacto para determinar la magnitud de los mismos según el tiempo que sería necesario para corregir los daños y la exigencia de llevar a cabo medidas correctoras o no para paliar sus efectos.

CRITERIOS VALORACIÓN		Medidas correctoras		
		No precisa	Convenientes	Necesarias
o de recup eració	inmediato	Compatible	Compatible	Moderado

	medio plazo	Compatible	Moderado	Severo
	largo plazo	Moderado	Severo	Crítico
	no recuperable	Severo	Crítico	Crítico

En lo que respecta a la normativa regional, la Ley 11/1990 establece tres categorías de evaluación, en función de la gravedad de los daños al medio ambiente. De menor a mayor gravedad son: la Evaluación Básica de Impacto Ecológico, la Evaluación Detallada de Impacto Ecológico y la Evaluación de Impacto Ambiental. En los anexos de dicha Ley se detallan los proyectos que deben someterse a cada una de ellas.

Las categorías de Evaluación a aplicar, según Ley 11/1990, dependen:

De la financiación:

"Se someterá a Evaluación Básica de Impacto Ecológico todo proyecto de obras y trabajos financiados total o parcialmente con fondos de la Hacienda Pública Canaria, salvo cuando su realización tenga lugar dentro del suelo urbano, o en aquellos en los que en el convenio o resolución que establezca la cooperación o subvención se exceptúe motivadamente."

(Complementado por Decreto 40/1994, de 8 de abril)

Del lugar:

1. "Se someterá a Evaluación Básica del Impacto Ecológico todo proyecto o actividad objeto de autorización administrativa que vaya a realizarse en Área de Sensibilidad Ecológica."
2. "Se someterán a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico los proyectos a actividades incluidas en el anexo II de esta Ley, cuando se pretendan realizar en Áreas de Sensibilidad Ecológica."

De la actividad:

1. "Se someterán a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico los proyectos a actividades incluidas en el anexo I de esta Ley."
2. "Se someterán a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico en Áreas de Sensibilidad Ecológica los proyectos y actividades incluidos en el anexo II de esta Ley."
3. "Se someterán a Evaluación de Impacto Ambiental los proyectos o actividades incluidos en el anexo III de esta Ley."
4. "En los casos de ampliación de actividades e instalaciones ya existentes, las dimensiones y los límites establecidos en los anexos I, II y III para la exigencia de una evaluación, se entenderán referidos a los que resulten al final de la ampliación." (Ver Resolución de 19 de noviembre de 1998, BOC de 5 de febrero de 1999)
5. "La Administración podrá considerar rebasados dichos límites y dimensiones mínimas establecidos cuando estime que así ocurre por acumulación con otras actuaciones propuestas simultáneamente por el mismo o distinto promotor y que, razonablemente, puedan afectar al mismo entorno ecológico." (Ver Resolución de 19 de noviembre de 1998, BOC de 5 de febrero de 1999)

Supuestos especiales:

"También estarán sujetos a esta Ley los proyectos singulares sobre los que concurren circunstancias extraordinarias que a juicio del Gobierno de Canarias revistan un alto riesgo ecológico o ambiental y sobre los que el Consejo tome acuerdo específico, que se hará público y será razonado, concretando la categoría de evaluación a la que será sometido, y el órgano ambiental actuante".

Supuestos coincidentes:

"La obligación de realizar una evaluación de impacto eximirá de la de otra u otras de inferior categoría, cuando éstas resultasen concurrentes para el mismo proyecto o actividad."

Exclusiones:

1. "La presente ley no será de aplicación en los proyectos relativos a obras de simple reposición o reparación de las ya existentes, salvo cuando se realicen en Áreas de Sensibilidad Ecológica".
2. "El Gobierno de Canarias, en caso de extraordinaria y urgente necesidad, podrá excluir del procedimiento de evaluación a un proyecto determinado sobre los que tome acuerdo específico, que será público y razonado, incluyendo en cada caso las previsiones que se estimen necesarias en orden a minimizar el impacto ecológico del proyecto."

2.- ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONCEPTOS:

La magnitud del impacto ambiental se establecerá según el siguiente criterio:

-) **Compatible:** de recuperación inmediata. No precisa medidas correctoras
-) **Moderado:** recuperable, sin medidas correctoras. Requiere tiempo
-) **Severo:** recuperable con medidas correctoras y tiempo dilatado
-) **Crítico:** sin recuperación, aún con medidas correctoras

EMISIONES ATMOSFÉRICAS

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
 NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

<input type="checkbox"/>	Emisiones de combustión debida a combustibles fósiles
<input type="checkbox"/>	Emisiones debidas a procesos de producción

<input type="checkbox"/>	Emisiones debidas a la manipulación de materiales
<input type="checkbox"/>	Emisiones derivadas de actividades constructivas
<input checked="" type="checkbox"/>	Emisión de polvo u olores debido a la manipulación de materiales
<input type="checkbox"/>	Emisiones procedentes de la incineración de residuos
<input type="checkbox"/>	Emisiones de otra fuente:

- Descripción del impacto: Emisión de polvo por demolición y la apertura de zanjas
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Compatible
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Control de la calidad del aire
<input type="checkbox"/>	Uso de “tecnologías limpias”
<input type="checkbox"/>	Instalación de sistemas capaces de retener los gases contaminantes, como filtros, precipitadores y absorbedores
<input type="checkbox"/>	Instalación de sistema para la paralización de emisiones en caso de detectar niveles intolerables de contaminación
<input type="checkbox"/>	Transporte seguro de sustancias peligrosas
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

- Observaciones:

VERTIDO DE SUSTANCIAS AL AGUA

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

<input type="checkbox"/>	Debido al manejo, almacenamiento, uso o vertido de materiales tóxicos o peligrosos
<input type="checkbox"/>	Debido a la emisión de aguas residuales u otros efluentes
<input type="checkbox"/>	Debido a la deposición de contaminantes emitidos
<input type="checkbox"/>	Debido a otra fuente:

- Descripción del impacto:
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Minimización de interferencia en los flujos de agua, drenajes, etc.
<input type="checkbox"/>	Medidas preventivas (implantación de balsas de decantación, construcción de zanjas perimetrales)
<input type="checkbox"/>	Formulación de planes de emergencia de vertidos
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

- Observaciones:

GENERACIÓN DE RESIDUOS

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Tipo:

<input type="checkbox"/>	Residuos mineros
<input type="checkbox"/>	Residuos urbanos
<input type="checkbox"/>	Residuos tóxicos o peligrosos
<input type="checkbox"/>	Residuos industriales
<input checked="" type="checkbox"/>	Productos sobrantes
<input type="checkbox"/>	Fangos o lodos, procedentes del tratamiento de efluentes
<input checked="" type="checkbox"/>	Residuos procedentes de la construcción o demolición
<input type="checkbox"/>	Maquinaria o equipamiento contaminado
<input type="checkbox"/>	Residuos agrícolas
<input checked="" type="checkbox"/>	Cualquier otro tipo de residuos: Cableado, instalaciones eléctricas obsoletas...

- Descripción del impacto: Los residuos más significativos serán los generados por la demolición de tabiques, por el desmonte de la antigua instalación eléctrica y por la apertura de zanjas

- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Severo
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Medidas para la prevención de residuos (demolición selectiva, utilización de materiales no peligrosos,...)
<input checked="" type="checkbox"/>	Separación de residuos
<input type="checkbox"/>	Reutilización de residuos
<input type="checkbox"/>	Reciclaje de materiales (sustancias orgánicas, compuestos metálicos,...)
<input type="checkbox"/>	Acumulación de residuos para su posterior tratamiento
<input checked="" type="checkbox"/>	Transporte de residuos a las plantas de tratamiento autorizadas
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

- Observaciones: Todos los residuos deberán separarse en obra:
 - Papel, cartón: depositado en los contenedores azules de reciclaje
 - Material de demolición: entregado en PIRS, quedando totalmente prohibido tirarlo en contenedores de basura urbana
 - Material eléctrico: se entregará a gestores autorizados

CONTAMINACIÓN DEL SUELO

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

<input type="checkbox"/>	Debido al manejo, almacenamiento, uso o vertido de materiales tóxicos o peligrosos
<input type="checkbox"/>	Debido a la emisión de aguas residuales u otros efluentes
<input type="checkbox"/>	Debido a la deposición de contaminantes
<input type="checkbox"/>	Debido a otra fuente:

- Descripción del impacto:
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Rediseño o relocalización del emplazamiento del proyecto
--------------------------	--

<input type="checkbox"/>	Operaciones de limpieza tras la finalización de las obras
<input type="checkbox"/>	Minimización de la compactación de los suelos localizando y encarrilando el paso de maquinaria
<input type="checkbox"/>	Diseño taludes, terraplenes,... para evitar la pérdida de suelos
<input type="checkbox"/>	Aplicación de revegetación sistemática para la fijación de elementos contaminantes
<input type="checkbox"/>	Creación de zanjas perimetrales
<input type="checkbox"/>	Formulación de planes de emergencia de vertidos, evitando la contaminación
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS Y RECURSOS NATURALES

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
 NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Tipo:

<input type="checkbox"/>	Consumo de tierras
<input type="checkbox"/>	Consumo de minerales
<input checked="" type="checkbox"/>	Consumo de agua
<input type="checkbox"/>	Consumo de recursos forestales y/o madereros
<input checked="" type="checkbox"/>	Consumo de energía (electricidad y combustibles)
<input type="checkbox"/>	Cualquier otro recurso:

- Descripción del impacto: El normal del uso del agua y electricidad en cualquier actividad
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Compatible
- Medidas correctoras:

<input checked="" type="checkbox"/>	Minimización del consumo de recursos no renovables o escasos
<input checked="" type="checkbox"/>	Reutilización de materiales (tierra, minerales, madera,...)

<input type="checkbox"/>	Delimitación precisa del espacio de trabajo para controlar el uso de recursos naturales
<input type="checkbox"/>	Aplicación de técnicas para la restauración de materias primas y recursos naturales
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

- Observaciones: Utilización de herramientas de bajo consumo utilización de las dosis adecuadas de agua, no dejar los grifos abiertos, etc...

AFECCIONES PAISAJÍSTICAS

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Tipo:

<input type="checkbox"/>	En la geomorfología, geología o litología
<input type="checkbox"/>	En el clima o meteorología
<input type="checkbox"/>	En los aspectos biológicos (fauna y vegetación)
<input type="checkbox"/>	En los aspectos humanos (actividades tradicionales, yacimientos arqueológicos, patrimonio histórico y cultural,...)

- Descripción del impacto:
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):
- Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

- Observaciones:

OTRAS CUESTIONES MEDIOAMBIENTALES

- RUIDOS:

) ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
 NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

) Origen:

<input type="checkbox"/>	Debidos al funcionamiento de equipos (motores, sistemas de ventilación, prensas,...)
<input type="checkbox"/>	Debido a procesos industriales
<input checked="" type="checkbox"/>	Debido a trabajos de construcción o demolición
<input type="checkbox"/>	Debido a voladuras
<input type="checkbox"/>	Debido al tráfico
<input type="checkbox"/>	Debido a sistemas de calefacción o refrigeración
<input type="checkbox"/>	Debido a fuentes de radiación electromagnética
<input type="checkbox"/>	Debido a alguna otra fuente:

) Descripción del impacto: Ruidos ocasionados durante la demolición y la ejecución de la obra

) Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Moderado

) Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Instalación de barreras acústicas
<input type="checkbox"/>	Implantación de firmes menos ruidosos
<input type="checkbox"/>	Señalización
<input checked="" type="checkbox"/>	Otras medidas:

➤ Observaciones: La obra se realizará en un polígono industrial donde se evitará realizar ruido en horas inoportunas.

➤ OLORES:

) ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
 NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

) Origen:

<input type="checkbox"/>	Debidos al funcionamiento de equipos
<input type="checkbox"/>	Debido a procesos industriales
<input type="checkbox"/>	Debido a los residuos generados
<input type="checkbox"/>	Debido a alguna otra fuente:

) Descripción del impacto:

) Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):

) Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	Utilización de "narices electrónicas" para controlar la emisión de productos que generen malos olores
<input type="checkbox"/>	Utilización de sistemas para la retirada de los gases que generan los malos olores (ventilación, campanas extractoras,...)
<input type="checkbox"/>	Retirada instantánea de los productos que emitan malos olores
<input type="checkbox"/>	Otras medidas:

➤ Observaciones:

➤ OTRAS CUESTIONES:

) ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí
 NO

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

) Origen:

<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

➤ Descripción del impacto:

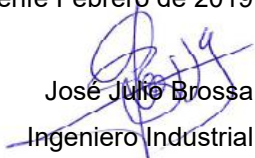
➤ Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):

➤ Medidas correctoras:

<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

➤ Observaciones:

Santa Cruz de Tenerife Febrero de 2019



José Julio Brossa
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 282 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



GESTIÓN DE RESIDUOS



INDICE

1.- VOLUMENT ESTIMADO DE RESIDUOS.....	3
2.- PESO ESTIMADO DE RESIDUOS	3
3.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS	4
4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN LA OBRA	4
5.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORACIÓN “IN SITU” DE LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN LA OBRA	5
6.- DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORABLES “IN SITU”	5
7.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.	6
8.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA	6
9.- PRESCRIPCIÓN DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA	6

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 284 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

1.- VOLUMEN ESTIMADO DE RESIDUOS

Se calcula el volumen estimado de residuos mediante la fórmula

$$\text{Volumen total estimado de residuos: } V_i = S \text{ m}^2 \times H \text{ m} = V \text{ m}^3$$

Asfalto (código LER 17 03 02)
No se observan

Hormigón (código LER 17 01 01): = SxH = 0 m³
No se observan

Tierras (código LER 17 09 04):
No se observan

S: superficie construida total [m²]
H: altura media de RCD [m];

2.- PESO ESTIMADO DE RESIDUOS

$$\text{Peso total estimado de residuos (en Tn): } P_i = V \text{ m}^3 \times d \text{ tn/ m}^3 = P \text{ tn}$$

No se observan

V total: Volumen total RCD [m³]
d: densidad tipo
RCD: Residuos de Construcción y Demolición

Una vez estimado el dato global de Tn de RCD por m² construido, estimamos el peso por tipología de residuos, utilizando los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RCD que van a sus vertederos:

Estimación del peso por tipología de RCD

Tipo de RCD	t (% en peso)	Tn (=Tn total x t/100)
RCD de naturaleza no pétreo (0,0%)		
Asfalto (código LER: 17 03 02)	0,0 %	0,00
Papel (código LER: 20 01 01)	0,0 %	0,00
	0,0%	0,00
RCD de naturaleza pétreo (93%)		
Hormigón (código LER: 17 01 01)	0 %	0,00
Restos de material eléctrico por obra existente	55 %	5,50
Restos de falso techo	45 %	4,50
	100%	1,00
RCD Tierras y pétreos de la excavación		
Tierra y piedras (código LER: 17 05 04)	0,0 %	0,0
	0,0 %	0,0
TOTAL	100 %	1,00

Estimación del volumen por tipología de RCD, según el peso evaluado

Tipo de RCD	d [tn / m ³]	V por RCD (=Tn / d)
-------------	--------------------------	------------------------

RCD de naturaleza no pétreo (14%)		
Asfalto (código LER: 17 03 02)		
Papel (código LER: 20 01 01)		
RCD de naturaleza pétreo (75%)		
Hormigón (código LER: 17 01 01)		
RCD Tierras y pétreos de la excavación		
Tierra y piedras (código LER: 17 05 04)		
Lodos de drenaje (código LER: 17 05 06)		
Balasto de vías férreas (código LER: 17 05 08)		
TOTAL	-	

*El volumen de tierras y pétreos no contaminados procedentes de la excavación de la obra, se calculará con los datos de extracción en proyecto.

3.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

<input type="checkbox"/>	No se prevé operación de prevención alguna
<input checked="" type="checkbox"/>	Estudio de racionalización y planificación de compra y almacenamiento de materiales
<input checked="" type="checkbox"/>	Realización de demolición selectiva
<input type="checkbox"/>	Utilización de elementos prefabricados de gran formato (paneles prefabricados, etc.)
<input type="checkbox"/>	Las medidas de elementos de pequeño formato (ladrillos, baldosas, bloques, etc.) serán múltiples del módulo de la pieza para así no perder material en los recortes
<input type="checkbox"/>	Se sustituirán ladrillos cerámicos por hormigón armado o por piezas de mayor tamaño
<input type="checkbox"/>	Se utilizarán técnicas constructivas "en seco"
<input checked="" type="checkbox"/>	Se utilizarán materiales "no peligrosos" (Ej. Pinturas al agua, material de aislamiento sin fibras irritantes o CFC)
<input type="checkbox"/>	Se realizarán modificaciones de proyecto para favorecer la compensación de tierras o la reutilización de las mismas
<input checked="" type="checkbox"/>	Se utilizarán materiales con "certificados ambientales" (Ej. Tarimas o tablas de encofrado con sello PEFC o FSC)
<input type="checkbox"/>	Se utilizarán áridos reciclados (Ej, para subbases, zahorras, etc) PVC reciclado o mobiliario urbano de material reciclado, etc.
<input checked="" type="checkbox"/>	Se reducirán los residuos de envases mediante prácticas como solicitud de materiales con envases retornables al proveedor o reutilización de envases contaminados o recepción de materiales con elementos de gran volumen o a granel normalmente servidos con envases
<input checked="" type="checkbox"/>	Otros: No se prevé la generación de residuos por aporte de material nuevo; sino procedente de la demolición y excavación del terreno

4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN LA OBRA

	Operación prevista	Destino previsto*
<input type="checkbox"/>	No se prevé operación de reutilización alguna	
<input type="checkbox"/>	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	
<input type="checkbox"/>	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	
<input type="checkbox"/>	Reutilización de materiales cerámicos	
<input type="checkbox"/>	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio,...	
<input type="checkbox"/>	Reutilización de materiales metálicos	
<input checked="" type="checkbox"/>	Otros: Reutilización de material eléctrico existente en buen	

estado	
--------	--

*Especificar si el destino es la propia obra o externo; en este último caso, especificar.

5.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN LA OBRA

<input type="checkbox"/>	No se prevé operación alguna de valoración "in situ"
<input type="checkbox"/>	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
<input type="checkbox"/>	Recuperación o regeneración de disolventes
<input type="checkbox"/>	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
<input checked="" type="checkbox"/>	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
<input type="checkbox"/>	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
<input type="checkbox"/>	Regeneración de ácidos y bases
<input type="checkbox"/>	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
<input checked="" type="checkbox"/>	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE.
<input type="checkbox"/>	Otros:

6.- DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORABLES "IN SITU".

RCD: Naturaleza no pétreo	Tratamiento	Destino
<input type="checkbox"/> Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
<input type="checkbox"/> Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
<input checked="" type="checkbox"/> Metales: cobre, bronce, latón, hierro, acero,..., mezclados o sin mezclar	Reciclado	Gestor autorizado Residuos No Peligrosos
<input checked="" type="checkbox"/> Papel, plástico, vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
<input type="checkbox"/> Yeso		Gestor autorizado RNPs
RCD: Naturaleza pétreo		
<input type="checkbox"/> Residuos pétreos triturados distintos del código 01 04 07		Planta de Reciclaje RCD
<input checked="" type="checkbox"/> Residuos de arena, arcilla, hormigón,...	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
<input type="checkbox"/> Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
<input type="checkbox"/> RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
<input type="checkbox"/> Mezcla de materiales con sustancias peligrosas ó contaminados	Depósito Seguridad	Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs)
<input type="checkbox"/> Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad	Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs)
<input type="checkbox"/> Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs
<input type="checkbox"/> Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs
<input type="checkbox"/> Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs
<input type="checkbox"/> Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs

<input type="checkbox"/>	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas		Gestor autorizado RPs
<input type="checkbox"/>	Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	Tratamiento/Depósito	Gestor autorizado RPs
<input checked="" type="checkbox"/>	Tubos fluorescentes	Tratamiento/Depósito	Gestor autorizado RPs
<input checked="" type="checkbox"/>	Pilas alcalinas, salinas y pilas botón	Tratamiento/Depósito	Gestor autorizado RPs
<input checked="" type="checkbox"/>	Envases vacíos de plástico o metal contaminados	Tratamiento/Depósito	Gestor autorizado RPs
<input checked="" type="checkbox"/>	Sobrantes de pintura, de barnices, disolventes,...	Tratamiento/Depósito	Gestor autorizado RPs
<input type="checkbox"/>	Baterías de plomo	Tratamiento/Depósito	Gestor autorizado RPs

7.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

En particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5*.

<input type="checkbox"/>	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
<input type="checkbox"/>	Derribo separativo/ Segregación en obra nueva (ej: pétreos, madera, metales, plásticos+cartón+envases, orgánicos, peligrosos).
<input type="checkbox"/>	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta
<input type="checkbox"/>	Separación in situ de RCDs marcados en el art. 5.5. que superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
<input checked="" type="checkbox"/>	Separación in situ de RCDs marcados en el art. 5.5., aunque no superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
<input type="checkbox"/>	Separación por agente externo de los RCDs marcados en el art. 5.5. que superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
<input type="checkbox"/>	Separación in situ de RCDs marcados en el art. 5.5., aunque no superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
<input type="checkbox"/>	Se separarán in situ/agente externo otras fracciones de RCDs no marcadas en el artículo 5.5.
<input type="checkbox"/>	Otros:

8.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA

Plano en el que se indique la posición de:	
<input type="checkbox"/>	Bajantes de escombros
<input type="checkbox"/>	Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones, etc).
<input type="checkbox"/>	Zonas o contenedor para lavado de canaletas/cubetos de hormigón.
<input type="checkbox"/>	Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos.
<input type="checkbox"/>	Contenedores para residuos urbanos.
<input type="checkbox"/>	Ubicación de planta móvil de reciclaje “in situ”.
<input type="checkbox"/>	Ubicación de materiales reciclados como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar
<input type="checkbox"/>	Otros:

*Debido a que dichos contenedores son móviles no se adjunta plano.

9.- PRESCRIPCIÓN DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN

SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA

<input type="checkbox"/>	Actuaciones previas en derribos: se realizará el apeo, apuntalamiento, etc. de las partes o elementos peligrosos, tanto en la propia obra como en los edificios colindantes. Como norma general, se actuará retirando los elementos contaminantes y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles, etc). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería, y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.
<input checked="" type="checkbox"/>	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
<input checked="" type="checkbox"/>	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, chatarra, etc), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregarse del resto de residuos de un modo adecuado.
<input checked="" type="checkbox"/>	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.
<input checked="" type="checkbox"/>	En el equipo de obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación para cada tipo de RCD.
<input checked="" type="checkbox"/>	Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
<input checked="" type="checkbox"/>	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera, etc.) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.
<input checked="" type="checkbox"/>	La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente, la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.
<input checked="" type="checkbox"/>	Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos "escombro".
<input checked="" type="checkbox"/>	Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a las autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005.
<input checked="" type="checkbox"/>	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
<input type="checkbox"/>	Otros:

 VISADO TF29086/00
 FECHA 21-02-2019
 Pag. 289 de 305

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.


Santa Cruz de Tenerife, Febrero de 2019

 José Julio Brossa
 Ingeniero Industrial
 Colegiado nº 203

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS



PRESUPUESTO

Presupuesto parcial nº 1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	Ud	Suministro e instalación de envolvente de Centro de transformación compacto, de estructura monobloque, prefabricado , para instalar en superficie, de dimensiones 2600x2600x2700mm. Incluye cableado, conexionado y comprobado.			
		Total ud	1,000	15.183,48	15.183,48
1.2	Ud	Suministro e instalación de Cuadro de Baja Tensión Sivacon de Siemens con interruptor automático compacto tetrapolar de 1600 Amperios. Marca/Modelo: SIEMENS/ WL I 1600 N con relés de regulación de curva de disparo ETU25B.			
		Total Ud	1,000	5.061,16	5.061,16
1.3	M	Suministro e instalación de puente de BT formado por cable unipolar RV-K 0,6/1kV 3(6x1x240)mm ² con conductor de Cu clase 5 de 240mm ² , aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, con clase CPR Cca-s1b,d1a1, según norma constructiva y de ensayos UNE21123-4, canalizada en bandeja (no incluidos). Instalada, conectada y comprobado su funcionamiento, s/RBT-02.			
		Total m	5,000	720,26	3.601,30
1.4	Ud	Suministro e instalación de Transformador encapsulado en resina Epoxy de 1250kVA de la casa comercial IMEFY con termómetro de esfera y accesorio pasatapas enchufables.			
		Total Ud	1,000	26.318,03	26.318,03
1.5	M	Suministro e instalación de puente de MT formado por cable unipolar RHZ1 12/20kV con conductor de Cu clase 5 de 150mm ² , según norma constructiva y de ensayos UNE21123-4, canalizada en canal (no incluidos). Instalada, conectada y comprobado su funcionamiento, s/RBT-02.			
		Total m	5,000	47,43	237,15
1.6	Ud	Suministro e instalación de Celda 8DJH-KT de Siemens, que es una celda con función de protección del transformador mediante fusibles de 100A			
		Total Ud	1,000	3.036,70	3.036,70
1.7	Ud	Suministro e instalación de Celda 8DJH-KL de Siemens, que es una celda con de línea para la salida de los cables de MT			
		Total Ud	1,000	1.965,50	1.965,50
Total presupuesto parcial nº 1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN :					55.403,32

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 291 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Presupuesto parcial nº 2 TIERRAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	Ud	Suministro e instalación de puesta a tierra de protección en forma de anillo 2mx2m formado por cobre desnudo de 50mm ² con 4 picas de 4m enterrado a 80cm de profundidad. Incluye trabajos de apertura de suelo y excavación (zanja de 0,1m x 0,8m) y reposición de los mismos.			
			Total UD	1,000	781,97
					781,97
2.2	Ud	Suministro e instalación de puesta a tierra de servicio en forma de 3 picas alineadas de 4m unidas por conductor de cobre desnudo de 50mm ² , enterrado a 80cm de profundidad. Incluye trabajos de apertura de suelo y excavación (zanja de 0,1m x 0,8m) y reposición de los mismos. Incluye conexión con cable aislado RV-K 0,6/1kV de 50mm ² en puente pasacables instalado de manera superficial.			
			Total UD	1,000	1.405,24
					1.405,24
2.3	Ud	Suministro e instalación de puesta a tierra de envoltorio de CT en forma de pica de 4m. Incluye trabajos de apertura de suelo, excavación y reposición de suelo. Incluye conexión con cable aislado RV-K 0,6/1kV de 50mm ² en puente pasacables instalado de manera superficial.			
			Total UD	1,000	1.050,87
					1.050,87
Total presupuesto parcial nº 2 TIERRAS :					3.238,08

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 292 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto parcial nº 3 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	M	Suministro e instalación de Línea de MT formada por cable especial para uso en arrolladores con aislamiento de mezcla de Goma (EPR) Tipo 3GI3 y cubierta de PVC con pantalla semiconductora sobre conductor y aislamiento y con pantalla metálica para 12/20 kV. La sección de la línea será 3x25+3x25/3mm ² y discurrirá bajo canal protectora de 300x60mm ² .			
			Total m:	20,000	113,37
					2.267,40
Total presupuesto parcial nº 3 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN :					2.267,40

VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 293 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.


Presupuesto de ejecución material

1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	55.403,32
2 TIERRAS	3.238,08
3 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN	2.267,40
Total	60.908,80

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SESENTA MIL NOVECIENTOS OCHO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.

Santa Cruz de Tenerife (España), Febrero de 2019

José Julio Brossa Gutierrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



VISADO TF29086/00
FECHA 21-02-2019
Pag. 294 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

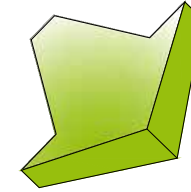
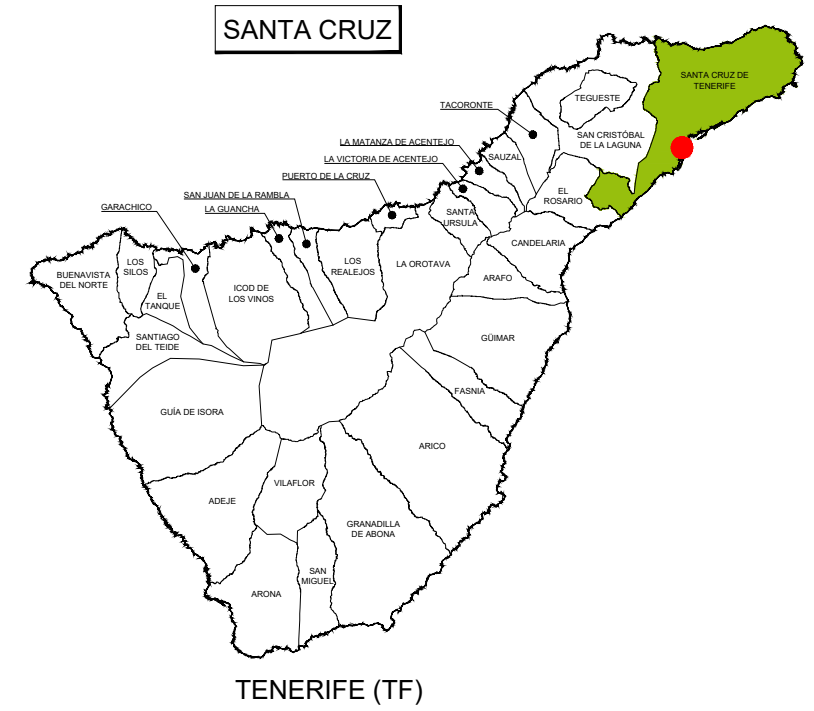
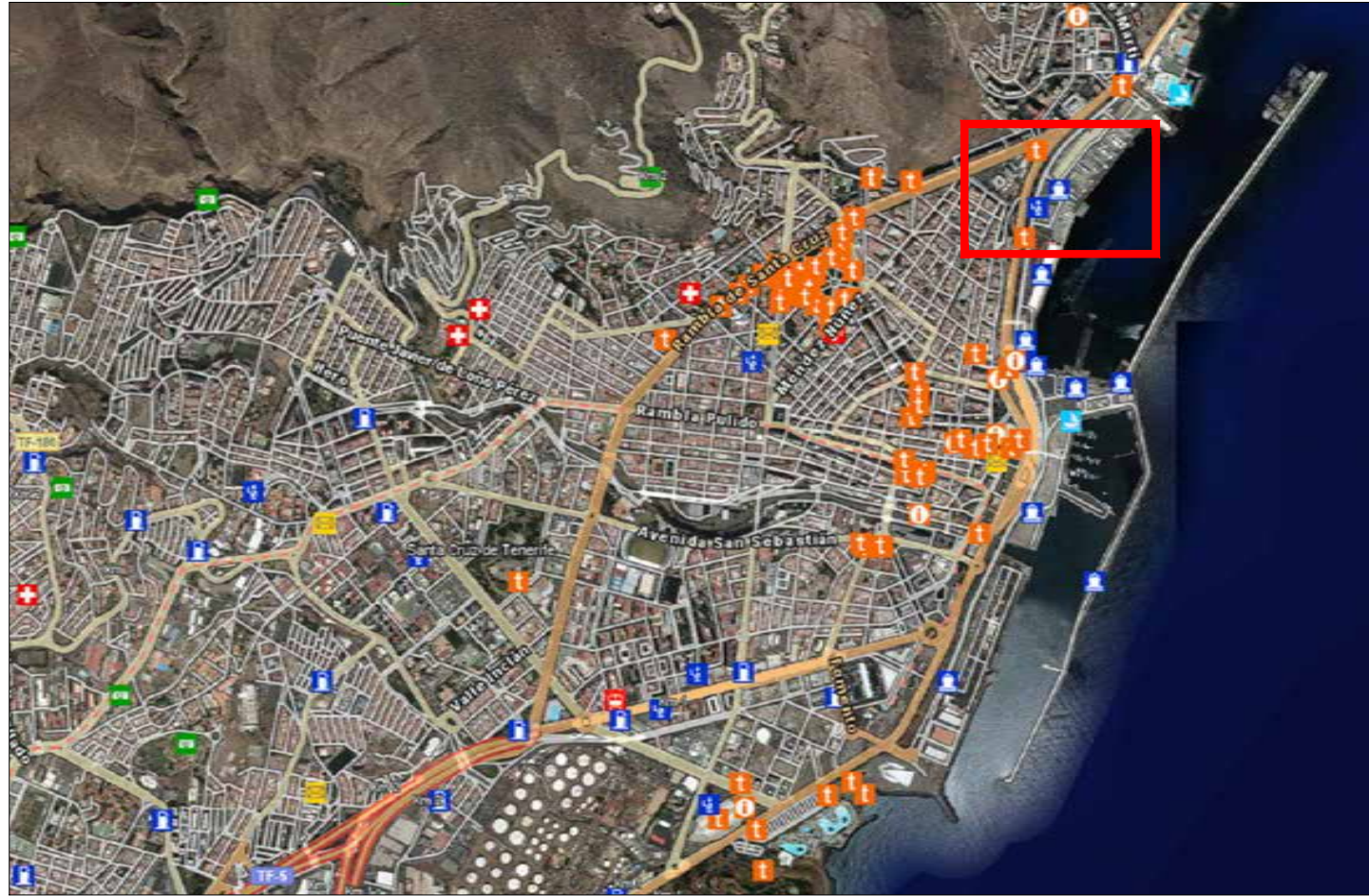


PLANOS





SITUACIÓN
TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
SANTA CRUZ DE TENERIFE



28R 378170.12 m E
3150441.78 m N

VISADO TF29086/00
 FECHA 21-02-2019
 Pag. 296 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

PLANO:
SITUACIÓN

TÍTULO: **PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**

FECHA: FEBRERO 2019

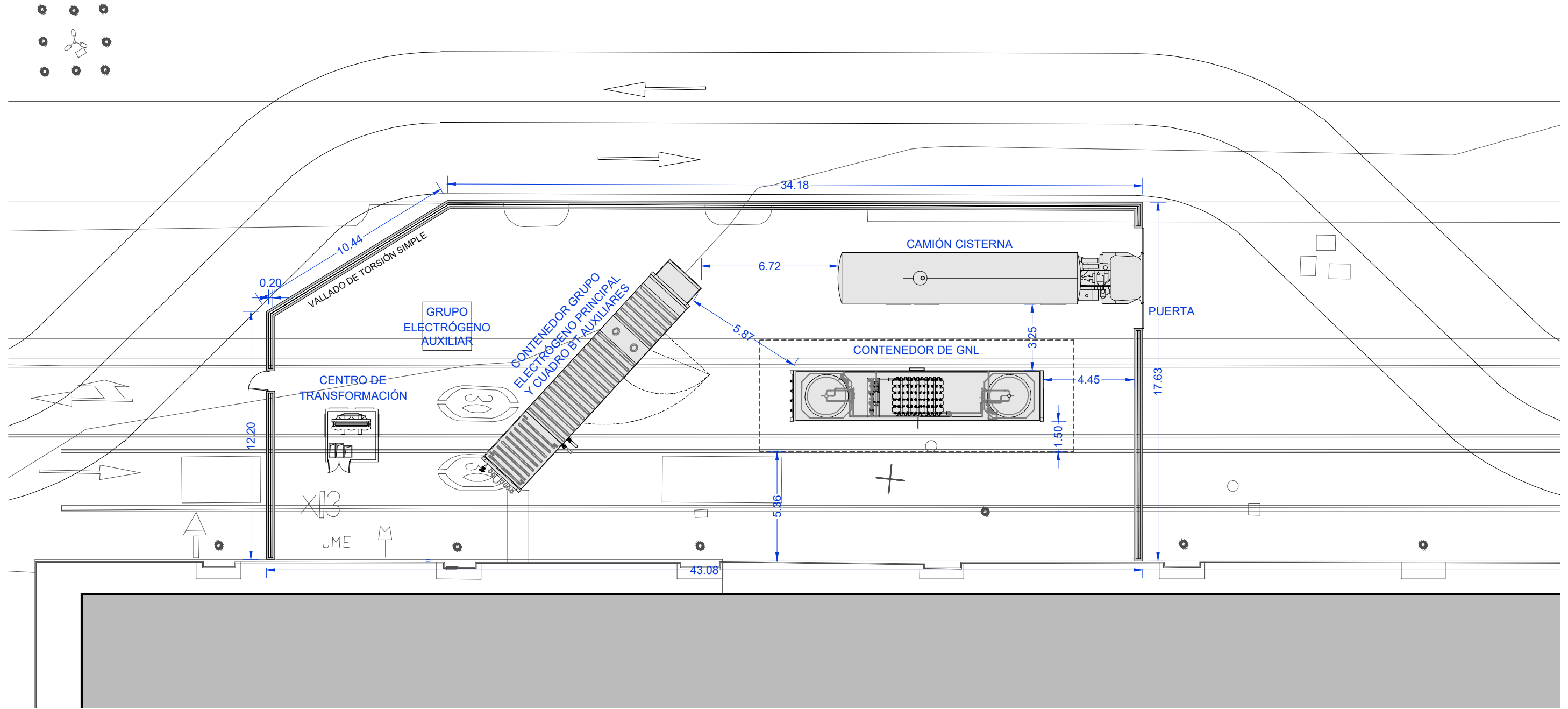
ESCALA: S/E

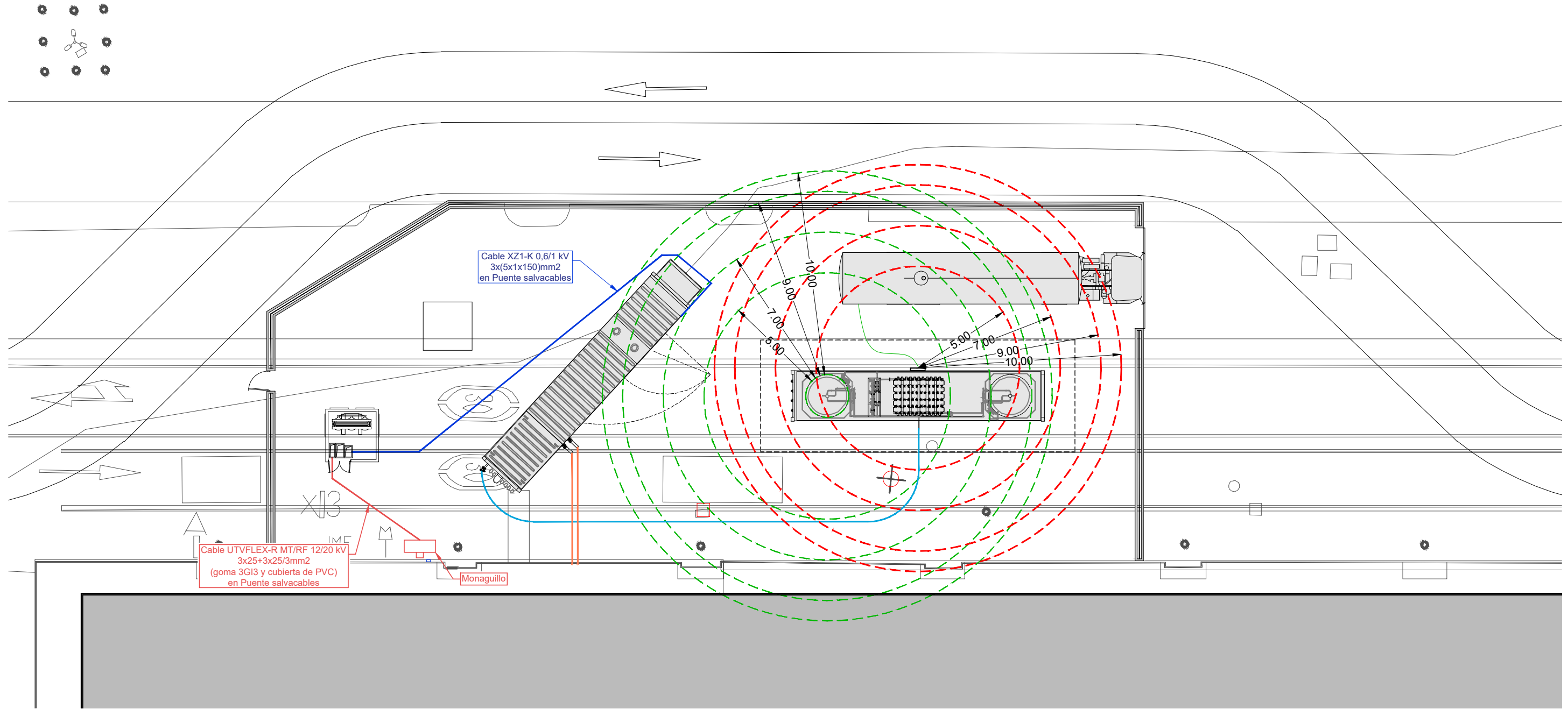
SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ








PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE

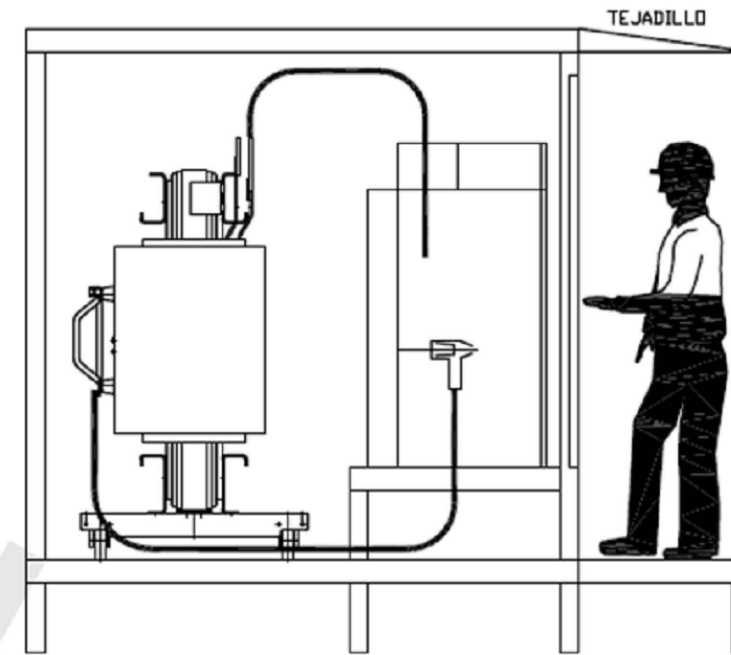
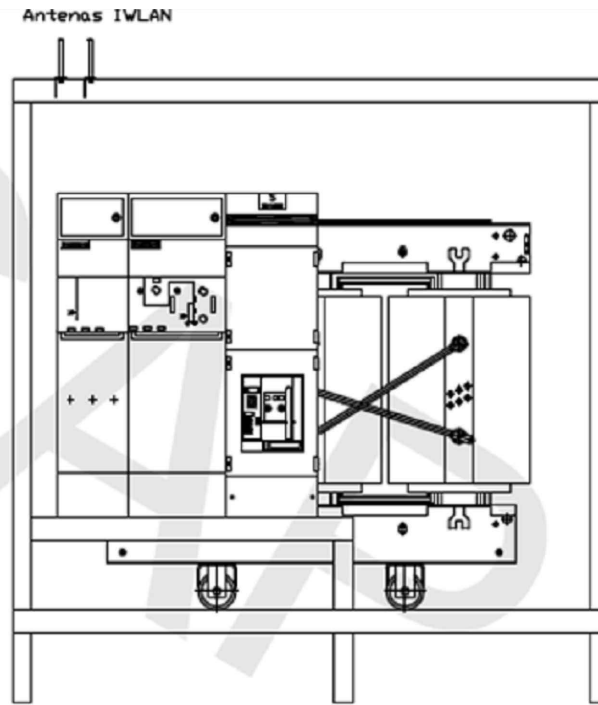
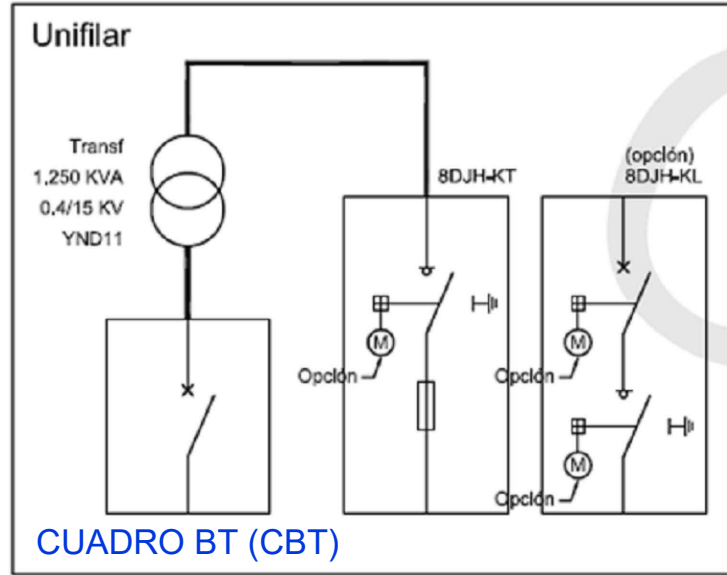
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: **1**

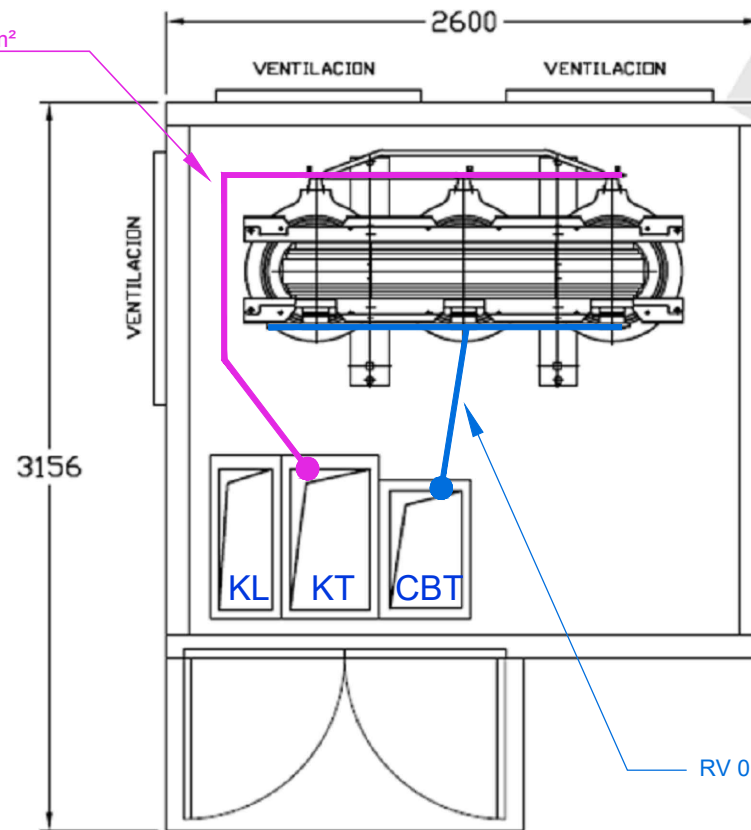




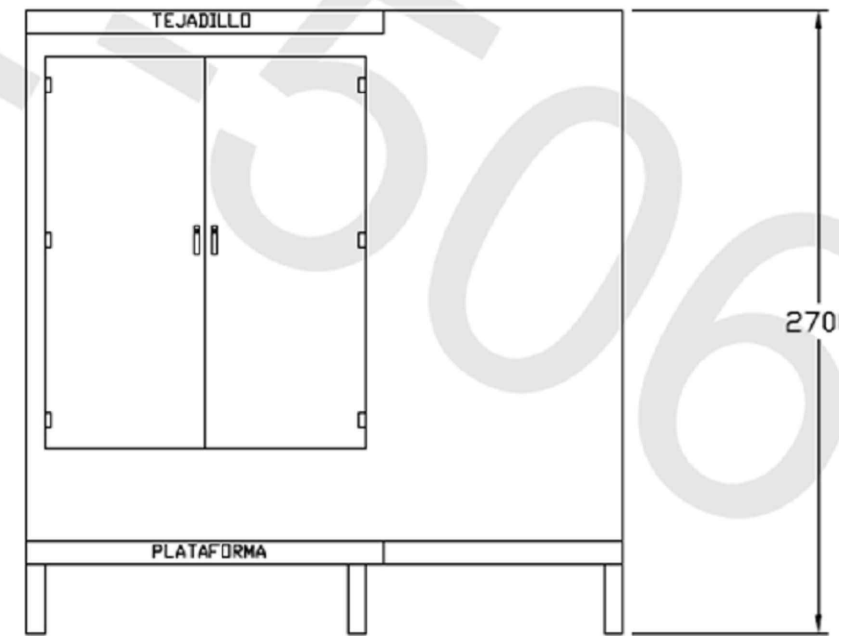
LEYENDA	
	Línea de MT
	Línea de BT
	Manguera flexible DN 50
	Manguera flexible DN 40
	Tuberías de agua salada
	Distancias de seguridad depósitos
	Distancias de seguridad válvulas

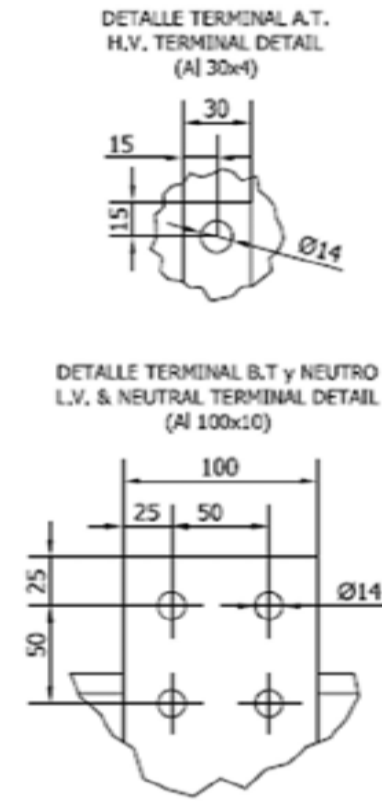
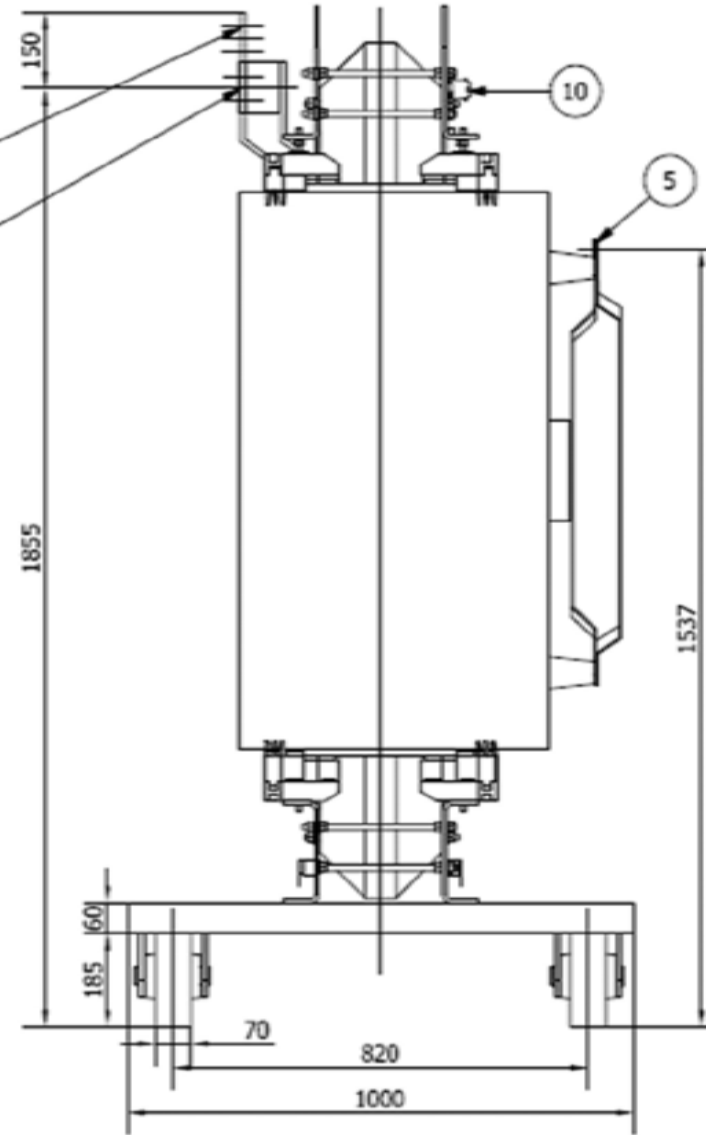
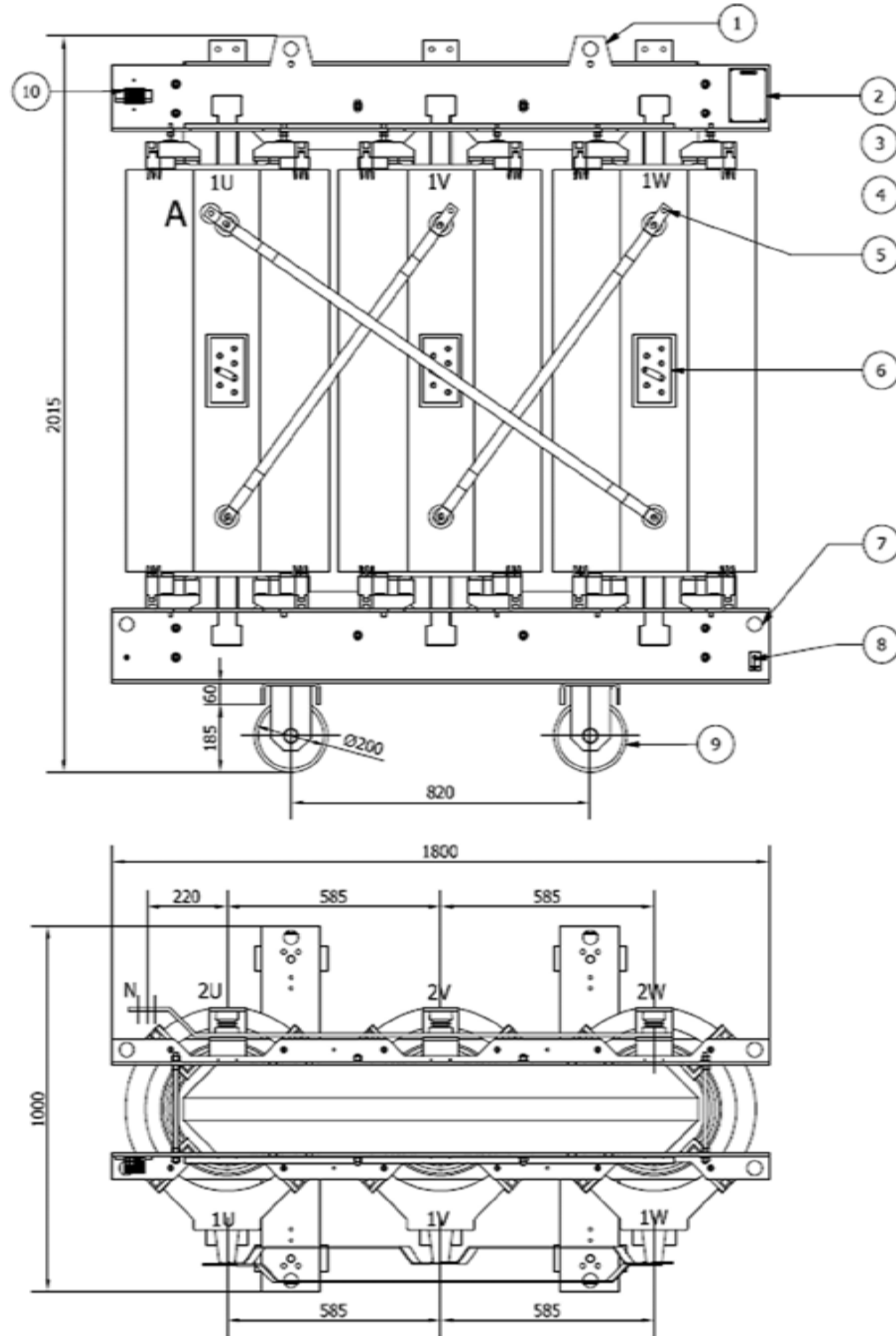


RHZ1-R 12/20KV 3x(1x150) mm²



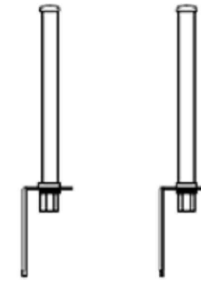
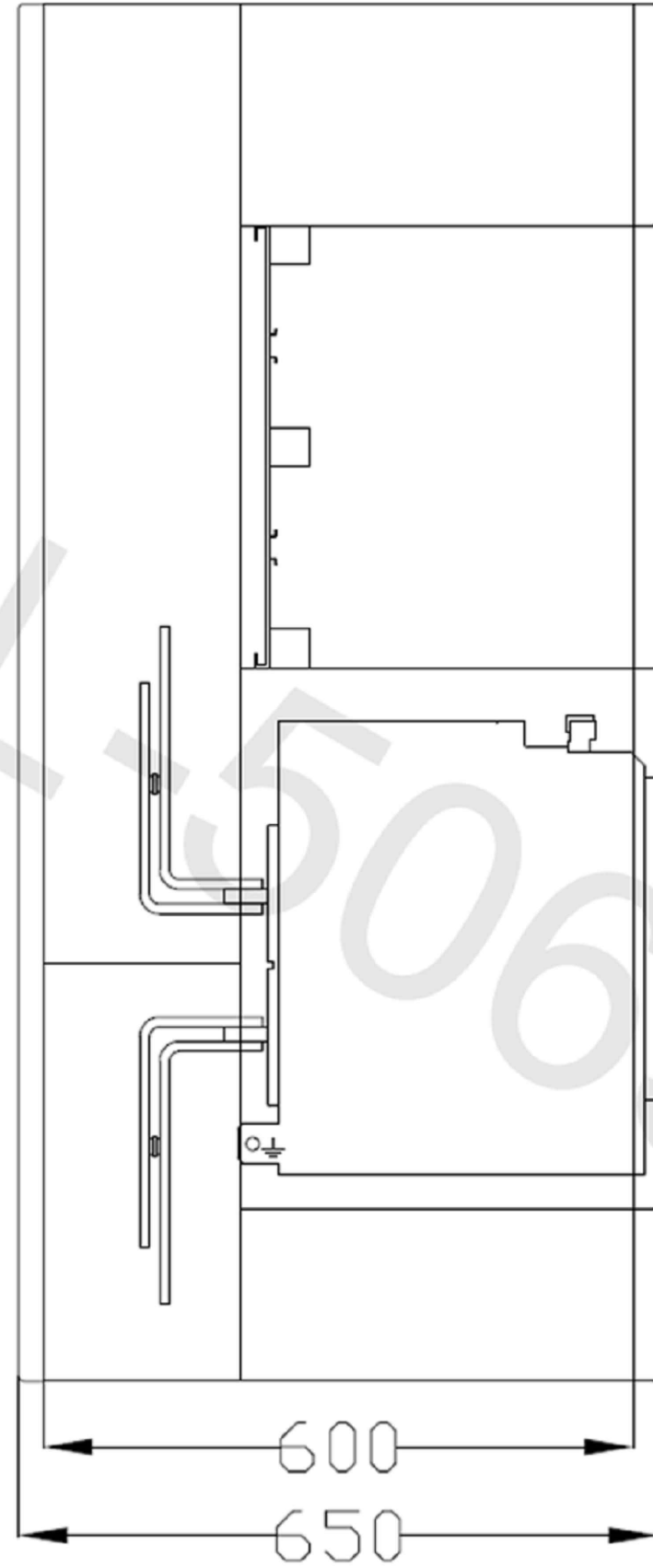
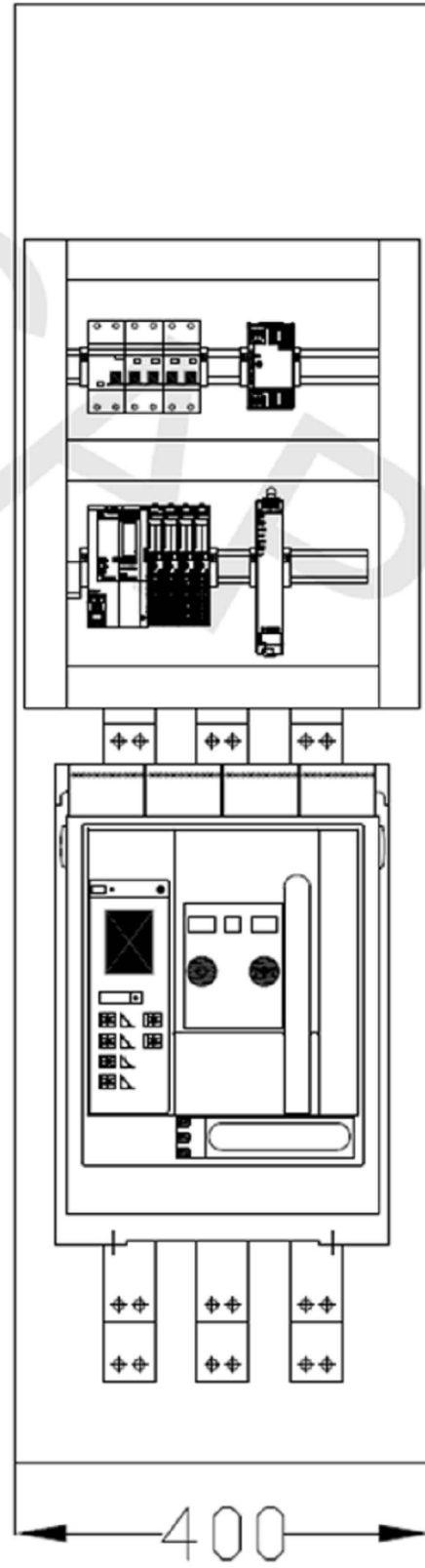
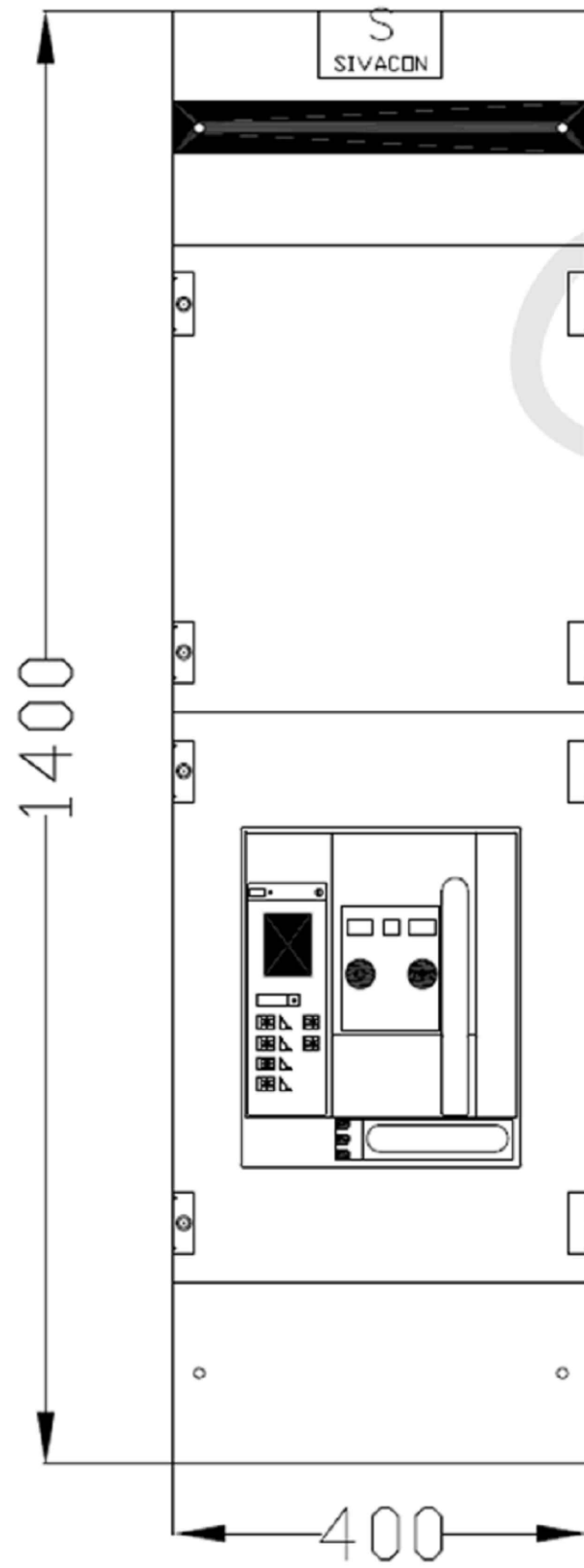
RV 0,6/1kV 3(6x1x240) mm²

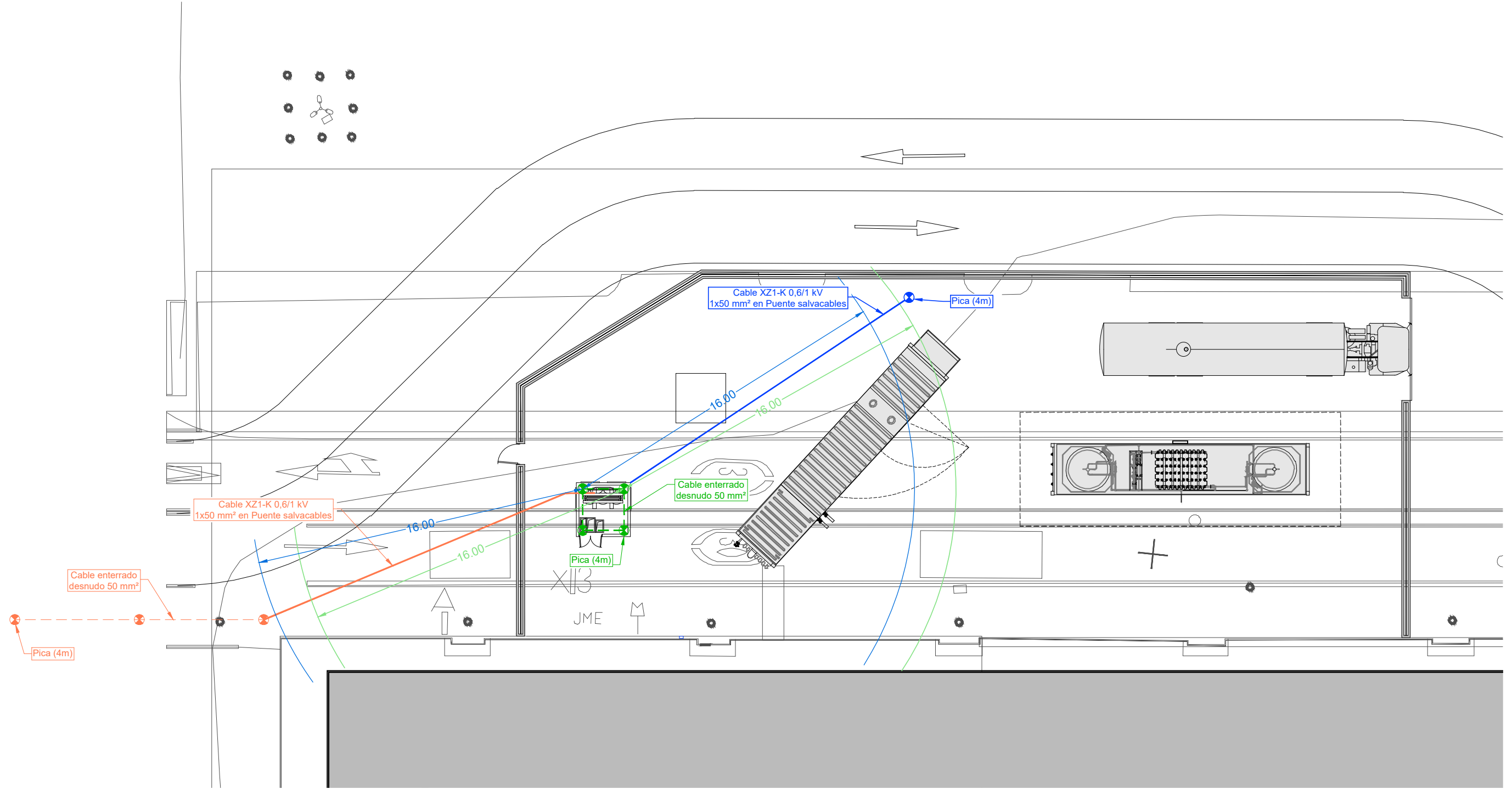







Potencia Power	1250 KVA
Tensión primaria Primary voltage (H.V.)	15 kV
Tensión secundaria Secondary voltage (L.V.)	400 V
Grupo de conexión Vector group	Dyn11
Peso Weight	3370 Kg

10	Conexión sondas pt-100 Pt-100 sensors connection
9	Ruedas orientables Orientable wheels
8	Toma de tierra Earthing
7	Dispositivo de arrastre Couplers
6	Regulador de tensión Tap-Changer
5	Terminal de A.T. High voltage terminal
4	Terminal de neutro Neutral terminal
3	Terminal de B.T. Low voltage terminal
2	Placa de Características Rating plate
1	Cáncamos de elevación Lifting eyes
Pos.	Descripción / Descript of part





LEYENDA	
	Puesta a tierra de servicio
	Puesta a tierra de protección
	Puesta a tierra envolvente de CT

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS




PLANO:
TIERRAS

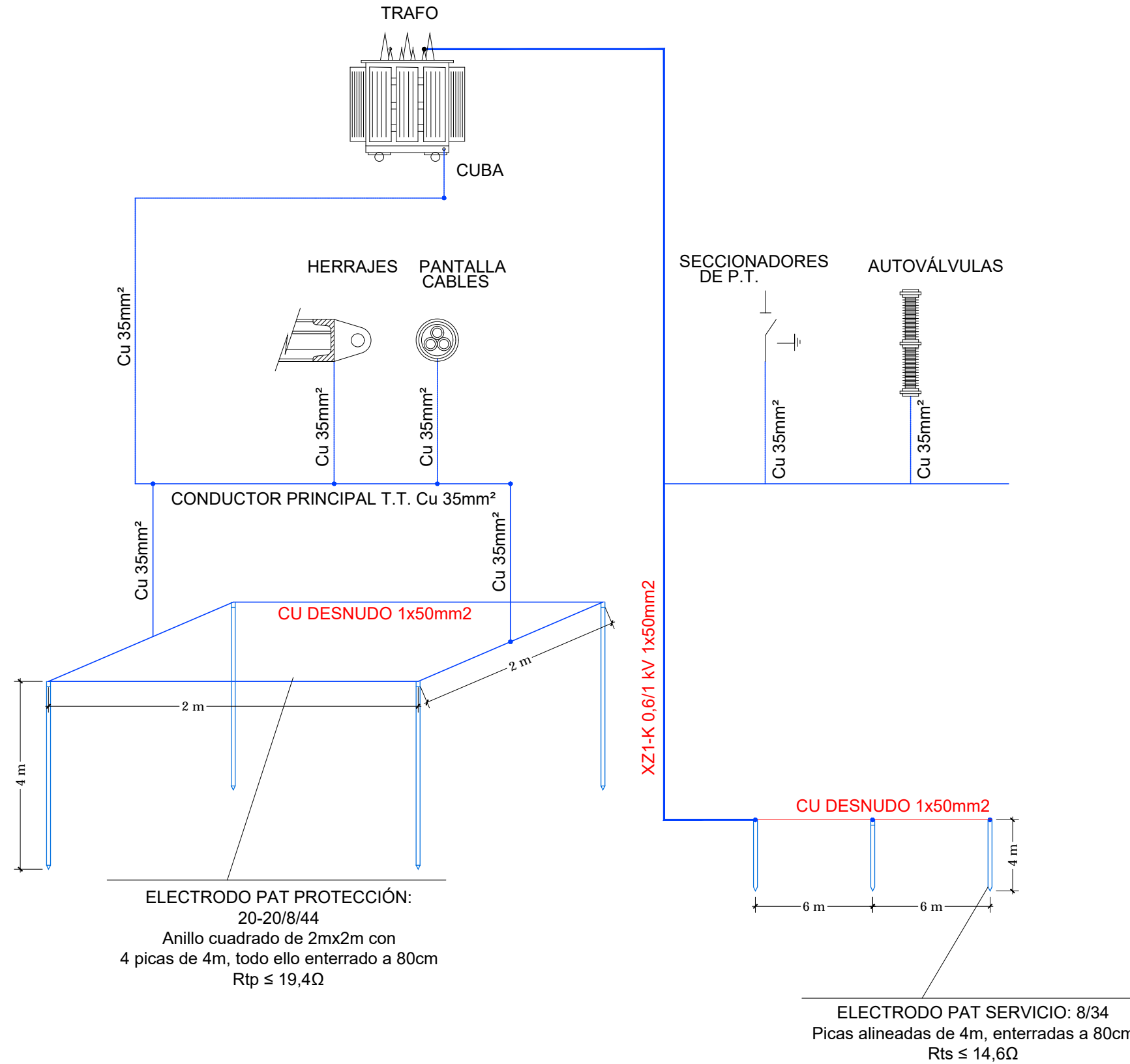
TÍTULO: **PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**

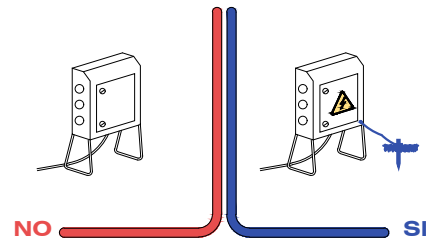
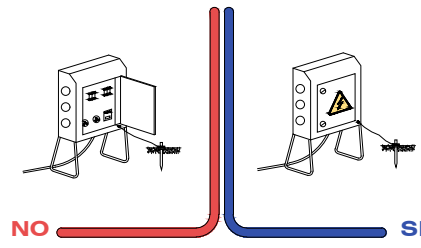
FECHA: FEBRERO 2019
 ESCALA: 1/200

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
 PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
 AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

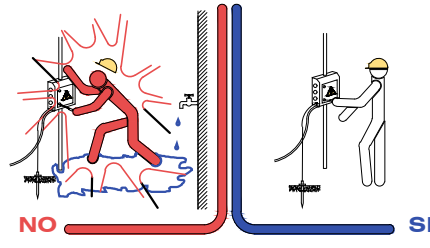
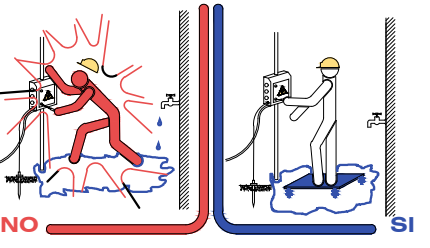
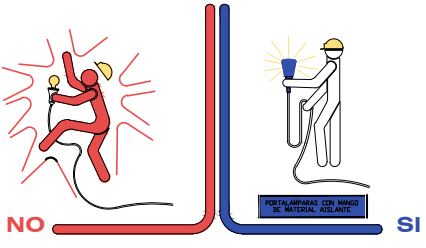
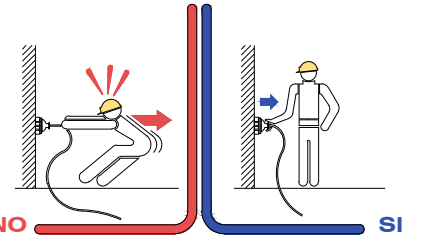
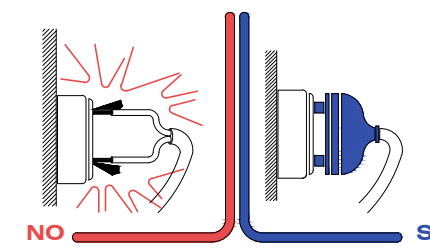
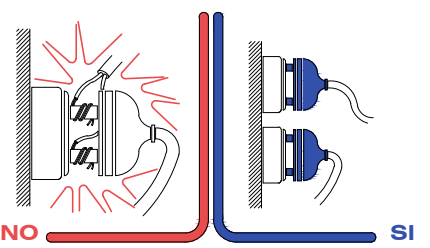
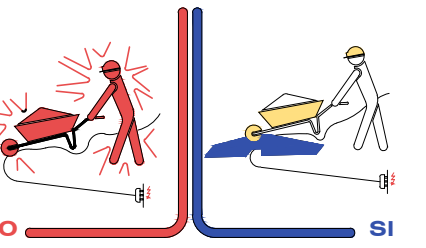
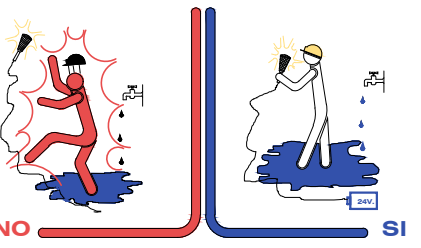
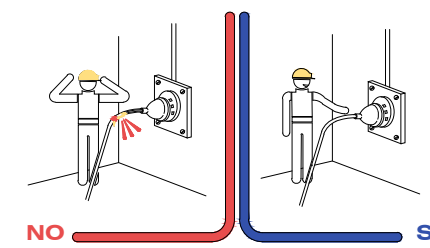
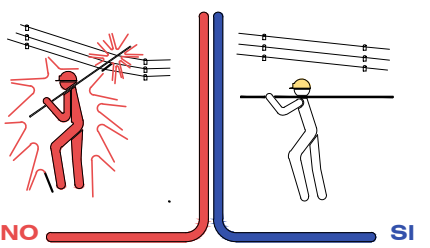
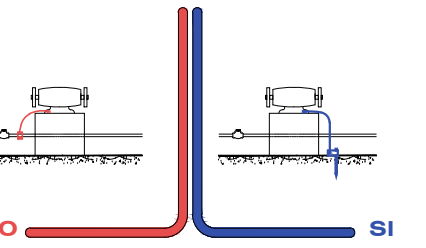
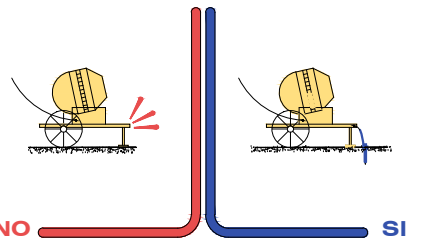
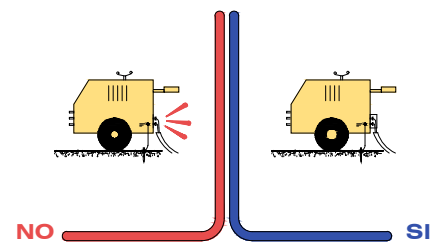
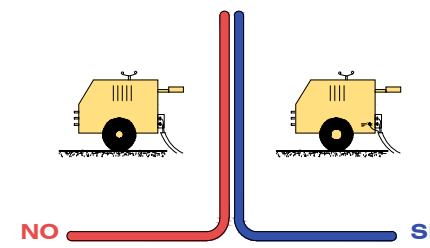
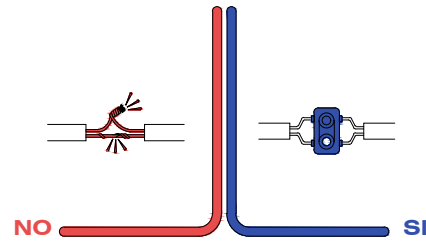
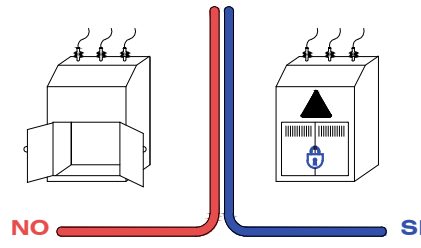
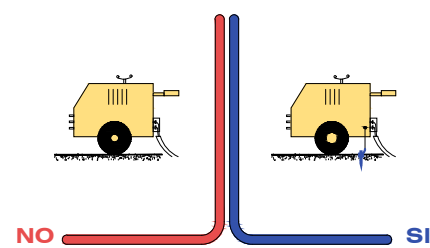
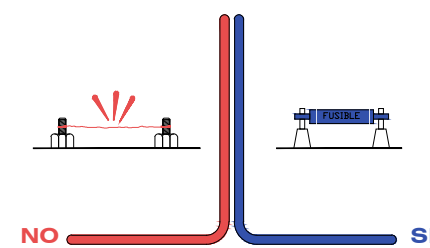
PLANO Nº: **7**



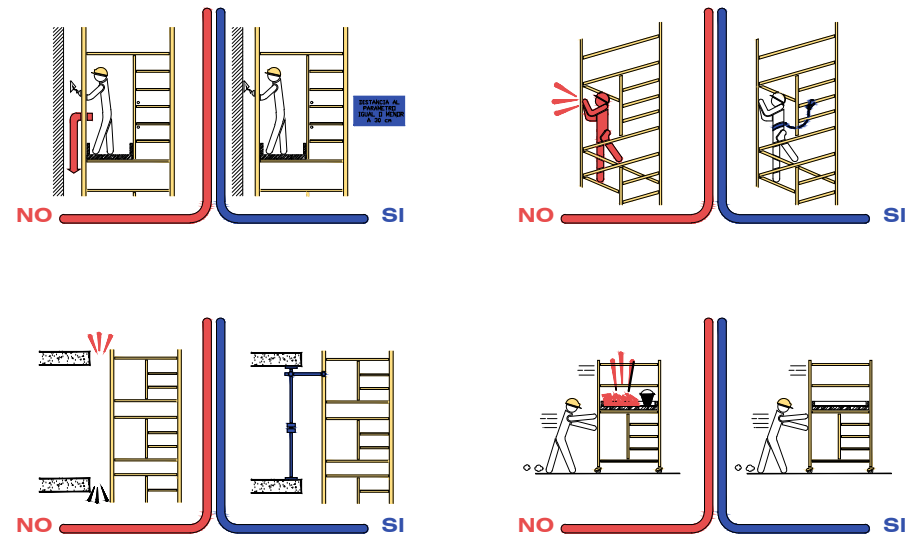




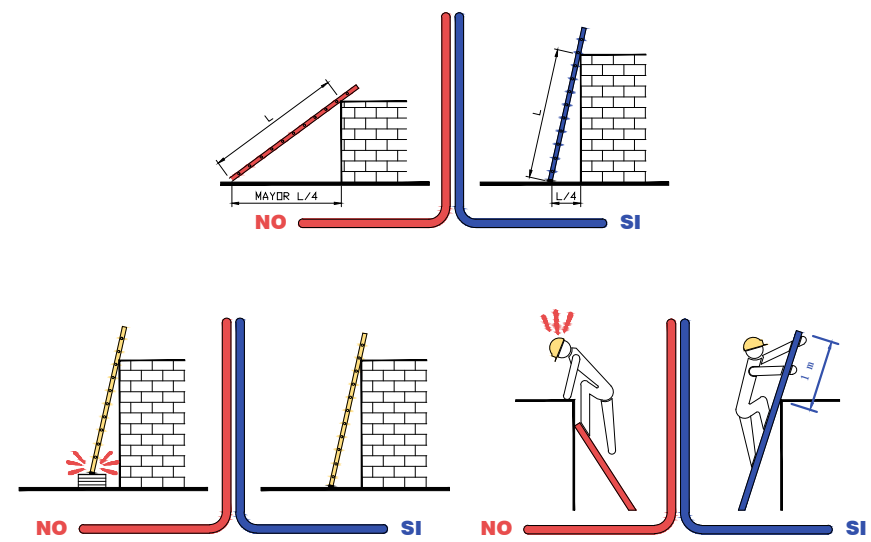
ELECTRICIDAD



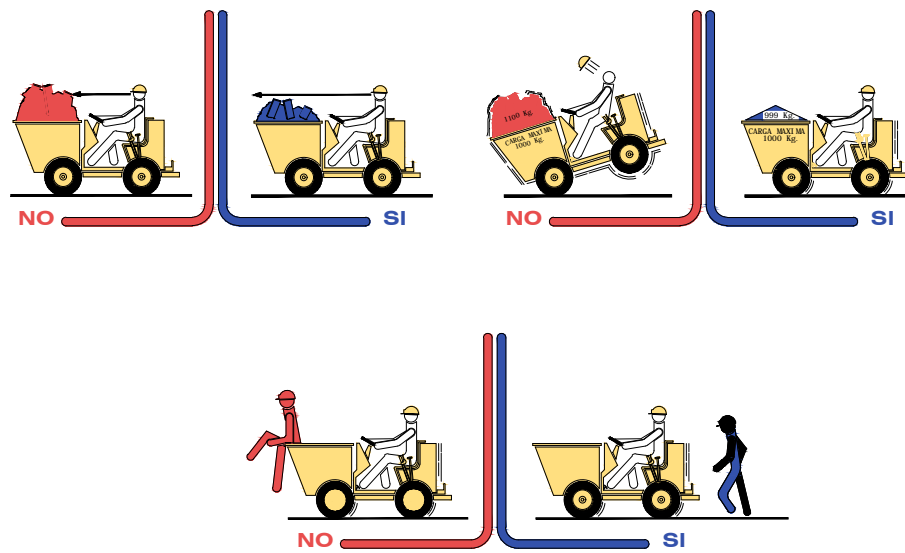
ANDAMIOS TUBULARES



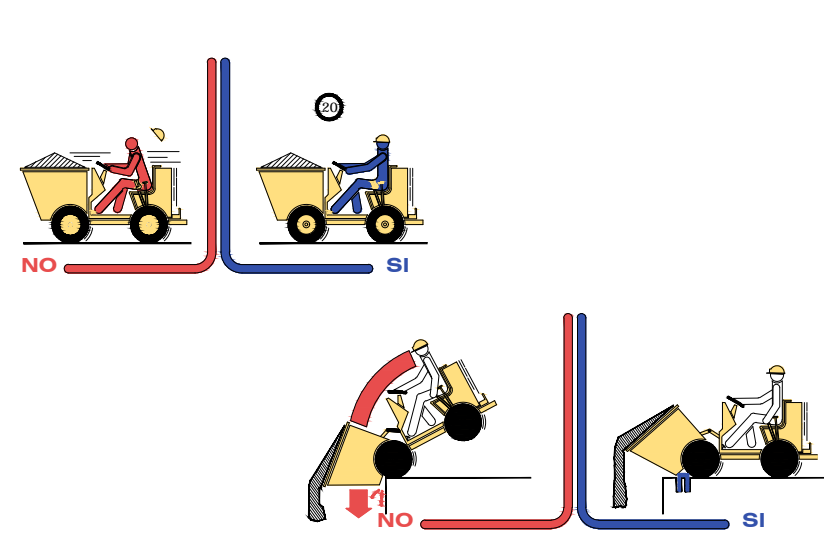
ESCALERAS DE MANO



DUMPER



DUMPER




CERTIFICADO FINAL DE OBRA

D. José Julio Brossa Gutiérrez con título Profesional de Ingeniero Industrial con domicilio en c/ Emilio Calzadilla, nº10, 1ºF, S/C de Tenerife, teléfonos 922 28 96 27 y 607561360. Colegiado nº203, del Ilustre COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE como Director Técnico de la Instalación correspondiente al Proyecto:

PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

VISADO TF29086/00 FECHA 21-02-2019

, cuyo **titular** es:

Razón Social:	Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife
CIF:	Q3867002B
Dirección:	Av. Francisco La Roche, 49, 38001, Santa Cruz de Tenerife
Contacto:	922 60 54 87

ANTECEDENTES:

Durante la obra se observó que dada la composición del terreno en el punto de ubicación de los elementos del CT (bloque de hormigón), sería necesario modificar la ubicación de las mismas, según se observa en proyecto.

, POR LO TANTO, CERTIFICO:

1. Que la instalación técnica se ha realizado conforme al proyecto, salvo las modificaciones que se recogen en este certificado y en los planos.
2. Que la instalación cumple con las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que le son de aplicación.
3. Que la instalación ha sido ejecutado bajo mi dirección.
4. Que la instalación ha sido realizada por el instalador autorizado que se detalla a continuación:

Instalador

Razón Social:	COMPañÍA DE EFICIENCIA Y SERVICIOS INTEGRALES S.L.
CIF:	B-35529908
REI:	35/14614
Tif:	928 36 3422
Instalador:	Carlos Tabares de Nava Ponte
CCI:	43792817N

DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:

Instalación de MT

1. Modelo Oficial de CFO.

Planos

Planos que reflejan los cambios respecto a proyecto en la obra finalmente realizada.

Y para que así conste y para su presentación ante los Organismos Oficiales que fuera necesario, firmo el presente en:

Santa Cruz de Tenerife (España), a Noviembre de 2019
José Julio Brossa
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203





CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE A.T./M.T.

Nombre	D. JOSE JULIO BROSSA GUTIERREZ		
Título facultativo	INGENIERO INDUSTRIAL	Especialidad	MECANICA
Denominación instalación	PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE	Nº expediente	AT /
Domicilio	C/ EMILIO CALZADILLA	Nº: 10	Portal/planta: 1ºF CP: 38002
Tlfno/s	922 28 96 27	e-mail	gerente@cmningeneria.com
Localidad	SANTA CRUZ DE TENERIFE	Municipio	Santa Cruz de Tenerife
Colegio Oficial	INGENIEROS INDUSTRIALES S/C DE TENERIFE	Nº colegiado	203

CERTIFICA:

- Que ha realizado la dirección de obra de la instalación descrita en el presente documento.
- La instalación está completamente terminada, siendo la fecha de inicio en Noviembre de 2019 y la fecha de finalización en Noviembre de 2019.
- La instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado.
- La instalación se ajusta a los reglamentos específicos y de seguridad que le son de aplicación y demás normas de obligado cumplimiento que le afectan, así como a las Normas Particulares de la empresa distribuidora, aprobadas por la Administración.
- Que todos los elementos y dispositivos instalados cumplen las normas UNE, EN o CEI, que, en su caso, estén declaradas de obligado cumplimiento o, en su defecto, se especifiquen en el proyecto.
- Se han realizado bajo mi supervisión las verificaciones, medidas y reconocimientos reglamentarios, todos ellos con resultado favorable.
- El presupuesto final de ejecución de la obra ha sido 60908,80€
- Que las características técnicas principales son las que se indican en las páginas siguientes.

Lo que certifico a los efectos previstos en las disposiciones vigentes y para que conste en la Consejería de Empleo, Industria y Comercio.

Firmo el presente certificado en Santa Cruz de Tenerife a de Noviembre de 2019

El /La

Visado

Fdo:

TITULARES DE LA INSTALACIÓN

Titular Instalación	AUTORIDAD PORTUARIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE				
DOI/CIF.	Q-3867002-B	Tlfno/s.	922 60 54 87		
Localidad	Santa Cruz de Tenerife	Municipio	Santa Cruz de Tenerife	Isla	Tenerife
Domicilio	Av. Francisco La Roche	Nº: 49	Portal/planta:	CP: 38001	

EMPLAZAMIENTO Y USO DE LA INSTALACIÓN

Ubicación	Terminal de Cruceros Del Puerto de Santa Cruz de Tenerife	Nº:S/N	CP: 38001
Localidad	Santa Cruz de Tenerife	Municipio	Santa Cruz de Tenerife Isla Tenerife
Uso a que se destina	Centro de transformación elevador para alimentación de buques	Superficie	m ²

INSTALADOR Y EMPRESA INSTALADORA

INSTALADOR AUTORIZADO	Categoría:	<input type="checkbox"/> Básica	<input checked="" type="checkbox"/> Especialista
EMPRESA INSTALADORA	COMPañÍA DE EFICIENCIA Y SERVICIOS INTEGRALES S.L.	Nº Carné	35/14614
Nombre y apellidos (P.H.)	D. Carlos Tabares de Nava Ponte	Nº C.C.I.	43792817N

PROYECTO PRESENTADO

Autor	D. JOSE JULIO BROSSA GUTIÉRREZ		
Título proyecto	PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
Título facultativo	INGENIERO INDUSTRIAL	Especialidad	MECÁNICA
Visado nº	TF29086/00	Fecha	21/02 /2019



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN

Línea

Línea de: M.T. A.T. Aérea Subterránea Protección contra sobretensiones: Sí No

Tensión(kV): Alimentación: Duplex Simple

Aislamiento:

Sección (mm²) Longitud (m)

Al/Cu N° tramos

N° Apoyos Tipo Apoyos

Origen línea

Final línea

Centro de transformación / Subestación

Centro de transformación N° Código Unelco

Centro de entrega, medida o maniobra Tipo

Subestación

Ubicación: Exterior Interior Medida: AT BT

Acceso: Vía pública Vía privada Ventilación: Natural Forzada

Transformadores / Motores / Celdas

N° trafos x Potencia trafos (kVA) = Potencia total (kVA)

N° motores x Potencia motores (kVA)

Relación transformación: Marca N° Fabricación

400V/15kV Tipo aislante

Conexión ϵ_{cc}

N° celdas Tipo celdas

Marca/modelo celdas Configuración

Protección contra sobreintensidades: Fusibles (A) Ruptofusibles (A)

Interruptor (A) Relé: Sí No

Circuitos de Baja Tensión / Media Tensión

Nº	I	II	III	...	N
Sección (mm ²)					
Protección	Fusible / I.A.	Fusible / I.A.	Fusible / I.A.	Fusible / I.A.	Fusible / I.A.

Otros datos

Responsable Mantenimiento: Distribuidor/Transportista

Particular

Otras empresas colaboradoras

Servicios auxiliares

Iluminación normal Iluminación de emergencia Sist. alimentación protecciones

Enclavamientos mecánicos Enclavamientos eléctricos Telemando

Telemedida (señal telefónica) Otros

Sistema propio contra incendios

Dispone de EPI's y carteles de señalización



MEDIDAS Y VERIFICACIONES REALIZADAS

Fecha: / / 20

	I	II	III	...	N
Resistencia de P.A.T. del neutro	1,64Ω				
Resistencia de P.A.T. de herrajes	4,99Ω				
Resistencia de P.A.T. de apoyos					
Tensión de paso máxima (V)	0,15		Tensión de contacto máxima (V) 0,15		
<input checked="" type="checkbox"/> Comprobación independencia tierras AT/BT	<input type="checkbox"/> Otras Verificaciones _____				

OTROS DOCUMENTOS TÉCNICOS DE LA INSTALACIÓN

Certificado Instalación Proyecto Otro
 Certificado Inspección OCA Reformado

DOCUMENTACIÓN ADICIONAL

Se aporta la documentación técnica complementaria siguiente:

- Se adjunta certificado del instalador contraincendios nº:
- Se adjunta contrato de mantenimiento con la empresa:
- Se adjunta esquema unifilar actualizado.
- Se adjuntan los valores medidos de las tensiones de paso y de contacto y plano de distribución de los puntos controlados.
- Se adjuntan otros datos que complementan aquellos aspectos no recogidos explícitamente en el presente certificado.

INFORMACIÓN ADICIONAL

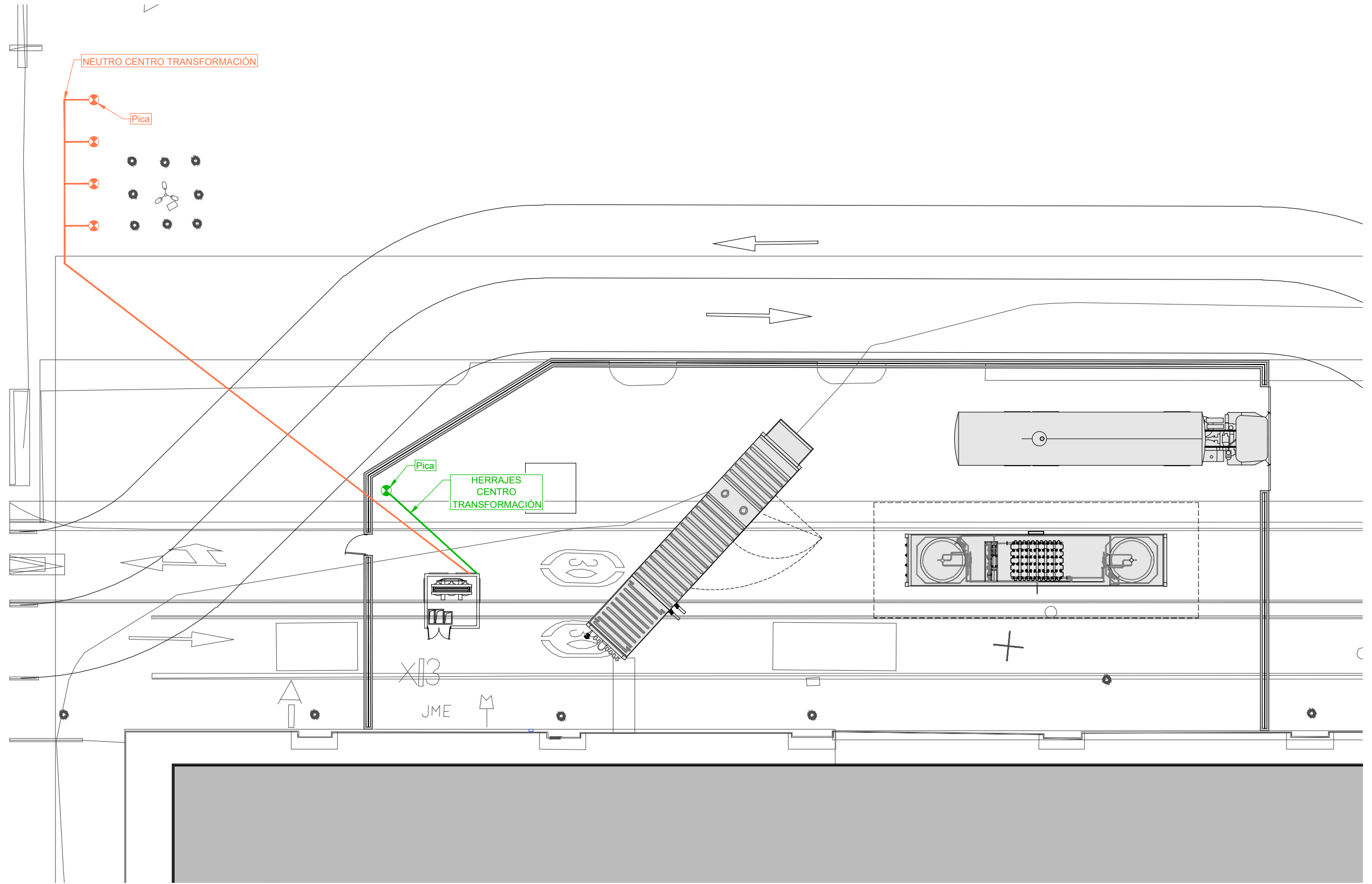
Protocolo de ensayo del trafo según norma UNE:
 Relación de expediente industriales vinculados aguas abajo con esta instalación.
 N° Expediente

MODIFICACIONES Y ANEXOS:

Firmo el presente certificado en Santa Cruz de Tenerife a Noviembre de 2019

Visado

El /La
Fdo:



PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

PLANO:
TIERRAS

TÍTULO: CFO DE PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
FECHA: NOVIEMBRE 2019
ESCALA: 1/200
SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: 1



PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL EN CONTENEDOR MARÍTIMO

REDACCIÓN DEL PROYECTO:

José Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial col. 203

PETICIONARIO:

Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

EMPLAZAMIENTO:

Muelle de Ribera de Santa Cruz de Tenerife

FECHA:

noviembre de 2018

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 1 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.





ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	7
2.- LEGISLACIÓN APLICABLE	7
3.- PETICIONARIO, PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN	8
4.- TÉCNICO QUE SUSCRIBE EL PROYECTO	8
5.- SITUACIÓN, EMPLAZAMIENTO	8
6.- CARACTERÍSTICAS Y USOS DEL GAS	9
6.1.- COMPOSICIÓN GAS NATURAL	9
6.2.- CARACTERÍSTICAS DEL GAS NATURAL	10
6.3.- USOS DEL GAS	10
7.- COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA	10
7.1.- INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO	11
7.2.- VAPORIZADOR AMBIENTAL PPR	11
7.3.- INSTALACIÓN DE REGASIFICACIÓN	11
7.4.- INSTALACIÓN DE SUMINISTRO	12
7.5.- RECALENTADOR ELÉCTRICO	12
7.6.- INSTALACIÓN DE ODORIZACIÓN	13
7.7.- INSTALACIÓN DE CONTROL	13
7.8.- TUBERÍAS DE INTERCONEXIÓN	14
8.- JUSTIFICACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE APLICACIÓN	15
8.1.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN	15
8.1.1.- Instalación de descarga	15
8.1.2.- Instalación de almacenaje	15
8.1.3.- Instalación de regasificación	16
8.1.4.- Válvula automática de interrupción por mínima temperatura o corte por frío (VCF)	16
8.1.5.- Tuberías, válvulas y uniones	16
8.1.5.1 Montaje y construcción	16
8.1.6.- Instalación de control	17
8.1.7.- Instalación eléctrica	17
8.1.7.1 Estimación de zonas peligrosas según UNE-EN 60079-10-1:2016 (Anexo D)	17

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 3 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

8.1.8.- Instalación contra incendios	22
8.1.9.- Grupo de regulación	23
8.1.10.- Instalación de odorización	23
8.2.- EMPLAZAMIENTO	24
8.2.1.- Condiciones generales	24
8.2.2.- Cubetos de protección contra derrames	24
8.2.3.- Distancias de seguridad	25
9.- DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO	25
9.1.- AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA	26
9.2.- PRUEBAS PREVIAS	26
9.3.- CERTIFICADOS	26
9.4.- PUESTA EN SERVICIO	26
10.- MANTENIMIENTO Y REVISIONES PERIÓDICAS	27
11.- IMPACTO MEDIOAMBIENTAL	29
11.1.- DESCARGA DE CAMIÓN CISTERNA	29
11.2.- DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO	29
11.3.- REGASIFICACIÓN	29
11.4.- ODORIZACIÓN	29
11.5.- FUNCIONES DEL PERSONAL	29
11.6.- MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS INTERMEDIOS Y PRODUCTOS ACABADOS	30
11.7.- REPERCUCIÓN SOBRE EL ENTORNO	30
11.7.1.- Impacto visual	30
11.7.2.- Impacto acústico	30
11.7.3.- Aguas residuales	30
11.7.4.- Residuos sólidos	30
11.7.5.- Emisiones atmosféricas	30
12.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	31
13.- PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN	31

A large, light gray watermark of a stylized letter 'E' is centered on the page. The 'E' is composed of thick, rounded strokes. In the center of the 'E', the word 'MEMORIA' is written in a bold, black, sans-serif font.

MEMORIA



1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

Actualmente en las islas, no existe infraestructura para el uso del gas natural. Es por ello que se redacta el presente **PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL EN CONTENEDOR MARÍTIMO** para la realización de una prueba piloto de la instalación de una unidad móvil que permita el almacenamiento y regasificación de GNL para su suministro. Esto permitirá abastecer un sistema motor-alternador a Gas Natural para suministrar la energía eléctrica necesaria para mantener funcionando el HVAC, la iluminación y cualquier otro equipo a bordo de los buques de diferentes tipos, dando gran flexibilidad, permitiendo la parada total o parcial de los generadores diésel auxiliares

1.1.-Iniciativa “Core LNGas Hive”

La participación en la iniciativa financiada al cincuenta por ciento con fondos europeos, con la denominación concreta de “Embarcación ro-ro con unidad móvil generadora a gas durante hoteling”, permitirá disponer de una infraestructura móvil capaz de generar electricidad a partir de gas natural para suministro a barcos en El Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

Junto a otro proyecto denominado “Pelican Gas” para suministro de gas natural licuado como combustible a buques, permiten hacer cumplir la *Directiva 2014/94 UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos*, que establece la obligación de disponer de suministro de GNL en todos los puertos de la Red Transeuropea de Transportes en el año 2020.

Su utilización permitirá disminuir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera respecto a otros combustibles más contaminantes, consiguiendo mejorar la calidad del aire y a su vez reducir el nivel acústico causado por los sistemas de generación de electricidad de los buques.

2.- LEGISLACIÓN APLICABLE

Las principales normativas y códigos que se requieren de su cumplimiento para la presente instalación son:

- R.D. 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
 - ITC-ICG-04. Planta satélite de GNL.
- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 842/2002, 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
 - ITC-BT-29. Instalaciones eléctricas en locales con riesgo de incendio o explosión.
- UNE 60210:2018 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)

- UNE 60670 Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar
 - Parte 3: Tuberías. Elementos, accesorios y sus uniones.
- UNE-EN 60079-10-1. Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos, atmósferas explosivas gaseosas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental

3.- PETICIONARIO, PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Razón Social:	Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife
CIF:	Q3867002B
Dirección:	Av. Francisco La Roche, 49, 38801, Santa Cruz de Tenerife
TLF:	922 60 54 87

4.- TÉCNICO QUE SUSCRIBE EL PROYECTO

Nombre:	José Julio Brossa Gutiérrez
DNI:	43766151-A
Dirección:	C/ Emilio Calzadilla, 10, 1ºF CP: 38002. Santa Cruz de Tenerife.
TLF:	922 28 96 27

5.- SITUACIÓN, EMPLAZAMIENTO

La instalación estará situada en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife junto a la Terminal de Carga Rodada (TCR) en el Muelle de la Ribera.

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 8 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 9 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



6.- CARACTERÍSTICAS Y USOS DEL GAS

El gas natural es un combustible fósil formado por un conjunto de hidrocarburos en estado gaseoso. Se encuentra en la naturaleza como gas natural asociado cuando se extrae de yacimientos petrolíferos o de carbón, y como gas natural no asociado cuando se extrae de yacimientos independientes.

El gas natural no requiere de plantas de refinado para procesarlo y obtener productos comerciales. Las impurezas que pueda contener el gas natural son fácilmente separadas por procesos físicos relativamente sencillos.

El gas natural licuado (GNL) es gas natural que ha sido procesado para ser transportado en estado líquido, lo cual ocurre a una temperatura aproximada de -161°C a presión atmosférica. La licuefacción reduce el volumen del gas aproximadamente 600 veces, haciendo así más económico su transporte

6.1.-COMPOSICIÓN GAS NATURAL

Componente	Volumen %
C ₁	91,15
C ₂	7,33
C ₃	0,67
C ₄	0,03
NC ₄	0,03
N ₂	0,79

6.2.-CARACTERÍSTICAS DEL GAS NATURAL

Poder Calorífico Superior (P.C.S.)	10,099 Te/Nm ³
Poder Calorífico Inferior (P.C.I.)	9,101 Te/Nm ³
Densidad del Gas	0,77 kg/Nm ³
Densidad del líquido (GNL) a -160°C	460 kg/Nm ³
Capacidad de Regasificación	1 m ³ de GNL proporciona 570 Nm ³ de GN
Entalpía de cambio de fase entre líquido a -160°C y gas a 0°C (5 bar)	200 kCal/kg
Calor específico medio del gas entre -160°C y 0°C	0,48 kCal/kg·°C
Viscosidad del líquido a -160°C	0,1412 C.P.
Viscosidad del boil-off a -157°C	0,0048 C.P.
Viscosidad del gas a 0°C	0,0103 C.P.

6.3.- USOS DEL GAS

La planta de almacenamiento y regasificación compacta, proporcionará el combustible gas natural, ya en fase gaseosa, y en las siguientes condiciones:

Temperatura	10 a 20 °C
Presión	2,5 a 3,5 bar

Este combustible será utilizado para suministrar a la unidad motor-alternador a Gas Natural y generar la energía eléctrica necesaria para abastecer al buque.

7.- COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA

La planta satélite compacta relfejada en el presente proyecto, se encuentra en el interior de un contenedor marítimo ISO 40 pies fabricada y certificada por la empresa **HAM CRIOGENCIA S:L.** Esta está constituida por dos depósitos de almacenamiento de 5 m³ a ambos extremos del contenedor y una instalación de regasificación en la parte central.

A continuación se describe cada uno de los elementos que la componen:

7.1.-Instalación de almacenamiento

Compuesto por dos depósitos criogénicos de almacenamiento de GNL con una capacidad unitaria de 5 m³ fabricado por FURUISE EUROPE COMPANY. En la instalación presente únicamente se empleara uno de los dos depositos disponibles en la planta.

Las características que presenta el depósito en cuestión son las siguientes:

Fabricante	FURUISE EUROPE COMPANY
Grado de llenado	95 %
Capacidad geométrica	5.000 litros
Capacidad GNL	1.815 kilogramos
Capacidad útil	4.750 litros
Presión de diseño y máximo servicio	8 bar
Temperatura de diseño	20 °C / -196 °C
Aislamiento	Vacío + Perlita
Gradiente	200 °C

7.2.-Vaporizador ambiental PPR

Esta constituido por una parrilla de tubos aleados, encargados de grantizar la presión requerida por el cliente. Cuando la presión del depósito disminuye, el vaporizador aumentará la presión del depósito del mismo hasta el valor deseado.

Fabricante	LOAR GASIFICACIÓN S.L.
Modelo	LOAR D411
Descripción equipo	Evaporador ambiental
Presión máxima admisible	15 bar
Temperatura mínima/máxima admisible	-196 °C / 50 °C
Volumen	7,67 litros
Presión de prueba	16,5 bar

7.3.-Instalación de regasificación

Mediante un evaporador ambiental formado por tubo lineal aleado, se consigue la gasificación del GNL. Las principales características de este son las siguientes:

Fabricante	LOAR GASIFICACIÓN S.L.
Modelo	LOAR B1462
Descripción equipo	Evaporador ambiental
Presión máxima admisible	15 bar
Temperatura mínima/máxima admisible	-196 °C / 50 °C
Volumen	168,78 litros
Presión de prueba	16,5 bar

7.4.-Instalación de suministro

La instalación de suministro esta formada por un *Skid de regulación*. Este equipo se encarga de reducir la presión del gas de suministro hasta 2 ó 2,5 bar aproximadamente, en función de las necesidades existentes.

Consta de una válvula automática de interrupción por mínima temperatura de gas a la entrada y dos líneas de regulación. Cada una de estas cuenta con un manómetro tanto a la entrada como a la salida y se complementa el Skid con una válvula de seguridad por máxima presión que actuará en caso de fallo de las seguridades de los reguladores.

Los caudales del equipo de regulación son:

Caudal medio	80 Nm ³ /h
Caudal punta	120 Nm ³ /h

7.5.-Recalentador eléctrico

Se instalará a continuación del evaporador ambiental para acondicionar el gas una vez regasificado y permitir que el gas logre unas condiciones de temperaturas óptimas para su consumo.

Denominación	CALENTADOR DE PASO RXP
Potencia eléctrica	4 kW
Tensión de suministro	230 V
Temperatura	-190 °C / 179 °C
Presión de trabajo	3,5 bar
Presión de diseño	13 bar
Temperatura de entrada/salida	-20 °C / 15 °C
Presión de prueba	15 bar

7.6.-Instalación de odorización

Por normativa de planta satélite de gas natural, en la instalación de regasificación, antes de su salida de planta el gas debe ser odorizado para que cualquier fuga pueda ser detectada con facilidad. Para ello se utiliza un bidón de hidrocarburo odorizante THT, es un bidón de transporte y almacenamiento de productos odorizantes de la marca AMTROL-ALFA y presenta las siguientes características:

Fabricante	AMTROL - ALFA METALOMECANICA S.A.
Modelo	011G061
Presión máxima admisible	42 bar
Volumen	61 litros
Fluido contenido	THT
P x V	2,56 bar x m ³

7.7.-Instalación de control

Esta constituida por un cuadro de control formado por un PLC que se encargará de realizar las siguientes operaciones:

- Actuación del sistema de cierre de la salida de Gas Natural (GN)
- Parada de emergencia
- Lectura de los siguientes parámetros:
 - Nivel de Gas Natural Licuado del depósito (GNL)
 - Presión del depósito criogénico
 - Temperatura de GN a la salida del evaporador
 - Temperatura de GN a la entrada del skid de regulación
- Aviso mediante alarma en caso de:
 - Bajo nivel de GNL en el depósito
 - Alta presión del depósito de GNL
 - Baja temperatura del GN a la salida del evaporador
 - Baja temperatura del GN a la entrada del Skid de Regulación

7.8.-Tuberías de interconexión

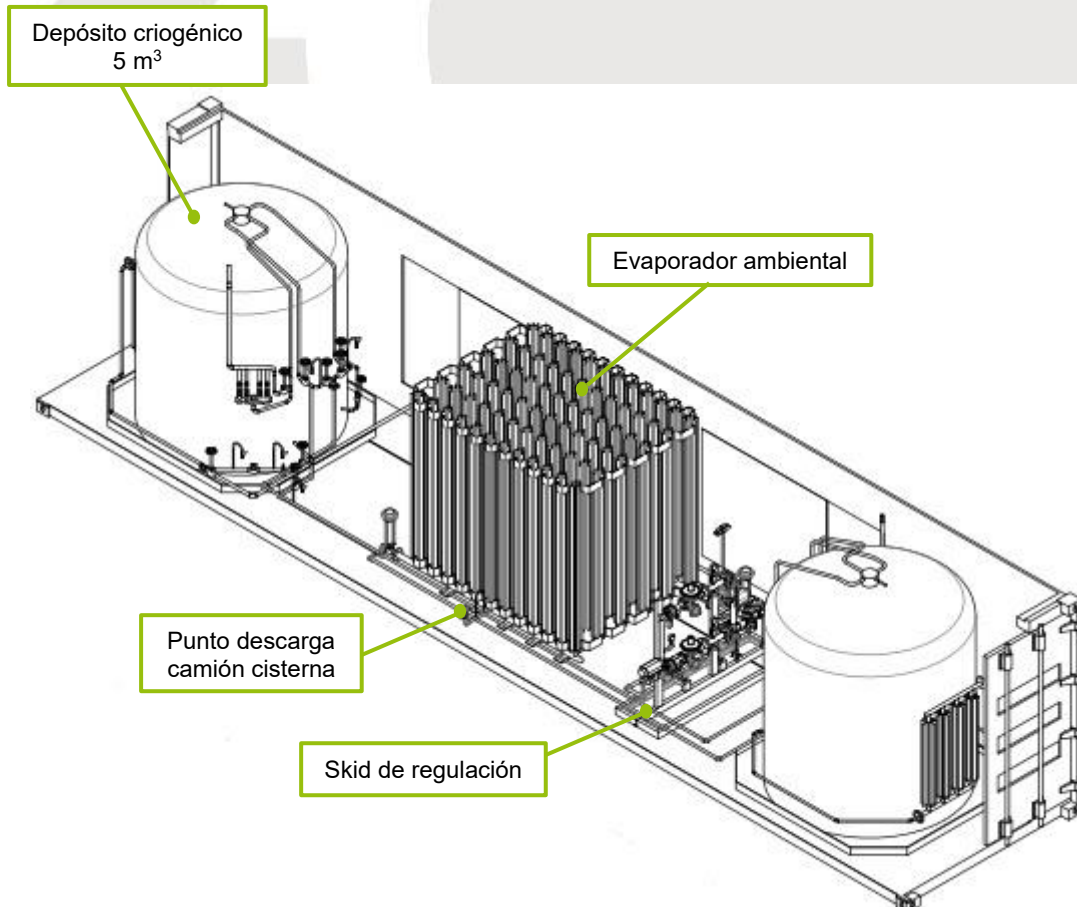
La valvulería, accesorios de unión como las bridas, tuberías y todos los elementos que forman la instalación, deberán ser como mínimo de tipo PN16 (16 bar). Las características que presentan son las siguientes:

Tuberías de Gas Natural Licuado (GNL):

Material	AISI 304 L
Espesor	SCH 10S
Diámetro máximo	DN 40

Tuberías de Gas Natural (GN):

Material	Acero al carbono DIN 2440
Diámetro máximo	DN 150



VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 14 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

8.- JUSTIFICACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE APLICACIÓN

En el presente apartado se justifica el cumplimiento de las Normativas Técnicas del Estado Español referente a la instalaciones de plantas satélites de GNL. Según la Instrucción Técnica específica ITC-ICG 04 sobre las plantas satélites de Gas Natural Licuado, publicada por el Real Decreto 919/2006 de 28 de Julio. El diseño, construcción y montaje de plantas satélites se realizará siempre de acuerdo a lo establecido por la norma UNE 60210.

Asimismo, el diseño, fabricación y evaluación de conformidad de los equipos a presión que formen parte de las plantas satélites deberá cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos a presión, aplicándose el Reglamento de aparatos a presión para todo lo no contemplado en dicho Decreto.

8.1.-Diseño y construcción de la instalación

En el apartado 4 de la norma UNE 62010:2018 “Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)”, se describe cada una de las instalaciones que completan la planta satélite. Donde se reflejan la necesidad de cumplimiento de las siguientes características.

8.1.1.- Instalación de descarga

El trasvase y circulación de GNL desde la cisterna al depósito de almacenamiento de la planta se debe realizar mediante bombas criogénicas o por diferencia de presiones.

La conexión entre la instalación de descarga y la cisterna se debe llevar a cabo con mangueras flexibles criogénicas. Los enlaces de las bocas de interconexión con las cisternas deben estar específicamente diseñadas para GNL.

Las líneas de conexión con los equipos de regasificación y depósitos de almacenamiento deben disponer de las válvulas criogénicas necesarias para las maniobras de presurización y descarga. También deben disponer de válvulas criogénicas de purga para la despresurización de las mangueras previa a su desconexión.

En la planta a instalar, se realizará la descarga de GNL mediante una bomba criogénica incorporada en el propio camión cisterna. La capacidad de descarga aproximada será de 90 minutos.

8.1.2.- Instalación de almacenaje

Los depósitos empleados para el servicio en plantas satélite de GNL deben cumplir los requisitos de la legislación vigente (Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión).

Cada depósito de almacenamiento debe ir equipado con una válvula antirretorno o de retención y cierre en la línea inferior de llenado del mismo.

8.1.3.- Instalación de regasificación

El evaporador ambiental realizará el cambio de fase de GNL a GN a través de tubos aleados que lo forman. En apartados anteriores se reflejan las características técnicas correspondientes.

Según el apartado 4.3.3 de la UNE 60210:2018, cada equipo de regasificación debe estar protegido por una válvula de seguridad criogénica, capaz de aliviar el gas suficiente para evitar que la presión pueda exceder del 110% de la presión máxima de operación. La presión de tarado debe ser como máximo la de diseño del regasificador. Los alivios a la atmósfera deben estar protegidos por los correspondientes apagallamas, y deben efectuar la descarga en puntos donde no se puedan crear condiciones ambientales peligrosas.

8.1.4.- Válvula automática de interrupción por mínima temperatura o corte por frío (VCF)

Se debe intercalar una válvula entre la salida de la instalación de regasificación y el grupo de regulación de salida con un sistema de cierre automático en el caso de que detecte una temperatura a la entrada de la misma inferior a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, o inferior a la recomendada por el fabricante para asegurar la integridad de los materiales situados aguas abajo, si ésta fuera inferior a los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta válvula de interrupción debe poder soportar temperaturas de hasta $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Asimismo, debe ser de rearme manual y presencial para garantizar la seguridad de la reanudación del servicio.

8.1.5.- Tuberías, válvulas y uniones

Todos los componentes situados aguas arriba de la ubicación de la válvula automática de interrupción por mínima temperatura o de corte por frío (VCF) deben ser adecuados para operar a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Los materiales de los elementos situados aguas abajo de la válvula de seguridad por mínima temperatura deben ser adecuados para la temperatura más baja que se pueda producir, antes de que la válvula de seguridad por mínima temperatura se pueda cerrar.

Los tramos de tubería comprendidos entre dos válvulas de cierre deben estar protegidos por un sistema de alivio de presión que evite daños a la misma en caso de que quede líquido criogénico o gas frío atrapado entre ambas válvulas.

Estos dispositivos de alivio deben tener un tramo de tubería de longitud mínima de 10 cm (25 cm en los casos de presencia permanente de fase líquida) que los separe de la zona fría, para evitar que queden bloqueados por el hielo. La presión de tarado de estos dispositivos debe ser inferior a la presión máxima de operación establecida para los elementos, equipos y tubería de la zona protegida. En la instalación presente de 16 bar.

Los alivios a la atmósfera de las válvulas de seguridad estarán protegidos por los correspondientes apagallamas. Estos estarán orientados al suelo en el interior del cubeto.

8.1.5.1 Montaje y construcción

Las uniones desmontables entre tuberías en fase líquida se deben realizar con bridas. Se deben prever las conexiones de venteo y purga necesarias para las pruebas, puesta en gas, puesta fuera de servicio, explotación y mantenimiento.

8.1.6.- Instalación de control

Teniendo en cuenta que se trata de una planta de operación presencial y funcionamiento manual, debe estar dotada de los siguientes elementos:

- Manómetro de presión de operación.
- Nivel de indicación continua de llenado.
- Nivel de punto alto o máximo nivel admitido.
- Válvulas de servicio.

Además de registrar en un cuadro de control general, la presión y temperaturas de gas antes de su salida de planta.

8.1.7.- Instalación eléctrica

La instalación eléctrica, de iluminación y la instalación de eventuales cuadros eléctricos o de control que se instalen, se debe efectuar de acuerdo con lo indicado en la reglamentación vigente.

Todas las estructuras y partes metálicas de la planta, así como la cisterna durante la operación de descarga, se deben hallar conectadas a tierra, de modo que la resistencia de puesta a tierra sea inferior a 20 Ω

La planta satélite en cuestión contará con una alimentación eléctrica para los consumos previstos de iluminación, recalentador eléctrico y los sistemas de control, con una potencia total estimada de 5 kW a 230 V. Para ello se situará en el interior del contenedor un armario de control con un cuadro eléctrico de protección y distribución.

Tal y como indica la norma UNE 60210:2018, la clasificación de zonas de la planta se debe efectuar según la Norma UNE-EN 60079-10-1 "Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas".

Esta parte de la serie de Normas IEC 60079 es relativa a la clasificación de los emplazamientos donde pueden producirse riesgos debidos a gas o vapor inflamables y pueden entonces utilizarse como base para apoyar la adecuada selección e instalación de material para emplearlo en emplazamientos peligrosos.

Está destinada para aplicarse donde pueda existir un riesgo de inflamación debido a la presencia de gas o vapor inflamables mezclados con aire.

8.1.7.1 Estimación de zonas peligrosas según UNE-EN 60079-10-1:2016 (Anexo D)

Se proporciona orientación para estimar el tipo de zona y la extensión de la zona para relacionar los correspondientes factores, incluyendo:

- El grado de escape
- La efectividad de la ventilación y el grado de dilución
- La disponibilidad de ventilación

La extensión de la zona o región peligrosa en la que puede producirse gas inflamable depende de la tasa de escape y de varios factores tales como las propiedades del gas, la geometría del escape y la geometría circundante.

En el presente caso se trabaja con GNL, un gas criogénico con el que es necesario tener cuidado con la clasificación de los emplazamientos que lo contengan. Pues los vapores emitidos pueden ser más pesados que el aire a bajas temperaturas y convertirse en más ligeros que el aire cuando se aproxima a la temperatura ambiente.

Los pequeños escapes de gas refrigerado se evaporarán rápidamente sin formar un charco líquido a partir del calor ambiente. Si el escape es grande puede formarse un charco de líquido frío.

Para llevar a cabo la estimación de las distancias de seguridad requeridas en atmósferas explosivas gaseosas, teniendo en cuenta que el depósito de GNL se trata de una unidad móvil que acudirá a la zona en los momentos necesario, se ha considerado los siguientes fallos para su estudio:

- Fallo en la conexión de mangueras
- Depósito de GNL 5m3.
- Depósito camión cisterna para descarga.

Según la norma UNE EN 60079-10-1:2016.

FUGA EN CONEXIÓN DE MANGUERAS		
Grado de escape		SECUNDARIO
Tamaño del orificio	S [m2]	1x10 ⁻⁶
Coefficiente de descarga	Cd	0,75
Densidad del líquido	ρ [kg/m3]	455
Diferencia de presión a través de la abertura de la fuga	Δp [Pa]	198.675
Tasa de escape líquido	W [kg/s]	0,010
Densidad del gas/vapor	ρg [kg/m3]	0,775
Factor de seguridad	k	0,75
Límite inferior de inflamabilidad	LII [vol/vol]	0,0414
Característica del escape	Wg/ρg·k·LII [m3/s]	0,42
Velocidad del viento	Uw [m/s]	0,5

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 19 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

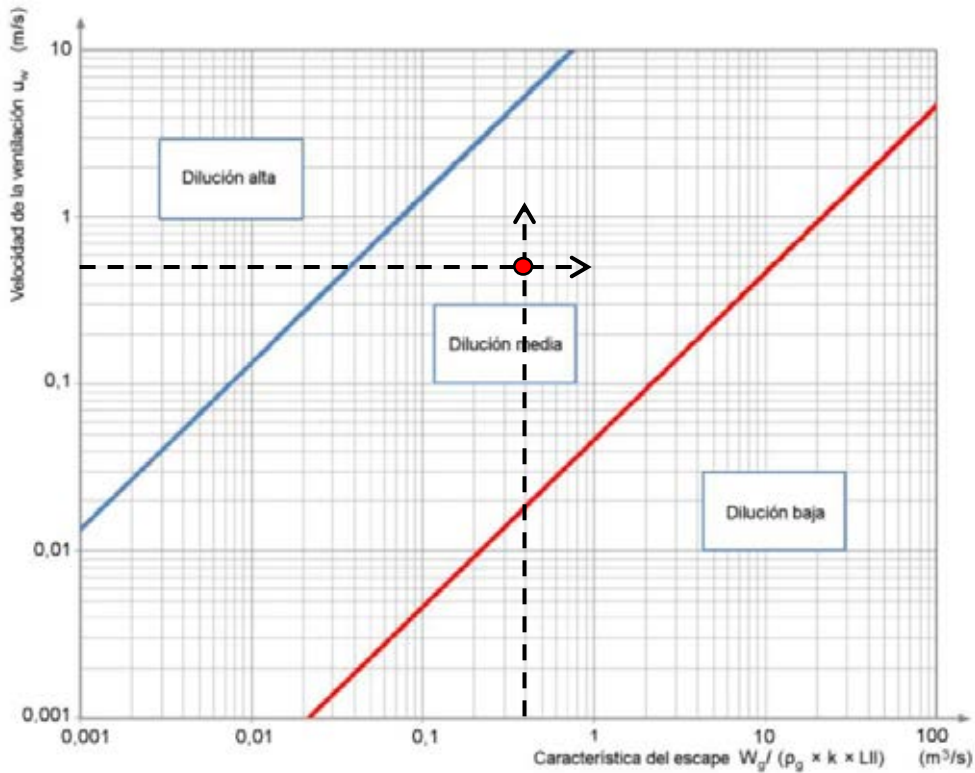


Figura C.1 – Gráfico para evaluar el grado de dilución

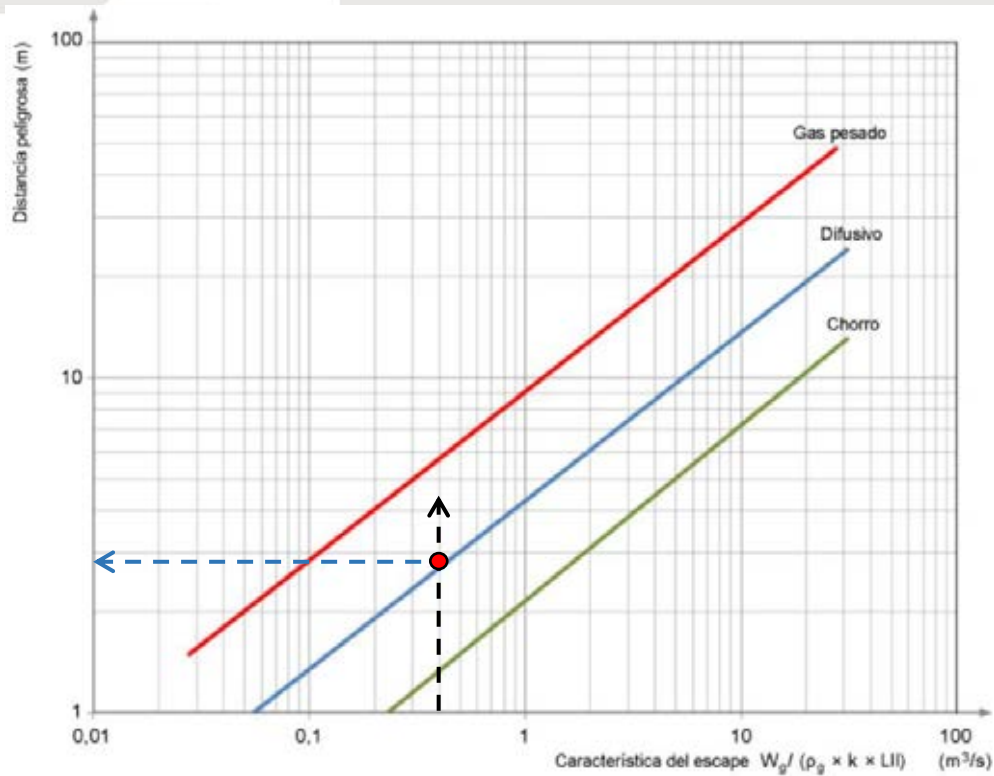


Figura D.1 – Gráfica para estimar distancias de emplazamientos peligrosos

FUGA EN VÁLVULAS DE SEGURIDAD (PSV)		
Grado de escape		SECUNDARIO
Tamaño del orificio	S [m ²]	2,5x10 ⁻⁶
Coefficiente de descarga	C _d	0,75
Densidad del líquido	ρ [kg/m ³]	455
Diferencia de presión a través de la abertura de la fuga	Δp [Pa]	198.675
Tasa de escape líquido	W [kg/s]	0,025
Densidad del gas/vapor	ρ _g [kg/m ³]	0,775
Factor de seguridad	k	0,75
Límite inferior de inflamabilidad	LII [vol/vol]	0,0414
Característica del escape	W _g /ρ _g ·k·LII [m ³ /s]	1,05
Velocidad del viento	U _w [m/s]	0,5

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 20 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

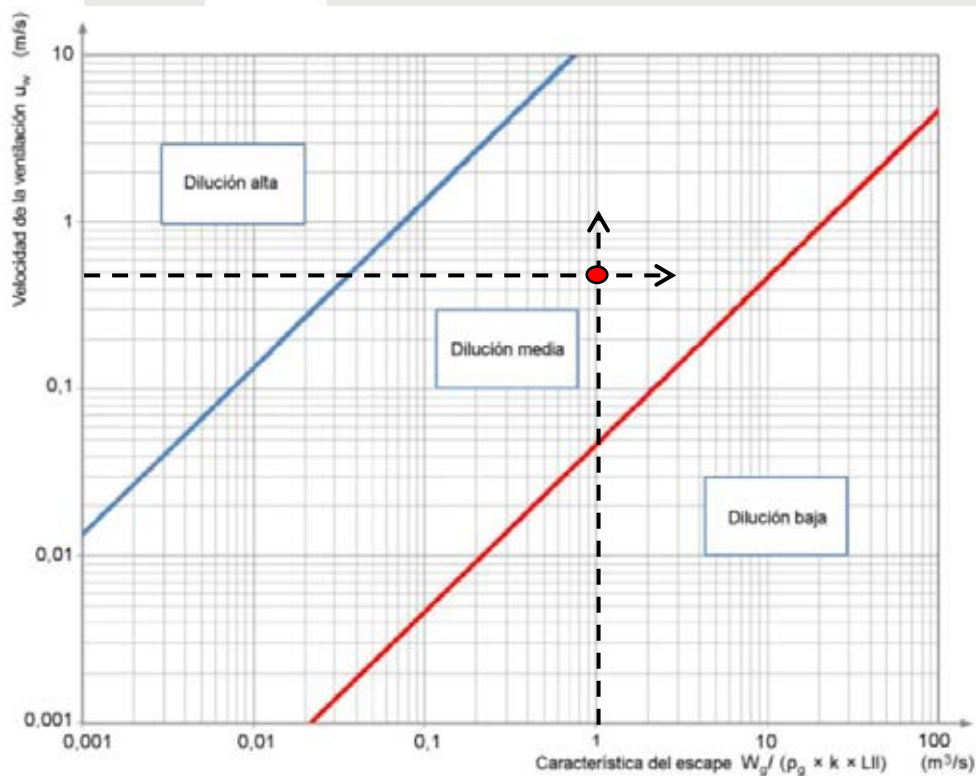


Figura C.1 – Gráfico para evaluar el grado de dilución

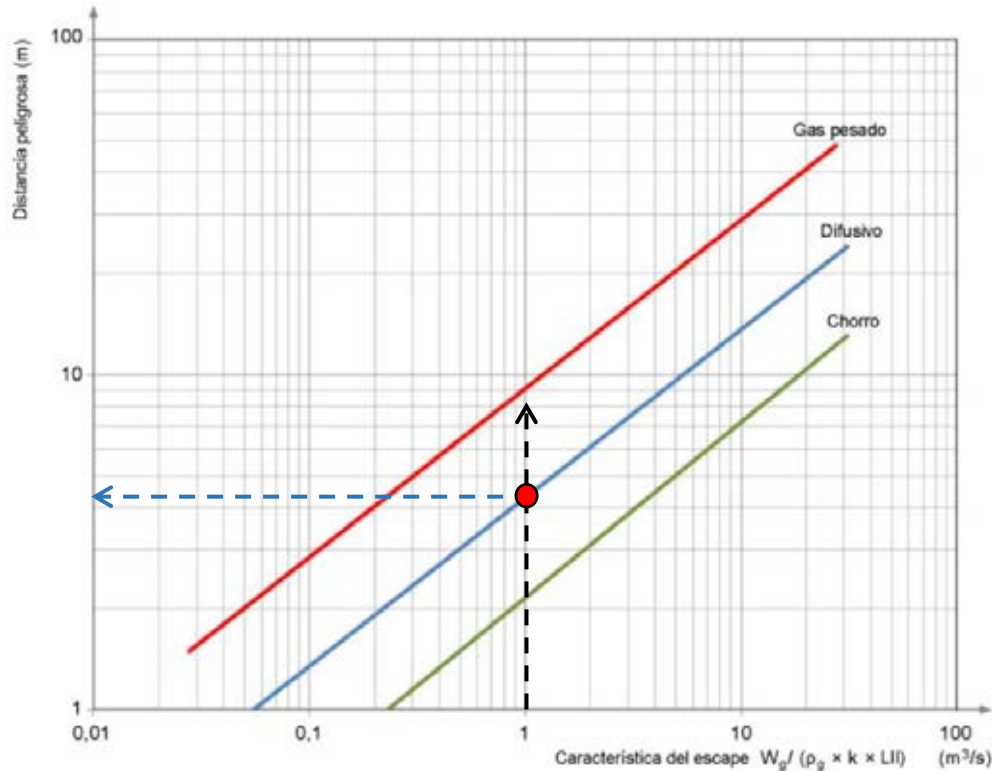


Figura D.1 – Gráfica para estimar distancias de emplazamientos peligrosos

Realizado el análisis cualitativo por la norma UNE y apoyándonos en el artículo 4 de la ITC-BT 29, la clase de emplazamiento dónde se ubican las instalaciones es de **Clase I**. Comprende emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

En los emplazamientos de **Clase I** se distinguen:

Zona 0: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Zona 1: Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

Zona 2: Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

Por parte de la norma UNE 60079-10-1:2016, en el anexo D tabla D.1 conociendo que la dilución de nuestras fugas será de **dilución media** y que los grados de escape son **secundarios**.

Tabla D.1 – Zonas según el grado de escape y la efectividad de la ventilación

Grado de escape	Efectividad de la ventilación						
	Dilución alta			Dilución media			Dilución baja
	Disponibilidad de ventilación						
	Buena	Justa	Pobre	Buena	Justa	Pobre	Buena, justa o pobre
Continuo	No peligrosa (Zona 0 ED) ^a	Zona 2 (Zona 0 ED) ^a	Zona 1 (Zona 0 ED) ^a	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primario	No peligrosa (Zona 1 ED) ^a	Zona 2 (Zona 1 ED) ^a	Zona 2 (Zona 1 ED) ^a	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 o Zona 0 ^c
Secundario ^b	No peligrosa (Zona 2 ED) ^a	No peligrosa (Zona 2 ED) ^a	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 e incluso Zona 0 ^c

^a Zona 0 ED, 1 ED o 2 ED indica una zona teórica que en condiciones normales sería de extensión despreciable.
^b La zona 2 creada por un escape de grado secundario puede superar la atribuida a escapes de grado continuo o primario; en este caso debería tomarse la distancia mayor.
^c Será zona 0 si la ventilación es tan débil y el escape es tal que prácticamente la atmósfera explosiva gaseosa esté presente de manera permanente (es decir, es una situación próxima a la de "ausencia de ventilación").

"+" significa "rodeada por".
 La disponibilidad de ventilación en espacios encerrados ventilados naturalmente nunca debe considerarse como buena.

Finalmente, para la Planta compacta de GNL se establecen las siguientes áreas de riesgo según la tipología de escape, características de la sustancia y la ventilación disponible en la zona:

FUENTES DE ESCAPE	ZONA 0		ZONA 2	
	HORIZ. (m)	VERT. (m)	HORIZ. (m)	VERT. (m)
Conexión manguera	-	-	2,8	2,8
Válvula de seguridad (PSV)	-	-	4,3	4,3
Depósito cisterna	Interior depósito		-	-
Depósito planta compacta GNL	Interior depósito		-	-

Para mayor precaución se considera un radio esférico de **4,5 metros** de **Zona 2** (ATEX) tanto para las conexiones de manguera como para las válvulas de seguridad.

8.1.8.- Instalación contra incendios

En la zona de depósitos y regasificación de GNL, la instalación debe estar equipada con extintores de polvo seco en proporción de 10 kg de polvo por cada 1 000 kg de producto, con un mínimo de 2 kg en dos extintores, pudiéndose limitar a un máximo de 300 kg por depósito. Los extintores deben colocarse y distribuirse en lugares fácilmente accesibles.

Teniendo en cuenta que la capacidad e la planta es de 5 m³, lo que equivale a 2.300 kg de producto. Por tanto se dotará la instalación con 2 extintores de polvo seco de 25 kg y se

ubicarán 1 cerca de la estación de carga del contenedor y 1 cerca de la salida de gas del contenedor.



8.1.9.- Grupo de regulación

Si la planta satélite suministra gas a un único usuario, la medición de su consumo no es exigible, debiendo instalarse un conjunto de regulación que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma UNE 60670-3 o la Norma UNE 60620-5, según proceda, de acuerdo con la presión de suministro a la correspondiente instalación receptora.

8.1.10.- Instalación de odorización

Antes de su salida de planta, el gas debe ser odorizado de forma que cualquier fuga pueda ser detectada con facilidad cuando exista una mezcla cuya concentración volumétrica sea 1/5 de la correspondiente al límite inferior de inflamabilidad.

Tal y como se ha especificado en apartados anteriores, se realizará una odorización del gas natural mediante una adición de T.H.T. sobre la línea que conduce el gas. Esta odorización se realizará a razón de 15 a 20 partes por millón (ppm) del volumen de gas que se dirija hacia consumo.

El sistema que se empleará será el de odorización de caudal parcial. Dicho sistema está formado por una placa orificio (diafragma), un depósito de almacenamiento de THT y las válvulas y elementos de conexión necesarios para el correcto funcionamiento.

El funcionamiento se basa en que la presión diferencial provocada por el diafragma impulsa un cierto caudal de gas que fluye por la conducción haciéndolo borbotear en la fase líquida del depósito de THT. Este caudal se incorpora de nuevo al conducto principal de gas.

Al tratarse de una placa orificio calibrada, el caudal impulsado hacia el bidón de THT es proporcional al caudal del conducto principal de gas (línea de consumo), por lo que se asegura una odorización correcta.

8.2.-Emplazamiento

8.2.1.- Condiciones generales

La instalación debe estar protegida, como mínimo, por una cerca metálica que impida que personas ajenas al servicio puedan manipular las instalaciones o acercarse a las mismas. La cerca debe disponer como mínimo de dos salidas suficientemente separadas, de manera que asegure la posibilidad de evacuación en caso necesario, y dotadas con puertas correderas o de apertura hacia el exterior.

El emplazamiento de la instalación debe permitir el fácil acceso de los vehículos de abastecimiento, mantenimiento y extinción de incendios, así como del personal autorizado.

El alumbrado, sobre todo de la zona de descarga, debe ser suficiente para garantizar la seguridad general de las operaciones que se realicen en la planta.

Debe colocarse en sitio visible un cartel donde se indique el tipo de instalación, los peligros específicos y las medidas de seguridad recomendadas.

8.2.2.- Cubetos de protección contra derrames

La finalidad de los cubetos debe ser recoger y confinar el GNL que, por causas accidentales, pueda verterse. En sus inmediaciones deben existir las medidas necesarias de actuación contra incendio, así como elementos de actuación para minimizar los efectos derivados de la vaporación súbita del GNL.

Los cubetos pueden estar formados por barreras naturales, diques, muros de contención o una excavación en el terreno capaz de resistir las acciones mecánicas, térmicas o químicas del GNL.

Las paredes de los cubetos de contención de los depósitos deben estar como mínimo a 1,5 m de cualquier superficie lateral o frontal de dichos depósitos.

Se propone la instalación de un cubeto de homigón, al tratarse de una instalación portátil se considera el empleo de barreras New Jersey a su alrededor, formando un cubeto de un volumen total de **86 m³**



8.2.3.- Distancias de seguridad

Según el apartado 5.3 de la norma UNE 60210:2018, las plantas satélites se clasifican según la capacidad geométrica conjunta de almacenamiento:

Siendo la capacidad de almacenamiento de nuestra planta de 5 m³, la instalación será de **clase A**

Capacidad total instalada	a1	A	B	C	D	E	F	G	H
Elementos									
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	3	5	7	9	12	15	20	20	25
Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados	2	5	7	9	12	15	15	15	15
Proyecciones de líneas eléctricas	10	10	12	15	15	15	15	15	15
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	2	7	8	9	12	15	25	30	35
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9	9	12	14	20	24	34	44	55

La distancia de la zona de conexión fija de mangueras de los muelles de descarga a los elementos establecidos debe ser la equivalente a la capacidad A, excepto en el caso de las plantas de capacidad inferior o igual a 2 m³, para las que deben aplicarse las distancias indicadas para la categoría a1.

Por tanto, se mantendrán las mismas distancias tanto para los depósitos como para la zona de conexión fija de mangueras.

En los planos anexos al presente documento se encuentran representadas las distancias de seguridad correspondientes.

9.- DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

Tal y como se indica en el RD 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11. En el artículo 5 de la ITC-ICG 04 Plantas satélite Gas Natural Licuado (GNL) se indica lo siguiente:

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 25 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



9.1.-Autorización administrativa

Las plantas satélites de GNL precisarán autorización administrativa previa a su construcción, otorgada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, excepto las destinadas a uso propio y exclusivo de un usuario.

Para solicitar la citada autorización, el titular de la instalación presentará al órgano competente de la Comunidad Autónoma un proyecto según lo indicado en el apartado 5.2, acompañado del modelo oficial de solicitud.

9.2.-Pruebas previas

De forma previa a la puesta en servicio de la instalación el organismo de control, asistido por la empresa encargada del montaje y el director de obra, realizará las pruebas en obra previstas en la norma UNE 60210, con el fin de comprobar que la instalación, los materiales y los equipos cumplen los requisitos de resistencia y estanqueidad.

Las pruebas a realizar son las citadas a continuación :

- Los depósitos se someterán a una prueba de estanqueidad a una presión de prueba de 1,1 veces la presión máxima de operación durante al menos 24 h.
- Al tratarse de un depósito con aislamiento al vacío, la prueba de estanqueidad puede sustituirse con una medida del vacío durante 1 h. Si éste es inferior a 0,6 mbar la prueba puede darse por válida debiendo, en caso contrario, realizarse la prueba de estanqueidad.
- La instalación se someterá a una prueba de comprobación de los sistemas de seguridad con precintado de las válvulas de seguridad.

9.3.-Certificados

El director de obra emitirá el correspondiente certificado de dirección de obra, con copia para el titular de la instalación y para el órgano competente de la Comunidad Autónoma. Como anexo incluirá una lista de los componentes de la instalación y sus características y una justificación de homologación de los componentes y equipos que reglamentariamente lo requieran. En su caso, se justificarán las variaciones en la instalación en relación con el proyecto.

Asimismo, el organismo de control emitirá un certificado de inspección para el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con copia para el titular de la instalación, la empresa que haya construido la instalación, y el director de obra, con lo que la instalación quedará en disposición de servicio.

9.4.-Puesta en servicio

Una vez expedidos el certificado de dirección de obra y el certificado de inspección, la instalación se considerará en disposición de servicio, momento en que el titular de la instalación de la planta satélite podrá ponerse en contacto con el suministrador para solicitar el primer llenado de los depósitos de GNL.

Teniendo en cuenta la norma UNE 60210:2018, se exige que antes de efectuar la primera carga de GNL de la instalación, se debe efectuar la puesta en frío del depósito y de los circuitos criogénicos, mediante una carga controlada de nitrógeno líquido. Asimismo, se debe efectuar la medición de vacío durante todo el proceso de enfriamiento, garantizando que éste se mantiene por debajo de 0,6 mbar.

Para llevar a cabo la legalización de la instalación, tras la puesta en servicio de la planta, el titular de esta deberá, en un plazo máximo de **15 días hábiles**, presentar por duplicado la documentación reflejada en el artículo 5.6 de la ITC-ICG 04 ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, recibiendo copia diligenciada.

10.- MANTENIMIENTO Y REVISIONES PERIÓDICAS

El titular de la instalación o en su defecto los usuarios, serán los responsables del mantenimiento, conservación, explotación y buen uso de la instalación de tal forma que se halle permanentemente en disposición de servicio, con el nivel de seguridad adecuado. Asimismo atenderán las recomendaciones que, en orden a la seguridad, les sean comunicadas por el suministrador.

Para ello, existirá un un esquema de la instalación y las instrucciones de funcionamiento en un lugar visible. Además, los vehículos de servicio que se aproximen a la instalación deberán disponer de un sistema apaga llamas en el tubo de escape.

Según la norma UNE 60210:2018, el personal que opera la planta debe tener conocimientos apropiados de la instalación, de la manipulación del gas natural en sus fases líquida y gaseosa, de las diferentes operaciones que en la planta se ejecutan, de la utilización de instrumental y herramientas, así como de los sistemas de seguridad y equipos de protección individual.

El personal de control de la planta debe ser conocedor de la forma de actuar ante una situación de emergencia.

Deberán disponer de un contrato de mantenimiento suscrito con un especialista criogénico que disponga de un servicio de atención de urgencias permanente, por el que ésta se encargue de conservar las instalaciones en el debido estado de funcionamiento y de la realización de las revisiones dentro de las prescripciones contenidas en la norma UNE 60210.

Todos los componentes de la instalación se deben someter al mantenimiento y a las revisiones periódicas indicadas en la legislación vigente (RD 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG01 a 11).

Así, las instalaciones deben someterse a las operaciones de control y mantenimiento que indique el fabricante de los equipos y componentes, debiendo efectuarse periódicamente las comprobaciones y verificaciones necesarias para conocer en todo momento el estado de la instalación, así como adoptar las medidas pertinentes para asegurar su correcto funcionamiento y condiciones de seguridad.

En cuanto a las revisiones periódicas, éstas deben incluir las siguientes comprobaciones:

- Medición del vacío del depósito (se debe aceptar si la medición es inferior a 0,60 mbar).

- Prueba de estanqueidad (puede sustituirse por una medida del vacío).
- Comprobación y precintado de válvulas del depósito.
- Comprobación del cumplimiento de las condiciones reglamentarias.
- Comprobación de la toma de tierra.

Además, con la periodicidad establecida reglamentariamente, debe efectuarse en el depósito una prueba neumática a 1,1 veces su presión máxima admisible. Esta prueba debe realizarse con gas inerte o con el propio gas del depósito, evitando con ello la introducción de humedad en el mismo.

Para cada instalación existirá un Libro de Mantenimiento o bien, si la empresa encargada del mantenimiento está sujeta a un sistema de calidad certificado, un archivo documental con copia de las actas de todas las operaciones realizadas, que deberá poder ser consultado por el órgano competente de la Administración Pública, cuando éste lo considere conveniente.

El titular se responsabiliza de que esté vigente en todo momento el contrato de mantenimiento, y de la custodia del Libro de Mantenimiento o copia del archivo documental, así como del certificado de la última revisión periódica realizada de acuerdo con lo establecido en esta ITC.

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 28 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

11.- IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

A continuación, se realiza una breve descripción del proceso de funcionamiento de la planta satélite compacta de GNL para enumerar las posibles afecciones al medio ambiente

11.1.-Descarga de camión cisterna

La descarga del camión cisterna de GNL se realiza mediante la conexión lateral del contenedor marino y la central de conexiones en el lateral de camión. Consiste en una manguera flexible criogénica y una válvula antirretorno, llevando a cabo el proceso de descarga hacia el depósito de almacenamiento mediante una bomba criogénica propia del camión.

11.2.-Depósito de almacenamiento

El contenedor marino consta de 2 depósitos de 5 m³ para el almacenamiento del GNL, tal y como se ha descrito en apartados anteriores. Estos depósitos suministran gas natural al regasificador según la demanda de gas de los puntos de consumo.

Únicamente se empleará un único depósito y para mantener la presión de almacenaje necesaria, el depósito cuenta con un sistema de autocontrol. Consiste en una parrilla de tubos aleteados en su lateral, por el cual se hará circular parte de GNL provocando su cambio de fase a gas y reconducirlo al depósito por la parte superior del mismo.

11.3.-Regasificación

La función del regasificador es vaporizar el GNL procedente del depósito de almacenamiento para aportar el gas necesario a los puntos de consumo. Para ello se emplean los tubos aleteados que forma dicho equipo.

11.4.-Odorización

Antes de suministrar el gas natural regasificado, será odorizado por método de absorción mediante Tetrahidrotiofeno, permitiendo así que cualquier fuga pueda ser detectada con facilidad cuando exista una mezcla de GN y aire.

Es probable que se produzca un volumen de gas sobreodorizado, este se inyectará a la tubería principal aguas abajo de la instalación de odorización.

11.5.-Funciones del personal

Tan solo se requiere de personal calificado durante las operaciones de carga y descarga de GNL desde en camión cisterna hasta el depósito criogénico y en las operaciones de mantenimiento de la planta.

Para el resto de funcionamiento de la planta, se emplea un sistema de control telegestionado. En caso de incidencia, se recibe una señal en el centro de control y se activa el plan de actuación desplazándose hasta el lugar el personal calificado.

11.6.-Materias primas, productos intermedios y productos acabados

En la planta objeto de este proyecto, el único producto que se recibe y se transforma es el Gas Natural. Siendo como materia prima en estado líquido (GNL), almacenado para posteriormente ser transformado por la regasificación a estado gaseoso (GN) y suministrado a los puntos de consumo.

Se puede considerar como producto intermedio el tetrahidrotiofeno (THT) para la odorización del mismo, tal y como indica el Decreto 2913/79 (Reglamento General del Servicio Público de Gases)

11.7.-Repercusión sobre el entorno

11.7.1.- Impacto visual

La zona de afección es pequeña y localizada en terrenos ya afectados por el hombre. Además, su empleo es de manera temporal. Por tanto a nivel visual y paisajístico no se preven impactos ambientales importantes.

11.7.2.- Impacto acústico

La planta compacta de GNL está constituida únicamente por elementos estáticos. Los únicos equipos capaces de generar ruido pero inferiores a los límites permitidos por medioambiente, se encuentran en el exterior del recinto y se trata de las válvulas de seguridad de los depósitos. Además, estas actuarán solo en caso de emergencia, donde la presión del depósito supere los valores normales de operación.

11.7.3.- Aguas residuales

No se genera ningún tipo de agua residual.

11.7.4.- Residuos sólidos

No se genera ningún tipo de residuo sólido.

11.7.5.- Emisiones atmosféricas

Las emisiones de gas a la atmósfera por parte de la planta de GNL se reducirán a las pequeñas fugas ocasionales a través de las fugas ocasionales a través de las válvulas de seguridad y a las procedentes de la estación de descarga, durante las operaciones normales de manipulación de las cisternas de suministro de GNL.

Teniendo en cuenta que dichas fugas son en estado gaseoso y que el gas natural es más ligero que el aire y que se trata de un gas no tóxico y que las pequeñas cantidades emitidas se disiparán rápidamente. No se considera un impacto significativo para el medioambiente.

12.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto está formado por la siguiente documentación:

- Memoria Descriptiva-Justificativa
- Presupuesto
- Anexo Proyecto BT de la instalación
- Anexo Proyecto MT de la instalación
- Pliego de Condiciones
- Planos:
 - PLANO 1: Situación.
 - PLANO 2: Distribución
 - PLANO 3: Zonas ATEX
 - PLANO 4: Distancias de seguridad depósitos
 - PLANO 5: Distancias de seguridad válvulas

13.- PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN


El presente proyecto tiene un presupuesto de ejecución material (PEM) que asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y TRES MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (53.759,66 €)**.

Santa Cruz de Tenerife (España), noviembre de 2018



José Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



A large, light grey watermark of the 'mm' logo is centered in the background of the page, behind the main title text.

ANEXO

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PLANTA SATÉLITE GNL



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 34 de 99

A2.2 INSTRUCCIONES TÉCNICAS PLANTA DE GAS NATURAL LICUADO (GNL)

- MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y DESCARGA DE LA PLANTA DE GNL
- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE GNL

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 35 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

A2.2.1. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y DESCARGA DE LA PLANTA

A2.2.1.1. Introducción

El manual de funcionamiento pertenece a una planta de gas natural licuado con una capacidad de almacenamiento de 5+5 m³ y una capacidad de gasificación de 120 Nm³/h. Conjuntamente con el contenedor se adjuntará un manual de funcionamiento y descarga.

A2.2.1.2. Descripción de la instalación

La instalación está dividida en diferentes módulos:

CONTENEDOR

Módulo de Almacenamiento.
Módulo de zona de descarga cisternas.
Módulo Gasificación.
Módulo de Odorización.

ENLACE

Módulo Señales Interconexión Ccontenedor.

SALA CONTROL

Módulo Control.

A. Módulo Almacenamiento

Módulo formado por dos depósitos de 5 m³, con una presión máxima de trabajo de 8 bares.
Dicho módulo se puede dividir en distintas partes:

A.1. Circuito llenado depósito

Está formado por la tubería de entrada al depósito procedente de la zona de descarga y 2 válvulas de entrada para cada depósito:

- Válvula Llenado Inferior o "Líquido".
- Válvula Llenado Superior o "duchas".

A.2. Circuito consumo depósito

Formado por la tubería de unión entre salida fase líquida del depósito y el módulo de gasificación.

A.3. Circuito Válvulas Seguridad y Venteo

Tuberías de unión entre fase gas del depósito y venteo a través de una válvula de 3 vías que permite seleccionar que grupo de válvulas de seguridad funcionan.

A.4. Circuito PPR (Puesta Presión Depósitos)

Formado por un vaporizador tubular (parrilla de tubos aleteados de aluminio) y por las válvulas neumáticas siguientes:

- Válvula alimentación líquido a PPR.
- Válvula retorno gas a PPR.
- Filtro
- Regulador PPR neumático
- Válvula purga
- Elementos unión: brida, enlace 3 piezas.

El vaporizador es utilizado para subir presión al depósito.

A.5. Elementos de Control

Está formado por:

- Indicador de Nivel. 0 – 100 % (0 a 150 m³).
- Indicador de Presión. 0 a 10 bar.
- Transmisor electrónico 4-20 mA de Nivel.
- Transmisor electrónico 4-20 mA de Presión.

B. Módulo de zona descarga cisternas.

La zona de descarga está formada por una manguera con una válvula para llenado del depósito.

C. Módulo Gasificación y Regulación del Gas.

El módulo de gasificación tiene la función de elevar la temperatura del GNL que se encuentra en el tanque a -168°C , hasta $+35^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, incluyendo la aportación de calor necesaria para el cambio de fase.

C.1. Módulo de Gasificación

Formado por 1 evaporador ambiental.

C.2. Módulo de Regulación Gas

Formado por dos reguladores.

D. Módulo de Odorización.

Formado por un bidón de THT conectado a un diafragma.

E. Módulo Señales Interconexión

Formado por el conjunto de tuberías, canaleta de cables que unen los diferentes elementos hasta el cuadro de control.

H. Módulo Control

Este módulo es básicamente un PLC que gestiona todos los datos que le llegan de la planta.

Los datos principales son:

- Indicador de presión en el depósito.
- Indicador de nivel de llenado del depósito.
- Temperatura gas a la salida del evaporador ambiental.
- Temperatura gas a la entrada del skid de regulación (PT100).
 - o Paro de emergencia.

A2.2.1.3. Funcionamiento de la instalación. Equipo de control.

Introducción

El contenedor está formado por 2 depósitos de almacenamiento de GNL de 5 m³ de capacidad total, una zona de descarga de cisternas, un evaporador ambiental de GNL, un Skid de regulación de gas a consumo, un odorizador y un equipo de control.

El gas a utilizar en la instalación receptora, se obtiene a partir del evaporador ambiental. Mediante este equipo, el gas líquido procedente del depósito de almacenamiento, se convierte en gas natural, apto para consumo.

La misión del depósito es la de alimentar el evaporador, asegurando en todo momento el suministro de gas líquido a este elemento.

Válvula general de gas

En la línea de regulación de gas a consumo existe la válvula general de gas, dicha válvula está formada por una válvula de esfera y un actuador neumático (de color rojo).

Todo el control de la planta se realiza sobre esta válvula, ya que la acción de abrir o cerrar la válvula es la que controla el suministro de gas hacia consumo o el corte del mismo.

Existen dos funcionamientos distintos de dicha válvula: Automático y Manual.

Funcionamiento Automático

Se selecciona el funcionamiento en modo automático mediante el selector Manual / Automático existente en el cuadro de control.

En funcionamiento automático la válvula general de gas permanecerá abierta siempre que no exista ninguna de las siguientes alarmas:

- Muy baja temperatura de gas consumo.
- Baja temperatura de gas (AKO).
- Paro de emergencia.
- Falta de aire
- Falta de tensión

Funcionamiento Manual

Se selecciona el funcionamiento en modo manual mediante el selector Manual / Automático existente en el cuadro de control.

En funcionamiento manual la válvula general de gas se posicionará según la posición del selector Abrir / Cerrar válvula general de gas.

Aún teniendo seleccionado el modo Manual y el selector en posición Abrir, la válvula permanecerá cerrada si existe cualquier de las siguientes alarmas:

- Muy baja temperatura de gas consumo.
- Baja temperatura de gas (AKO).
- Paro de emergencia.
- Falta de aire
- Falta de tensión

A2.2.1.4. Descripción descarga de la cisterna de GNL al depósito criogénico.

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

La descarga se realizará mediante una bomba criogénica, que se conectará a la boca de carga a través de una manguera que lleva el propio transportista. El depósito tiene dos circuitos para el llenado de GNL:

- Válvula llenado por parte inferior (fondo)
- Válvula llenado por parte superior (duchas)

La descarga se realiza normalmente por duchas, para facilitar el llenado haciendo bajar la presión del depósito.

Salida de las cisternas de la planta de G.N.L.:

- Despresurizar las mangueras mediante las válvulas de purga.
- Desconectar las mangueras. Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna.

A2.2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE GNL

Uniones con bridas y uniones con enlace tres piezas.

Cada 6 meses, comprobar el apriete de la tuerca de los tornillos de las bridas, en el caso de encontrarse flojas, apretarlas en cruz.

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en las uniones realizadas mediante bridas (utilizar spray detector de fugas o agua jabonosa), en caso de detectar fuga, apretar los tornillos en cruz. Si la fuga persiste cambiar la junta que se encuentra entre las dos bridas.

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en las uniones realizadas mediante enlaces tres piezas, dichos enlaces se encuentran en el circuito PPR del depósito. En caso de detectar una fuga, apretar dicho enlace. Si la fuga persiste colocar teflón líquido en el cierre del enlace.

Filtro situado en el circuito PPR de los tanques

Cada 6 meses, limpiar el filtro que se encuentra en el circuito del PPR de los tanques, dicho filtro se encuentra en la fase líquida, antes de la válvula neumática.

Antes de abrir el filtro cerrar la válvula de líquido y la de gas del circuito PPR, despresurizar dicho circuito utilizando la válvula situada en fase gas.

Colocar teflón líquido en el asiento de la tapa del filtro antes de volver a cerrarlo.

Válvula criogénica situada en la zona de descarga

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en la zona del prensaestopas (utilizar spray detector de fugas o agua jabonosa), si se detecta fuga apretar dicho prensaestopas.

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en la unión del vástago de la válvula con el cuerpo, si se detectan fugas apretar en cruz los tornillos existentes.

Si la fuga no queda solucionada apretando el prensaestopas o los tornillos, desmontar la válvula y cambiar la prensa o la junta de cierre situada entre vástago y cuerpo.

Cada 6 meses, desmontar la válvula y comprobar el asiento de cierre de la misma, si se encuentra dañado o gastado sustituirlo por uno nuevo

Válvulas criogénicas neumáticas

Cada 6 meses, comprobar el estado y las posibles fugas de los circuitos de aire que controlan dichas válvulas.

Cada 6 meses, comprobar que dichas válvulas no fugan por el prensaestopas, apretarlo en caso de fuga.

Cada 6 meses, comprobar el apriete de todos los tornillos existentes en las válvulas y en los actuadores neumáticos.

Cada 18 meses, desmontar las válvulas y comprobar el estado de las juntas existentes, si se encuentran dañadas o gastadas sustituirlas.

Válvulas criogénicas situadas en el depósito

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en la zona del prensaestopas (utilizar spray detector de fugas o agua jabonosa), si se detecta fuga apretar dicho prensaestopas.

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en la unión del vástago de la válvula con el cuerpo, si se detectan fugas apretar en cruz los tornillos existentes o la rosca de cierre.

Si la fuga no queda solucionada apretando el prensaestopas o los tornillos, vaciar el depósito, desmontar la válvula y cambiar el prensa o la junta de cierre situada entre vástago y cuerpo.

Cada 12 meses, vaciar el depósito, desmontar las válvulas y comprobar el asiento de cierre de las mismas, si se encuentra dañado o gastado sustituirlo por uno nuevo.

A large, light gray, stylized eye graphic is centered on the page, serving as a background for the title. It has a thick, rounded shape with a circular center.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD





INDICE

1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD	3
2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	3
2.2.- PRESUPUESTO DE CONTRATO ESTIMADO	3
2.3.- DURACIÓN ESTIMADA Y Nº DE TRABAJADORES	3
2.4.- VOLUMEN DE LA OBRA ESTIMADO	3
3.- RECURSOS CONSIDERADOS	3
3.1.- MATERIALES	3
3.2.- ENERGÍAS Y FLUIDOS	4
3.3.- MANO DE OBRA	4
3.4.- HERRAMIENTAS	4
4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS	5
5.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA	6
6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS	10
6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	11
6.2.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS	11
6.2.1.- Estabilidad y solidez	11
6.2.2.- Instalaciones de suministro y reparto de energía	11
6.2.3.- Vías y salidas de emergencia	12
6.2.4.- Detección y lucha contraincendios	12
6.2.5.- Ventilación	12
6.2.6.- Exposición a riesgos particulares	12
6.2.7.- Temperatura	13
6.2.8.- Iluminación	13
6.2.9.- Puertas y portones	13
6.2.10.- Vías de circulación y zonas peligrosas	14
6.2.11.- Muelles y rampas de descarga	14
6.2.12.- Espacio de trabajo	14
6.2.13.- Primeros auxilios	14
6.2.14.- Servicios higiénicos	15
6.2.15.- Locales de descanso o de alojamiento	15
6.2.16.- Mujeres embarazadas y madres lactantes	16
6.2.17.- Trabajos de minusválidos	16
6.2.18.- Disposiciones varias	16

6.2.19.- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obras en el interior de locales	16
7.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA	17
8.- REVISIONES Y/O MANTENIMIENTO PREVENTIVO	34

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 46 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento de lo dispuesto en el Art.4 Ap.2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se redacta el presente estudio de Seguridad y Salud.

El estudio precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia. Además se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD

Instalación de una planta compacta de GNL ubicada de acuerdo con las definiciones e indicaciones descritas en la ITC-ICG04 en el interior de un contenedor marítimo de 40 pies.

2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Actualización de las instalaciones de protección contra incendios de un establecimiento comercial situado en Santa Cruz de Tenerife

2.2.- PRESUPUESTO DE CONTRATO ESTIMADO

Se trata de una obra cuyo presupuesto de ejecución material (PEM) estimado, asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y TRES MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (53.759,66 €)**.

2.3.- DURACIÓN ESTIMADA Y Nº DE TRABAJADORES

Se calcula factible su realización en un plazo de 30 días, con una media de 2 operarios durante la ejecución de la misma.

2.4.- VOLUMEN DE LA OBRA ESTIMADO

Establecer el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal, la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra, estimándose en 60 jornadas.

3.- RECURSOS CONSIDERADOS

3.1.- MATERIALES

Instalación de aparatos a presión, mecánica y de gas

Tuberías de acero negro DIN 2440 o acero inoxidable.

3.2.- ENERGÍAS Y FLUIDOS

Agua.
Electricidad.
Combustibles líquidos (gasoil, gasolina).
Esfuerzo humano.

3.3.- MANO DE OBRA

Responsable técnico.
Mando Intermedio.
Oficial.
Peones especialistas.

3.4.- HERRAMIENTAS

Eléctricas portátiles

Esmeriladora radial para metales.
Taladradora.
Martillo picador eléctrico.
Multímetro
Chequeador portátil de la instalación

Herramientas combustibles.

Pistola clavadora.
Equipo de soldadura de propano o butano.

Herramientas de mano.

Sierra de arco para metales.
Cizallas.
Palancas.
Caja completa de herramientas.
Reglas, escuadras, nivel, plomada.
Cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.

Herramientas de tracción.

Ternales, trócolas y poleas.

Maquinaria.

Motores eléctricos.
Motores de explosión.
Sierra de metales, grúa, cabrestante.
Excavadora

Medios Auxiliares.

Andamio de estructura tubular.
Andamio rodante.
Andamio de borriquetas.
Toldos, redes, cuerdas.
Escaleras de mano.
Grúas.
Cabrestante.
Montacargas.
Señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos.
Letreros de advertencia a terceros.

4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de "Riesgos de accidente y enfermedad profesional", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto "Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

GRADO DE RIESGO		Severidad		
		Muy Grave	Grave	Leve
Probabilidad	Alta	<i>Crítico</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>
	Media	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
	Baja	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>	<i>Ínfimo</i>

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

- (Alto) Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.
 - (Medio) Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.
 - (Bajo) Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.
- Alta: Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.
 - Media: Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.
 - Baja: Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.
 - N/P: Riesgo que no procede.

5.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Tras el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

EVALUACIÓN DE RIESGOS	
Actividad: Instalación planta GNL	
Centro de trabajo	Evaluación nº: 1
Sección:	
Puesto de Trabajo:	Fecha:
Evaluación: <input type="checkbox"/> Periódica	

EVALUACIÓN DE RIESGOS								
Actividad: Instalación planta GNL								
Inicial					Hoja nº: 1			
Riesgos	Probabilidad				Severidad			Evaluación
	AA	MM	BB	N/P	AA	M M	BB	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel			X		X			MODERA.
02.- Caídas de personas al mismo nivel			X	x		X		MEDIA
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento			X		X			MEDIA
04.- Caídas de objetos en manipulación		X					X	BAJA
05.- Caídas de objetos desprendidos			X		X			MEDIA
06.- Pisadas sobre objetos		X					X	BAJA
07.- Choque contra objetos inmóviles		X					X	BAJA
08.- Choque contra objetos móviles			X			X		BAJA
09.- Golpes por objetos y herramientas		X					X	BAJA
10.- Proyección de fragmentos o partículas		X				X		MEDIA
11.- Atrapamiento por o entre objetos			X		X			MEDIA
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.			X		X			MEDIA
13.- Sobreesfuerzos		X				X		MEDIA
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X				NO PROC.
15.- Contactos térmicos			X			X		MEDIA
16.- Exposición a contactos eléctricos			X		X			ALTA
17.- Exposición a sustancias nocivas			X			X		BAJA
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X			X		BAJA
19.- Exposición a radiaciones			X			X		BAJA
20.- Explosiones			X		X			MEDIA
21.- Incendios			X		X			MEDIA
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				NO PROC.
23.- Atropello o golpes con vehículos				X	X			MEDIA
24.- E.P. producida por agentes químicos			X				X	MUY BAJA
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				NO PROC.
26.- E.P. producida por agentes físicos			X				X	MUY BAJA
27.- Enfermedad sistemática				X				NO PROC.
28.- Otros				X				NO PROC.

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 51 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 52 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



GESTION DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA					
Actividad: : Instalación planta GNL					
Centro de trabajo:			Evaluación nº: 1 Fecha:		
Sección:					
Puesto de Trabajo:			Hoja nº 2		
Riesgos	Medidas de control	Formación e información	Normas de Trabajo	Riesgo Controlado	
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Protecciones colectivas y E.P.I.	X	X		X
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Orden y limpieza	X	X		X
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Protecciones colectivas	X	X		X
04.- Caídas de objetos en manipulación	E.P.I.	X	X		X
05.- Caídas de objetos desprendidos	Protección colectiva	X	X		X
06.- Pisadas sobre objetos	Orden y Limpieza	X	X		X
07.- Choque contra objetos inmóviles	Orden y Limpieza	X	X		X
08.- Choque contra objetos móviles	Protecciones colectivas	X	X		X
09.- Golpes por objetos y herramientas	E.P.I.	X	X		X
10.- Proyección de fragmentos o partículas	Gafas o pantallas de seguridad (E.P.I.)	X	X		X
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X	X		X
12.- Atrapamiento por vuelco .	Manejo correcto	X	X		X
13.- Sobreesfuerzos	Limitación de pesos y levantamiento correcto	X	X		X
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X	
15.- Contactos térmicos	Cumplir el R.E.B.T. y normas de seguridad	X	X		X
16.- Exposición a contactos eléctricos	Cumplimiento R.E.B.T y uso de E.P.I.	X	X		X
17.- Exposición a sustancias nocivas	E.P.I.	X	X		X
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	E.P.I.	X	X		X

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 53 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



19.- Exposición a radiaciones	E.P.I.	X	X		X
20.- Explosiones	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X	X	
21.- Incendios	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X		X
22.- Accidentes causados por seres vivos				X	
23.- Atropello o golpes con vehículos	Normas de circulación y pasillo de seguridad	X	X		X
24.- E.P. producida por agentes químicos	E.P.I.	X	X		X
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X	
26.- E.P. producida por agentes físicos	E.P.I.	X	X		X
27.- Enfermedad sistémica				X	
28.- Otros				X	

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 54 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS

Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.

Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.

Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

, así como las disposiciones legales de carácter obligatorio que recoge el Pliego de Condiciones.

6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

6.2.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS

Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

6.2.1.- Estabilidad y solidez

Se deberá asegurarse la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan un resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de forma segura.

6.2.2.- Instalaciones de suministro y reparto de energía

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiada a su tipo de utilización.

- a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).
- b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- c) La realización y la elección de material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los

factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

6.2.3.- Vías y salidas de emergencia

Las vías y salidas de emergencia deberá permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

En todos los centro de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales indebles y preferentemente iluminadas o fluorescentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dichas señales deberán fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de evacuación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas bajo ningún concepto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en ningún momento.

6.2.4.- Detección y lucha contra incendios

Se deberá disponer de extintores de polvo polivalente para la lucha contra incendios.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

6.2.5.- Ventilación

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

6.2.6.- Exposición a riesgos particulares

En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (gases, vapores, polvo, etc.).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberá adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

6.2.7.- Temperatura

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

6.2.8.- Iluminación

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

- Zonas de paso 20 lux.
- Zonas de trabajo 200-300 lux.
- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.
- Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total del uso de iluminación a llama.

6.2.9.- Puertas y portones

- a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
- b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.
- d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones., salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

- e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.
- f) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.
- g) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- h) Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- i) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

6.2.10.- Vías de circulación y zonas peligrosas

- a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda la seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

6.2.11.- Muelles y rampas de descarga

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

- a) Los muelles y rampas de carga deberá ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.
- b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

6.2.12.- Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

6.2.13.- Primeros auxilios

- a) Será de responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir

cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.

- b) Se deberá disponer de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso (Botiquín).

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

6.2.14.- Servicios higiénicos

- a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

- b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

- c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.
- d) Los vestuarios duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

6.2.15.- Locales de descanso o de alojamiento

- a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.
- b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.
- c) Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

- d) Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.
Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.
- e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.
- f) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.
- g) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

6.2.16.- Mujeres embarazadas y madres lactantes

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

6.2.17.- Trabajos de minusválidos

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

6.2.18.- Disposiciones varias

- a) El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
- b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

6.2.19.- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obras en el interior de locales

ESTABILIDAD Y SOLIDEZ.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

SUELOS, PAREDES Y TECHOS DE LOS LOCALES.

- a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.

- b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.
- c) Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

DIMENSIONES

Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o bienestar.

7.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA

- Escaleras de mano.
- Manipulación de sustancias químicas.
- Trabajos de soldadura oxiacetilénica y corte.
- Manejo de Herramientas manuales.
- Manejo de herramientas punzantes.
- Pistolas fijaclavos.
- Manejo de herramientas de percusión.
- Manejo de cargas sin medios mecánicos.
- Máquinas eléctricas portátiles.
- Grúas.
- Cabrestante.
- Montacargas.
- Andamios de borriqueta.
- Andamios de estructura tubular.
- Protecciones y resguardos de máquinas.
- Señalización.
- Cinta de señalización.
- Cinta de delimitación. Zona de trabajo.
- Albañilería (Ayudas).

Escaleras de mano

- Las escaleras de mano ofrecerán siempre las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad, y, en su caso, de aislamiento o incombustión.
- Las escaleras de mano de madera deben tener sus largueros de una sola pieza y los peldaños deben estar ensamblados a ellas y no simplemente clavados. Deben

prohibirse todas aquellas escaleras y borriquetas construídas en el tajo mediante simple clavazón.

- Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente, en evitación de que queden ocultos sus posibles defectos.
- Las escaleras serán de madera o metal, deben tener longitud suficiente para sobrepasar en 1 m al menos la altura que salvan, y estar dotadas de dispositivos antideslizantes en su apoyo o de ganchos en el punto de desembarque.
- Deben prohibirse empalmar escaleras de mano para salvar alturas que de otra forma no alcanzarían, salvo que de Fábrica vengan dotadas de dispositivos especiales de empalme, y en este caso la longitud solapada no será nunca inferior a cinco peldaños. a menos de que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a siete metros.
- Para alturas mayores de siete metros será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad. Las escaleras de carro estarán provistas de barandillas y otros dispositivos que eviten las caídas.
- Precauciones:
 - a) Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
 - b) Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior.
 - c) Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en un metro los puntos superiores de apoyo.
 - d) El ascenso, descenso y trabajo se hará siempre de frente a las mismas.
 - e) Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.
 - f) No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
 - g) Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de pesos superiores a 25 kilogramos.
 - h) La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.
- Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.
- La distancia entre los piés y la vertical de su punto superior de apoyo, será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

Manipulación de sustancias químicas

- En los trabajos eléctricos se utilizan sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud. Encontrándose presente en productos tales, como desengrasantes, disolventes, ácidos, pegamento y pinturas; de uso corriente en estas actividades.
- Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc.
- Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:

- Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según la legislación vigente).
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.
- No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.
- Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.
- En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados o mal ventilados se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.
- Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas.
- No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

Trabajos de Soldadura Oxiacetilénica y Corte.

- Los manómetros, válvulas reductoras, mangueras y sopletes, estarán siempre en perfectas condiciones de uso.
- No deben estar engrasados no ser limpiados o manipulados con trapos u otros elementos que contengan grasas o productos inflamables.
- Todos los sopletes estarán dotados o provistos de válvulas antiretroceso, comprobándose antes de iniciar el trabajo el buen estado de los mismos.
- Las botellas de oxígeno y acetileno, tanto llenas como vacías, deben estar siempre en posición vertical y aseguradas contra vuelcos o caídas. Se evitarán también los golpes sobre las mismas.
- Nunca se almacenarán o colocarán las borellas en proximidades de focos de calor o expuestas al sol, ni en ambientes excesivamente húmedos, o en contacto con cables eléctricos.
- Todas las botellas que no estén en uso deben tener el tapón protector roscado.
- Las botellas vacías se marcarán claramente con la palabra "VACIA", retirándose del sitio de trabajo al lugar de almacenamiento, que será claramente distinto del de las botellas llenas y separando entre sí las de los diversos gases.
- Para traslado o elevación de botellas de gas u oxígeno con equipos de izado queda prohibido el uso de eslingas sujetas directamente alrededor de las botellas. Se utilizará una jaula o cestón adecuado. No se puede izar botellas por la tapa protectora de la válvula.
- Estos trabajos de soldadura serán siempre realizados por personal que previamente haya recibido formación específica para su correcta realización.
- En general en todos los trabajos de soldadura y corte se emplearán, siempre que sea posible, los medios necesarios para efectuar la extracción localizada de los humos producidos por el trabajo. Como mínimo, se forzará mediante ventilación, el alejamiento de de los humos de la zona en que se encuentra el operario.
- Las prendas de protección exigibles para todos estos trabajos de soldadura, tanto eléctrica como oxiacetilénica, serán las siguientes.
 - a) Gafas de protección contra impactos y radiaciones.
 - b) Pantallas de soldador.
 - c) Guantes de manga larga.

- d) Botas con puntera y suela protegida y de desprendimiento rápido.
- e) Polainas.
- f) Mandiles.

Manejo de herramientas manuales

Causas de riesgos:

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "sin situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolonar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca, a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

Medidas de Prevención:

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Medidas de Protección:

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antimpactos.

Manejo de herramientas punzantes

Causas de los riesgos:

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.

- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de Prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles.
- En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de Protección:

- Deben emplearse gafas antimpactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma nos" o similar).

Pistola fija clavos

- Deberá de ser de seguridad ("tiro indirecto") en la que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope de final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de "Tiro directo", tienen el mismo peligro que un arma de fuego.
- El operario que la utilice, debe estar habilitado para ello por su Mando Intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad.
- El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas antimpactos.

- Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola.
- Al manipular la pistola, cargarla, limpiarla, etc., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo.
- No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares.
- Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar.
- La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro.
- La pistola debe transportarse siempre descargada y aún así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

Manejo de herramientas de percusión

Causas de los riesgos:

- Mangos inseguros, rajados o ásperos.
- Rebabas en aristas de cabeza.
- Uso inadecuado de la herramienta.

Medidas de Prevención:

- Rechazar toda maceta con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

Medidas de Protección:

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

Manejo de cargas sin medios mecánicos

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.
- Agacharse doblando las rodillas.

- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.

Para el manejo de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
- Se prohíbe levantar más de 25 kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.
- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.
- Entregar el material, no tirarlo.
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.
- Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas.
- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.
- En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.
- Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbale.

Máquinas eléctricas portátiles

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.
- Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v. como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos.
- El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

Taladro:

- Utilizar gafas antipacto o pantalla facial.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara n polvo finos utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).
- Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.

Esmeriladora circular:

- El operario se equipará con gafas anti-impacto, protección auditiva y guantes de seguridad.
- Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina.
- Se comprobará que la protección del disco está sólidamente fijada, desechándose cualquier máquina que carezca de él.
- Comprobar que la velocidad de trabajo de la máquina no supera, la velocidad máxima de trabajo del disco. Habitualmente viene expresado en m/s o r.p.m. para su conversión se aplicará la fórmula:

$$m/s = (r.p.m. \times 3,14 \times \varnothing) / 60$$

Siendo \varnothing = diámetro del disco en metros.

- Se fijarán los discos utilizando la llave específica para tal uso.
- Se comprobará que el disco gira en el sentido correcto.
- Si se trabaja en proximidad a otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas.
- No se soltará la máquina mientras siga en movimiento el disco.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.

Grúas

Los elementos de las grúas se constituirán y montarán con los factores de seguridad siguientes, para su carga máxima nominal:

- Tres, para ganchos empleados en los aparatos accionados a mano.
- Cuatro, para ganchos en los accionados con fuerza motriz.
- Cinco, para aquellos que se empleen en izado o transporte de materiales peligrosos.
- Cuatro para los miembros estructurales.
- Seis, para los cables izadores.
- Ocho, para los mecanismos y ejes de izar.

Todas ellas se ajustarán a los siguiente:

- Estarán provistos de lastres o contrapesos en proporción a la carga a soportar.
- Se asegurará previamente la solidez y firmeza del suelo.
- Las grúas montadas en el exterior deberán ser instaladas teniendo en cuenta los factores de presión del viento.
- Para velocidades superiores a 80 Kilómetros - Hora se dispondrán de medidas especiales mediante anclaje, macizos de hormigón o mediante tirantes metálicos.
- Las grúas móviles estarán dotadas de topes o ménsulas de seguridad.
- Las cabinas se instalarán de modo que el maquinista tenga durante toda la operación el mayor campo de visibilidad posible. Las cabinas de grúas situadas a la intemperie serán cerradas y provistas de ventanas en todos sus lados.
- Tanto los puentes grúa como las grúas de botonera serán manejadas únicamente por personal que haya recibido formación específica para estos trabajos. Queda terminantemente prohibido el empleo de las grúas por otras personas distintas de las anteriores. Serán reponsables, de los peligros y anomalías que puedan ocasionar, el operario que maneja la grúa y el mando que haya autorizado su utilización .
- Diariamente el gruista, antes de iniciar el trabajo, revisará todos los elementos propios de la grúa sometidos a esfuerzos.
- La supervisión de las cadenas, eslingas, etc. será responsabilidad del operario que efectúa el enganche de la carga.
- Cualquier anomalía que detecte el gruista en el correcto funcionamiento de la grúa será inmediatamente comunicada a su encargado, quien la transmitirá para que se efectúe la reparación.

- La carga máxima indicada en la placa que obligatoriamente debe llevar cada grúa, no debe ser sobrepasada por ningún motivo.
- Siempre que sea necesario el gruista utilizará el cinturón de seguridad para desplazarse hasta la cabina de la grúa.
- En las operaciones que se realizan entre el gruista y otra persona que dirige la maniobra, aquel ejecutará siempre las órdenes que éste último le indique.
- Durante el transporte de materiales con las grúas de botonera, el gruista debe estar constantemente pendiente de la maniobra que realiza, evitando oscilaciones de la carga y advirtiendo al resto del personal que pueda encontrarse en el recorrido de la misma.
- El gruista en ningún caso pasará la carga sobre personas. En caso necesario harías sonar el claxon o sirena para advertir del paso de la misma.
- El gruista no levantará ni transportará cargas mal eslingadas. Comprobará el equilibrio de la carga, izandola unos centímetros sobre el nivel del suelo antes de la maniobra definitiva.
- Queda prohibido maniobrar la grúa con algún trabajador subido en la carga, excepto cuando se utilicen las plataformas habilitadas para estas situaciones.
- El izado de la carga se realizará siempre en sentido vertical, estando prohibido arrastrar la carga con los cables inclinados (en diagonal).
- En el caso de que dos grúas trabajen al mismo nivel se evitará de forma absoluta el choque entre ellas.
- La velocidad de desplazamiento de la grúa será en todo momento la adecuada para poder dominar la carga. Se evitará el frenado brusco de las grúas.
- Todos los gruistas que manejen los puentes grúa están obligados a efectuar los reconocimientos médicos periódicos o especiales establecidos por la empresa.
- Al finalizar el trabajo y antes de abandonar la cabina, el gruista comprobará que ha efectuado las siguientes operaciones:
 - a) Desconectar o parar la grúa.
 - b) No dejar ninguna carga suspendida.
 - c) Estacionar la grúa en sitio adecuado.
- Las protecciones personales que deben emplearse para realizar determinadas fases de estos trabajo, con los riesgos específicos que se pretende combatir, serán los siguientes:
 - Casco protector de la cabeza de seguridad.
 - Botas seguridad con puntera reforzada.
 - Guantes de proteccón.
 - Ropa adecuada de trabajo (no debe ser excesivamente holgada).
 - Cinturón de seguridad.

Cabrestante.

La fijación del cabrestante se efectuará a elementos no dañados del forjado, empleando tres puntos de anclaje que abarque tres viguetas cada uno.

El sistema de contrapesos está totalmente prohibido, como sistema de lastrado del cabrestante.

Se dispondrá una barandilla delantera de manera que el maquinista se encuentre protegido. La altura de esta barandilla será de 0.90 m. de una resistencia de 150 kg por metro lineal.

El cable de alimentación desde cuadro secundario, estará en perfecto estado de conservación.

Es necesaria una eficaz toma de tierra y un disyuntor diferencial para eliminar el riesgo de electrocución.

Los mecanismos estarán protegido mediante las tapas que el aparato trae de fábrica, como mejor modo de evitar atrapamiento o desgarros.

La carga admisible deberá figurar en lugar bien visible de la máquina.

El cable irá provisto de un limitador de altura poco antes del gancho. Este limitador pulsará un interruptor que parará la elevación antes de que el gancho llegue a golpear la pluma del cabrestante y produzca la caída de la carga izada. Se impedirá que el maquinista utilice este limitador como forma asidua de parar, porque podría quedar inutilizado, pudiendo llegar a producirse un accidente en cualquier momento.

El gancho irá provisto de aldaba de seguridad, para evitar que se desprendan las cargas en una mala maniobra. Este gancho se revisará cada día, antes de comenzar el trabajo.

El lazo del cable para fijación del gancho de elevación, se fijará por medio de tres perrillo o bridas espaciadas aproximadamente 8 cm. entre si, colocándose la palanca de ajuste y las tuercas del lado del cable sometido a tracción.

Se revisará diariamente el estado del cable, detectando deshilachados, roturas o cualquier otro desperfecto que impida el uso de estos cables con entera garantía así como las eslingas.

El maquinista se situará de forma que en todo momento vea la carga a lo largo de su trayectoria. De no poder verla, se utilizará además un señalista.

El maquinista utilizará en todo momento el cinturón de seguridad, con la longitud necesaria para un correcto desempeño de sus labores, pero sin que pueda verse amenazada su seguridad.

El lugar de enganche del cinturón será un punto fijo de edificio que tenga suficiente resistencia, nunca el maquinillo, pues en caso de caerse éste arrastraría consigo al maquinista.

El operario que recoge la carga, deberá también hacer uso del cinturón de seguridad.

El operario que engancha la carga deberá asegurarse de que ésta queda correctamente colocada, sin que pueda dar lugar a basculamiento.

Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo; hacer tracción oblicua de las mismas; dejar cargas suspendidas con la máquina parada o intentar elevar cargas sujetas al suelo o a algún otro punto.

Estará prohibido circular o situarse bajo la carga suspendida.

Para la elevación de las cargas se utilizarán recipientes adecuados.

Nunca se empleará la carretilla común, pues existe grave peligro de desprendimiento o vuleco del material transportado si sus brazos golpean con los forjados.

Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

Medios de Protección Personal.

Casco homologado con barbuquejo, marcado CE.

Protectores antiruido clase C.

Gafas antiimpacto homologadas clase D.

Gafas panorámicas homologadas.

Gafas tipo cazoleta.

Guantes "tipo americano", de piel flor y lona, de uso general.

Guantes de precisión en piel curtido al cromo.

Botas de seguridad Clase II.

Cinturón de seguridad anticaídas con arnes clase C y dispositivos de anclaje y retención.

Ropa de trabajo cubriendo la totalidad de cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:

- Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección. Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos. Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes vueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.
- Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, templados, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos y homologados según norma MT o reconocido en la CEE.
- En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizarán las gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la protección ocular contra partículas rebotadas.
- En todos aquellos trabajos que se desarrollen en entornos con niveles de ruidos superiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protectores auditivos homologados según Norma Técnica MT - 2 de BOE nº 209 de 1/12/75.
- La totalidad del personal que desarrolle trabajos en el interior de la obra, utilizará cascos protectores que cumplan las especificaciones indicadas en la Norma Técnica MT-1 de Cascos de Seguridad no metálicos, (BOE nº 312 de 30/12/74).
- Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que se desarrollen en ambientes de humos de soldadura, se facilitará a los operarios mascarillas respiratorias buconasales con filtro mecánico y de carbono activo contra humos metálicos.
- El personal utilizará durante el desarrollo de sus trabajos, guantes de protección adecuados a las operaciones que realicen.
- Como medida preventiva frente al riesgo de golpes en extremidades inferiores, se dotará al personal de adecuadas botas de seguridad Clase II homologada según norma técnica MT-5.
- Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado a un punto fijo, en aquellas operaciones que se tengan que realizar en altura y por el proceso productivo no puedan ser protegidos los trabajadores mediante el empleo de elementos de protección colectiva.

Montacargas

La instalación eléctrica estará protegida con disyuntor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada de las masas metálicas.

El castillete estará bien cimentado sobre base de hormigón, no presentará desplomes, la estructura será indeformable y resistente y estará perfectamente anclado al edificio para evitar el vuelco y a distancias inferiores a la de pandeo.

El cable estará sujeto con gazas realizadas con un mínimo de tres grapas correctamente colocadas y no presentará un deshilachado mayor del 10% de hilos.

Todo el castillete estará protegido y vallado para evitar el paso o la presencia del personal bajo la vertical de carga.

Existirá de forma bien visible el cartel "Prohibido el uso por personas" en todos los accesos.

Se extraerán los carros sin pisar la plataforma.

En todos los accesos se indicará la carga máxima en Kg.

Todas las zonas de embarco y desembarco cubiertas por los montacargas, deberán protegerse con barandillas dotadas de enclavamiento electromecánico, y dispondrán de barandilla vasculante.

Todos los elementos mecánicos agresivos como engranajes, poleas, cables, tambores de enrollamiento, etc. deberán tener una carcasa de protección eficaz que eviten el riesgo de atrapamiento.

Es necesario que todas las cargas que se embarquen vayan en carros con el fin de extraerlas en las plantas sin acceder a la plataforma.

Andamios de Borriqueta

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m., y entre 3 y 6 m. se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m. de altura, están protegidas con barandillas de 1 m. de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm. de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m. libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m. de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m. en baja tensión.

Características de la tablas o tablonces que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos. Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4x15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
- Estarán sujetos por lias a las borriquetas.
- Estará prohibido el uso de ésta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m. de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.
- A partir de 2 m. de altura habrá que instalar barandilla perimetral o completa, o en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable acero tensas.

Andamios de estructura tubular

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tablonces, carriles (perfiles "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.

Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.

Los andamios tubulares deben tener una plataforma de trabajo de 80 cm de ancho como mínimo, y de paso de 60 cm. como mínimo. Deben estar provistos de una barandilla exterior de 1 m de altura, con listón intermedio y rodapié. Los tablonces que formen la plataforma de trabajo deben estar sujetos a los perfiles tubulares del andamio mediante abrazaderas o piezas similares adecuadas, que impidan el basculamiento y hagan la sujeción segura.

Para mejorar el reparto de cargas y la estabilidad del andamio, se deben utilizar siempre las placas de arranque. No se deben apoyar nunca los tubos directamente sobre el suelo.

Bajo las plataformas de trabajo se señalará o balizará adecuadamente la zona prevista prevista de caída de materiales u objetos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de los mismos, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0,30 m., distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

Protecciones y resguardos de máquinas.

Toda maquinaria utilizada durante la fase de la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

Las operaciones de conservación, mantenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea irregular será señalizada con la prohibición de su manejo a trabajadores no encargados de su reparación.

Para evitar su involuntaria puesta en marcha, se bloquearán los arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y, si ello no es posible, se colocará en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.

Para evitar los peligros que puedan causar al trabajador los elementos mecánicos agresivos de las máquinas por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva o proyectiva, se instalarán las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada máquina.

Las operaciones de entretenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Señalización

En el REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad en el trabajo.

Señales de seguridad de mayor uso en obras:

- **Prohibido pasar a los peatones.** Por donde no queremos que circule la gente ó instalaciones que necesiten autorización de paso.
- **Protección obligatoria de la cabeza.** Donde exista posibilidad de caída de objetos y/o golpes contra instalaciones fijas a la altura de la cabeza. De uso obligatorio en toda la obra.
- **Protección obligatoria de los pies.** En trabajos con posibilidad de caída de objetos pesados o pinchazos. En trabajos eléctricos serán aislantes.
- **Protección obligatoria de las manos.** En trabajos con riesgo de cortes, abrasión, temperatura excesiva o productos químicos.
- **Riesgo eléctrico.** En los accesos a instalaciones eléctricas y sobre cuadros de maniobra y mando, así como en las zonas de las máquinas donde exista riesgo eléctrico.

Cinta de delimitación de zona de paso

La introducción en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poder eliminarse debe señalizar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

Albañilería (Ayudas).

Los riesgos detectados son los siguientes:

- a) Caída de personas al vacío.
- b) Caída de personas al mismo nivel.
- c) Caída de personas a distinto nivel.
- d) Caída de objetos sobre personas.
- e) Golpes por objetos.
- f) Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- g) Dermatitis de contacto con el cemento.
- h) Partículas en los ojos.
- i) Cortes por utilización de máquinas-herramientas.
- j) Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos. (cortanto, ladrillos etc.)
- k) Sobreesfuerzos.
- l) Electrocutión.
- m) Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- n) Los derivados del uso de medios auxiliares.
- o) Otros.

Medidas a tomar para evitarlos:

- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos para prevención de caídas.
- La forma de protegerlos será mediante una serie de tablas dispuestas horizontalmente a modo de barandillas o mediante una red vertical.
- En los huecos pequeños, se procederá a cubrición resistente convenientemente fijada, para evitar desplazamiento accidental de la misma.
- Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas.
- Los huecos permanecerán constantemente protegidos con las protecciones instaladas en la fase de estructura, respondiéndose las protecciones deterioradas.
- Se peldañearán las rampas de escaleras de forma provisional con peldaños de dimensiones:

Anchura: mínima 1 m.

Huella: mayor de 23 cm.

Contrahuella: menor de 20 cm.

- Las rampas de las escaleras se protegerán en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm., de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

- Se establecerán cables de seguridad amarrados entre los pilares (u otro sólido elemento estructural) en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad durante las operaciones de replanteo e instalación de miras.
- Se instalarán en las zonas con peligro de caídas desde altura, señales de "peligro de caída desde altura" y de "obligatorio utilizar el cinturón de seguridad".
- Se garantizará la iluminación suficiente en las diferentes zonas de trabajo. De utilizarse portátil estarán alimentados a 24 voltios, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros regularmente y como mínimo una vez al día, para evitar las acumulaciones innecesarias.
- A las zonas de trabajo se accederá de forma segura, mediante pasarelas diseñadas a tal fin.
- Las cargas suspendidas dispondrán de sistema antibalaneo, en prevención del riesgo de caídas al vacío.
- El material cerámico se izará a las plantas sin romper los flejes con las que lo suministre el fabricante, para evitar los riesgos por derrame de la carga.
- Los bloques sueltos se izarán apilados ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas, vigilando que no puedan caer piezas por desplome durante el transporte.
- Los materiales paletizados transportados con grúa, se gobernarán mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación. Nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontará únicamente en el tramo necesario para introducir la carga en un determinado lugar reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de cargas.
- El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencias y siempre en superficies planas.
- Se instalarán cables de seguridad en torno de los pilares próximos a la fachada para anclar en ellos los mosquetones de los cinturones de seguridad durante las operaciones de ayuda a la descarga de materiales en las plantas.
- Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.
- Los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se polearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- No se lanzarán cascotes directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.
- No se trabajará junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridos 48 horas, si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos.
- Se instalarán redes o protección sólida contra posibles caídas al vacío formada por pies derechos y travesaños sólidos horizontales, en balcones, terrazas y bordes de forjados, antes del uso de andamios de borriqueta.
- La construcción se realizará desde el interior de cada planta, utilizando para acceder a los lugares más altos utilizaremos plataformas de trabajo protegidas en todo su contorno por barandillas y rodapiés.

Prendas de protección personal.

A cada trabajador de la obra se le suministrará las siguientes prendas de protección para que las usen según los trabajos que vaya a realizar.

- Casco de Polietileno.
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad adecuado al trabajo a realizar.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

8.- REVISIONES Y/O MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares deben disponer del sello "Seguridad Comprobada" (GS), certificado de AENOR u otro organismo equivalente de carácter internacional reconocido, o como mínimo un certificado del fabricante o importador, responsabilizándose de la calidad e idoneidad preventiva de los equipos y herramientas destinadas para su utilización en la excavación objeto de este Proceso Operativo de Seguridad.

La empresa contratista deberá demostrar que dispone de un programa de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de las máquinas, las máquinas herramientas y medios auxiliares que utilizará en la obra, mediante el cual se minimice el riesgo de fallo en los citados equipos y especialmente en lo referido a andamios, maquinaria de elevación y maquinaria de corte.

Diariamente se revisará el estado y estabilidad de los andamios.

También diariamente se revisará y actualizará las señales de seguridad, balizas, vallas, barandillas y tapas.

Periódicamente se revisará la instalación eléctrica provisional de obra, por parte de un electricista, corrigiéndose los defectos de aislamiento y comprobándose las protecciones diferenciales, magnetotérmicas y toma de tierra.

En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario. (Ejmp: mangos agrietados o astillados).

Los accesos a la obra se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere oportuno, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulverulentos.

Efectuar al menos trimestralmente una revisión a fondo de los elementos de los aparatos de elevación, prestando especial atención a cables, frenos, contactos eléctricos y sistemas de mando. En general se estará a lo especificado en el R.D. 474/1988 Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM.

Se revisará periódicamente el estado de los cables y ganchos utilizados para el transporte de carga.

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 79 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Santa Cruz de Tenerife, noviembre de 2018

José Julio Brossa Gutiérrez

Ingeniero Industrial

Colegiado nº 203





A large, light grey watermark of the 'mm' logo is centered on the page, serving as a background for the title text.

PLIEGO DE CONDICIONES



Las siguientes condiciones deben ser tenidas en cuenta tanto en la fabricación como en la puesta en marcha del contenedor para la planta compacta de GNL.

1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES

Para la fabricación de la planta serán utilizados los siguientes materiales:

- Acero inoxidable para recipiente o tuberías en contacto directo con el gas natural licuado.
- Acero carbono para gas natural a temperatura ambiente.
- Bronce o acero inoxidable para válvulas criogénicas.

2.- NORMAS DE EJECUCIÓN

Las normas citadas a continuación, hacen referencia únicamente al montaje de las tuberías para la interconexión de equipos de planta, por las que circulará el Gas Natural, ya sea en estado líquido o gaseoso.

2.1.-UNIONES SOLDADAS

Previamente a la ejecución de las soldaduras, se deberán presentar los procedimientos de soldadura (según **EN 288-3, 1992**) y las homologaciones de los soldadores (según **EN 287-1, 1992**), que apliquen en el montaje de la instalación.

Todos estos procedimientos vendrán ensayados según las especificaciones recogidas en dichas Normas y sellados por una Entidad Colaboradora de la Administración.

Preferiblemente las uniones soldadas se realizarán de la siguiente forma:

- o Para tubería de hasta un diámetro DN25, el proceso de soldadura se realizará enteramente con T.I.G.
- o Para tubería de diámetro superior a DN25, las primeras pasadas se realizarán con T.I.G. (penetración) con posteriores pasadas de electrodo (relleno).

2.2.-REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

Todo el material de aportación utilizado dispondrá de su correspondiente certificado **3.1.B s/DIN 50.049** o **EN 10.204**, por lo que se llevará un registro de todos los materiales de aportación con sus respectivas coladas y certificados.

Las uniones B.W. serán radiografiadas al 100%.

Todos los cordones de soldaduras irán identificados con el correspondiente sello de cada soldador homologado que las haya realizado. En las placas radiográficas figurará la

identificación del cordón y el sello del soldador o soldadores, que hayan intervenido en su realización.

Se realizarán cupones de producción por cada procedimiento de soldadura, por si se considera necesario mandarlos a ensayar.

3.- PUESTA EN SERVICIO

Antes de la puesta en funcionamiento de la planta se extenderán por las Autoridades competentes las siguientes certificaciones:

- Certificado por Dirección Técnica de que la instalación se ajusta al proyecto presentado.
- Timbrado de todas las válvulas de seguridad que lleva el depósito de almacenamiento de G.N.L.
 - o Presión de timbre: 4 unidades a 800 kPa.
- Timbrado de las válvulas de seguridad montadas en la tubería del circuito GNL de baja presión, entre depósito y válvula de bloqueo.

Dichas válvulas se instalarán entre tramos de tubería que existan entre dos válvulas, permitiendo el alivio siempre que haya una sobre presión.

 - o Presión de timbre: 1000 o 1.300 kPa (según equipo o zona).
- Prueba de estanqueidad neumática para las tuberías de GNL comprendidas entre cisternas, depósito y vaporizadores, a 600 kPa.
- Prueba de estanqueidad neumática para las tuberías de GN a consumo, a 600 kPa.
- Prueba de puesta a tierra de todos los equipos y tuberías que van situados dentro del cubeto.
- Comprobación de la media de vacío en la cámara del depósito de almacenamiento G.N.L.
- Informe de calificación de las uniones soldadas.

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 84 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



PRESUPUESTO



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 86 de 99

Presupuesto parcial nº 1 EMPLAZAMIENTO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M	<p>Delimitación provisional de zona de obras mediante vallado perimetral formado por vallas trasladables de 3,50x2,00 m, formadas por panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x100 mm de paso de malla, con alambres horizontales de 5 mm de diámetro y verticales de 4 mm, soldados en los extremos a postes verticales de 40 mm de diámetro, acabado galvanizado, amortizables en 5 usos y bases prefabricadas de hormigón, de 65x24x12 cm, con 8 orificios, para soporte de los postes, amortizables en 5 usos. Incluso montaje, mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente montada según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>			
		Total m	75,000	6,03	452,25
1.2	Ud	<p>Barrera de seguridad rígida tipo New Jersey prefabricada de hormigón, de 2,00x0,80x0,60 m, amortizable en 20 usos. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación de las piezas. Unión de las piezas. Desmontaje posterior. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>			
		Total Ud	22,000	57,38	1.262,36
Total presupuesto parcial nº 1 EMPLAZAMIENTO :					1.714,61

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 87 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto parcial nº 2 PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	Ud	Depósito crigénico de 5m3 con aislamiento al vacío, totalmente instalado.			
		Total Ud:	2,000	13.125,00	26.250,00
2.2	Ud	Sistema de gasificación y regulación totalmente instalado			
		Total Ud:	1,000	5.250,00	5.250,00
2.3	Ud	Sistema de odorización totalmente instalado			
		Total Ud:	1,000	5.250,00	5.250,00
2.4	Ud	Equipo eléctrico de control			
		Total Ud:	1,000	4.200,00	4.200,00
	Ud	Surtidor GNC/GNL con accesorios y totalmente instalado			
		Total Ud:	1,000	5.250,00	5.250,00
Total presupuesto parcial nº 2 PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO :					46.200,00

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2016
Pag. 88 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto parcial nº 3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	Ud	<p>Extintor con carro, de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia ABC, con 25 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso ruedas.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación del extintor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total Ud:			2,000	272,79	545,58
3.2	Ud	<p>Extintor portátil de nieve carbónica CO2, de eficacia 34B, con 2 kg de agente extintor, con vaso difusor. Incluso soporte y accesorios de montaje.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
Total Ud:			1,000	49,47	49,47
Total presupuesto parcial nº 3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO :					595,05

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 89 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto parcial nº 4 PUESTA EN MARCHA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Puesta en marcha de la instalación			
Total Ud:			1,000	5.250,00	5.250,00
Total presupuesto parcial nº 4 PUESTA EN MARCHA :					5.250,00

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 90 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



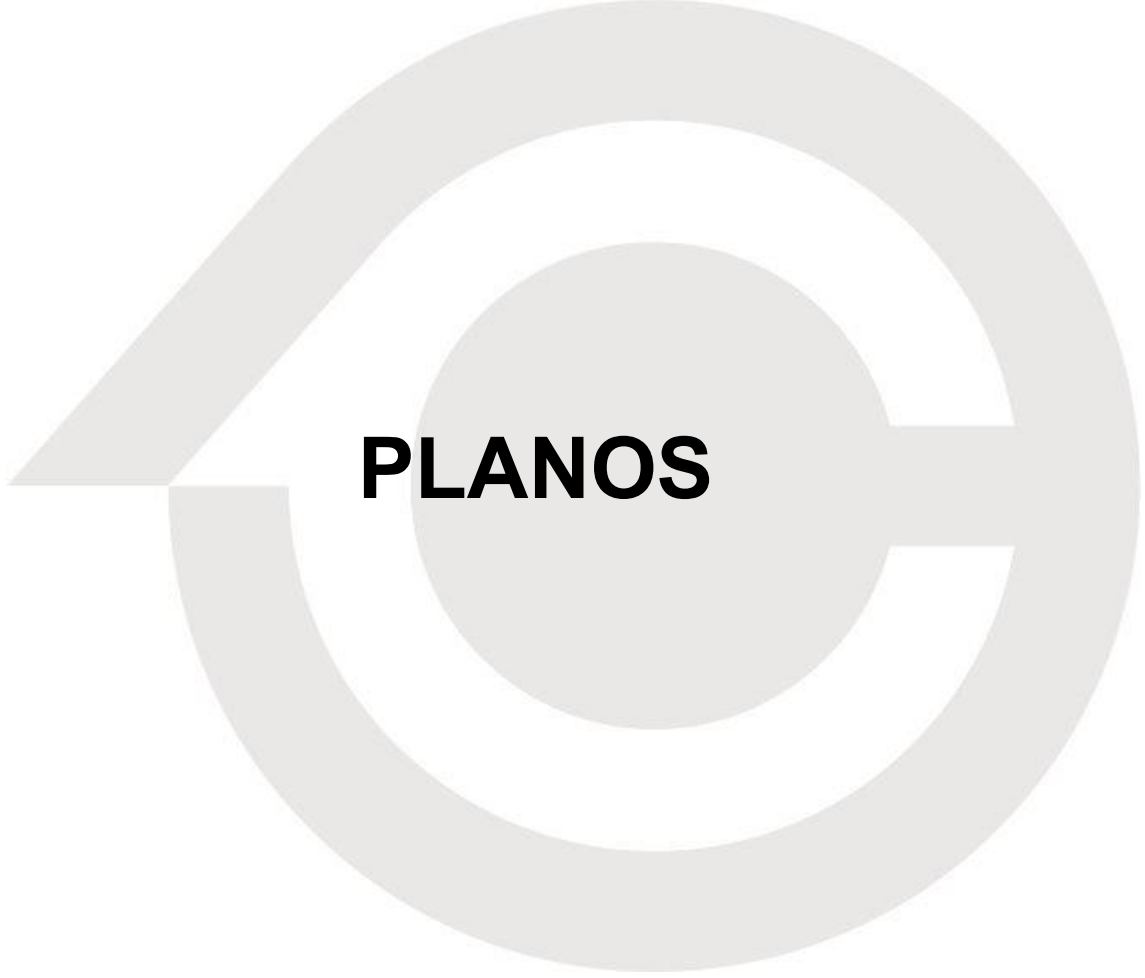
Presupuesto de ejecución material

1 EMPLAZAMIENTO	1.714,61
2 PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO	46.200,00
3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	595,05
4 PUESTA EN MARCHA	5.250,00
Total	53.759,66

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **CINCUENTA Y TRES MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS.**

VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 91 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



PLANOS



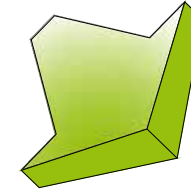
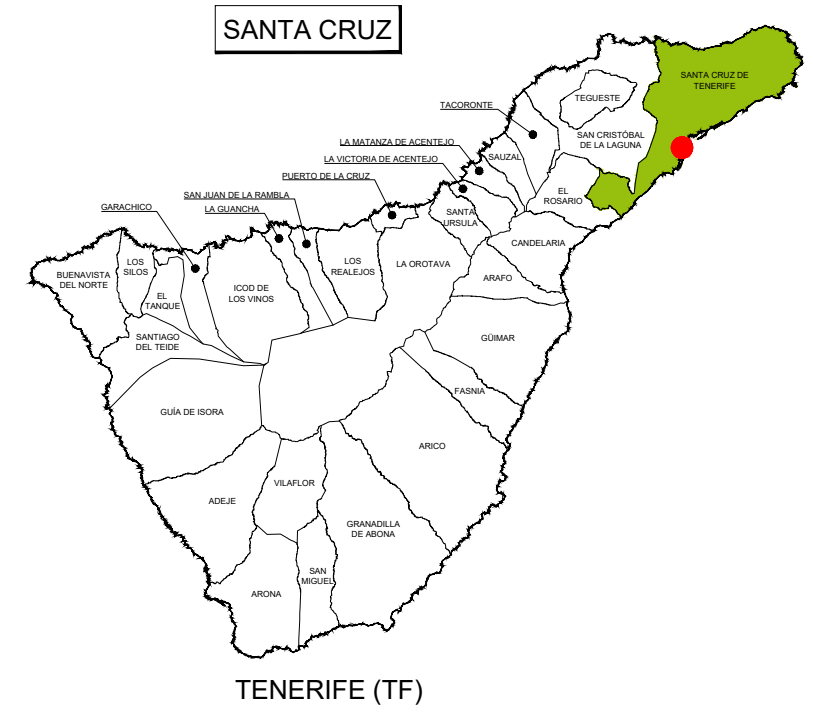
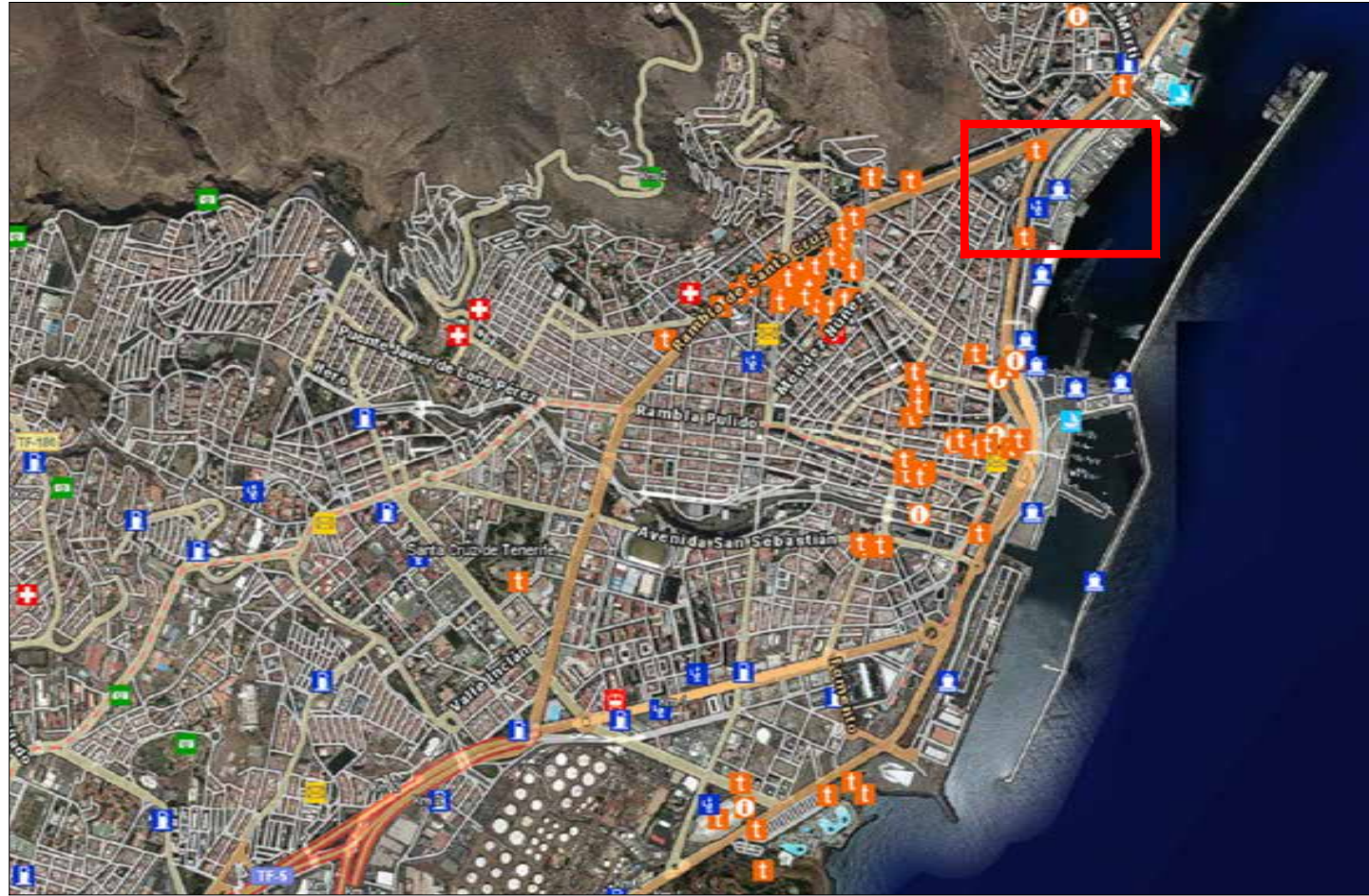
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

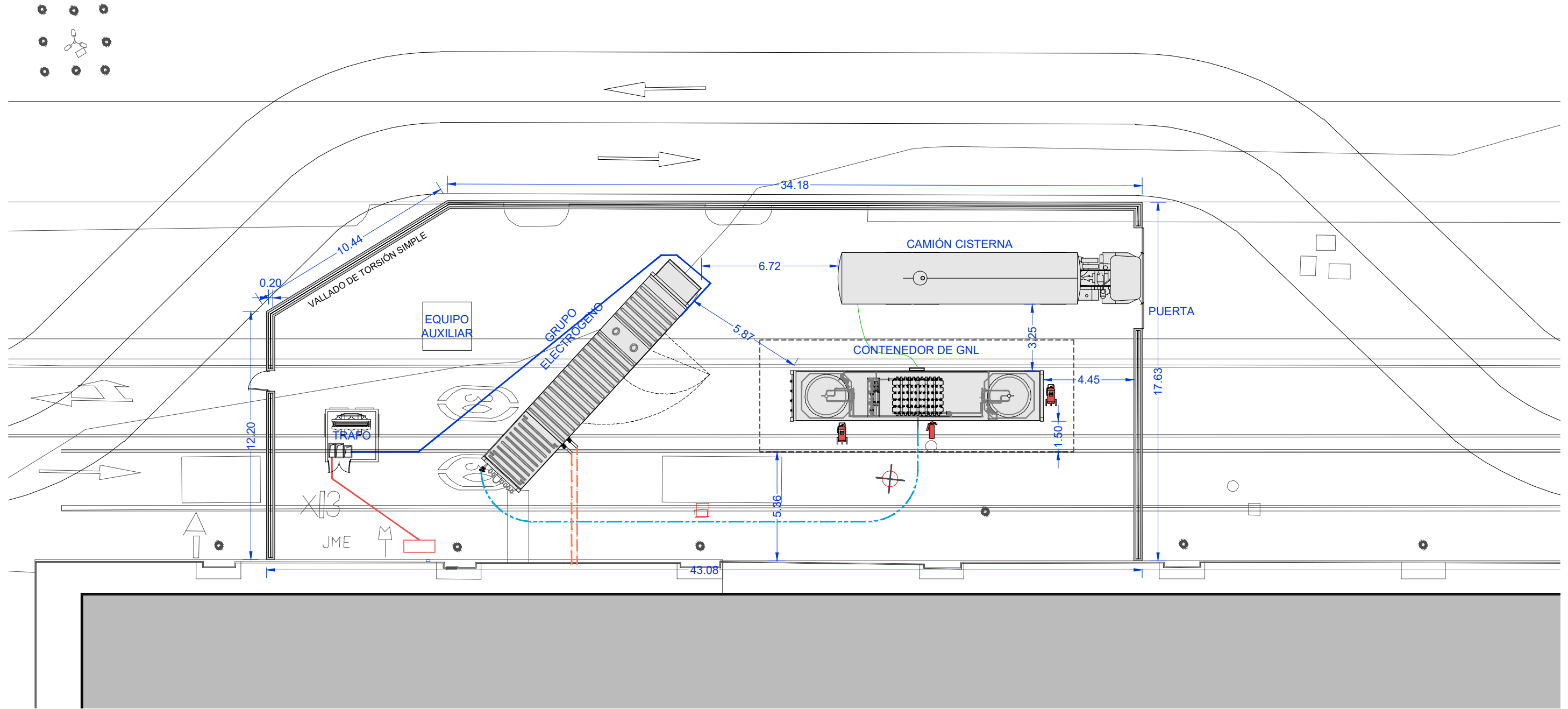
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.








VISADO TF29299/00
FECHA 05-04-2019
Pag. 94 de 99



SITUACIÓN
TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
SANTA CRUZ DE TENERIFE





LEYENDA	
	Línea de MT
	Línea de BT
	Manguera flexible DN 50
	Manguera flexible DN 40
	Tuberías de agua salada
	Extintor CO ₂
	Extintor de carro 25kg

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS



PLANO:
DISTRIBUCIÓN

TÍTULO: **PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL EN CONTENEDOR MARÍTIMO**

FECHA: NOVIEMBRE 2018


ESCALA: 1/200

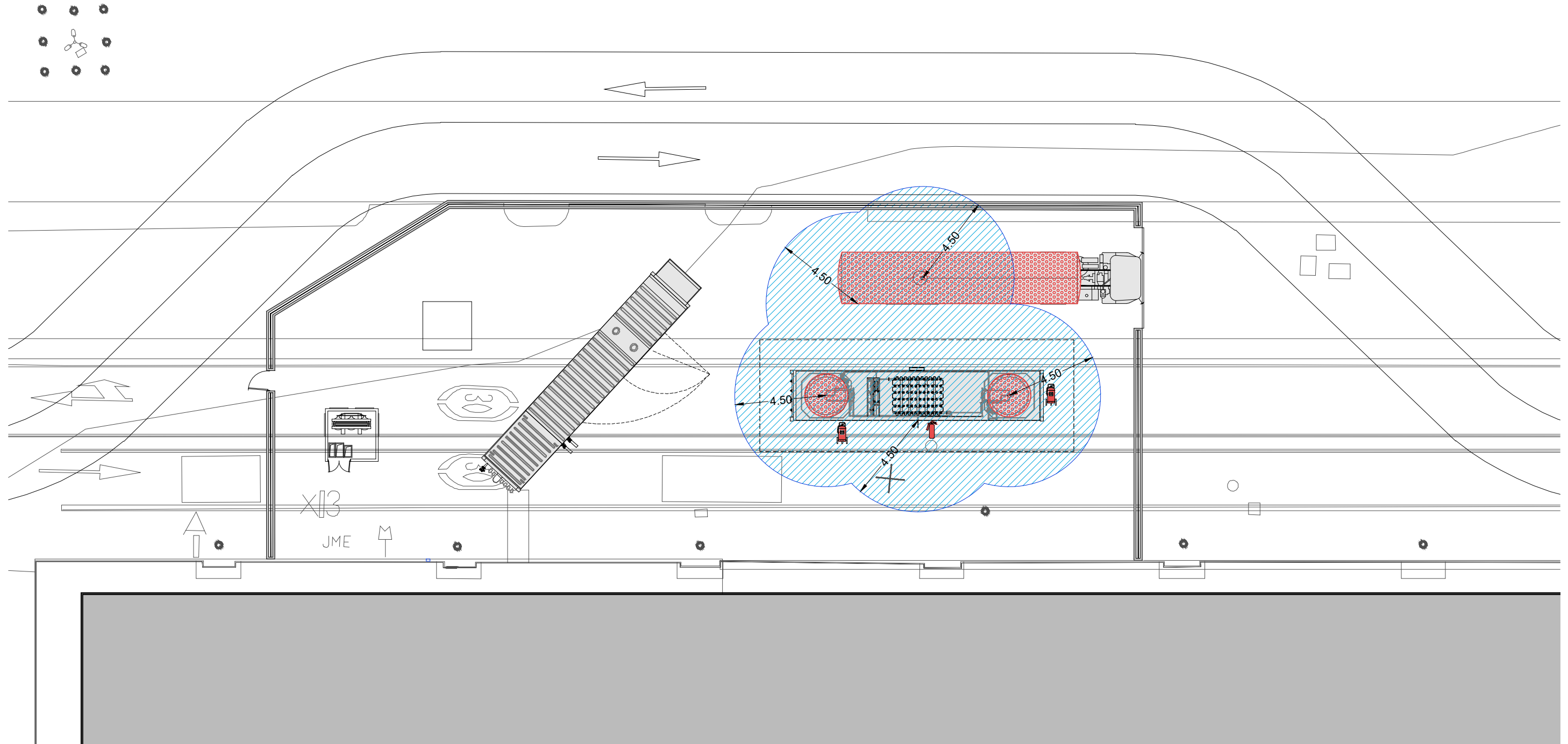
SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ



PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE

AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: **2**





LEYENDA ZONAS ATEX (GASES)	
	Zona 0
	Zona 2

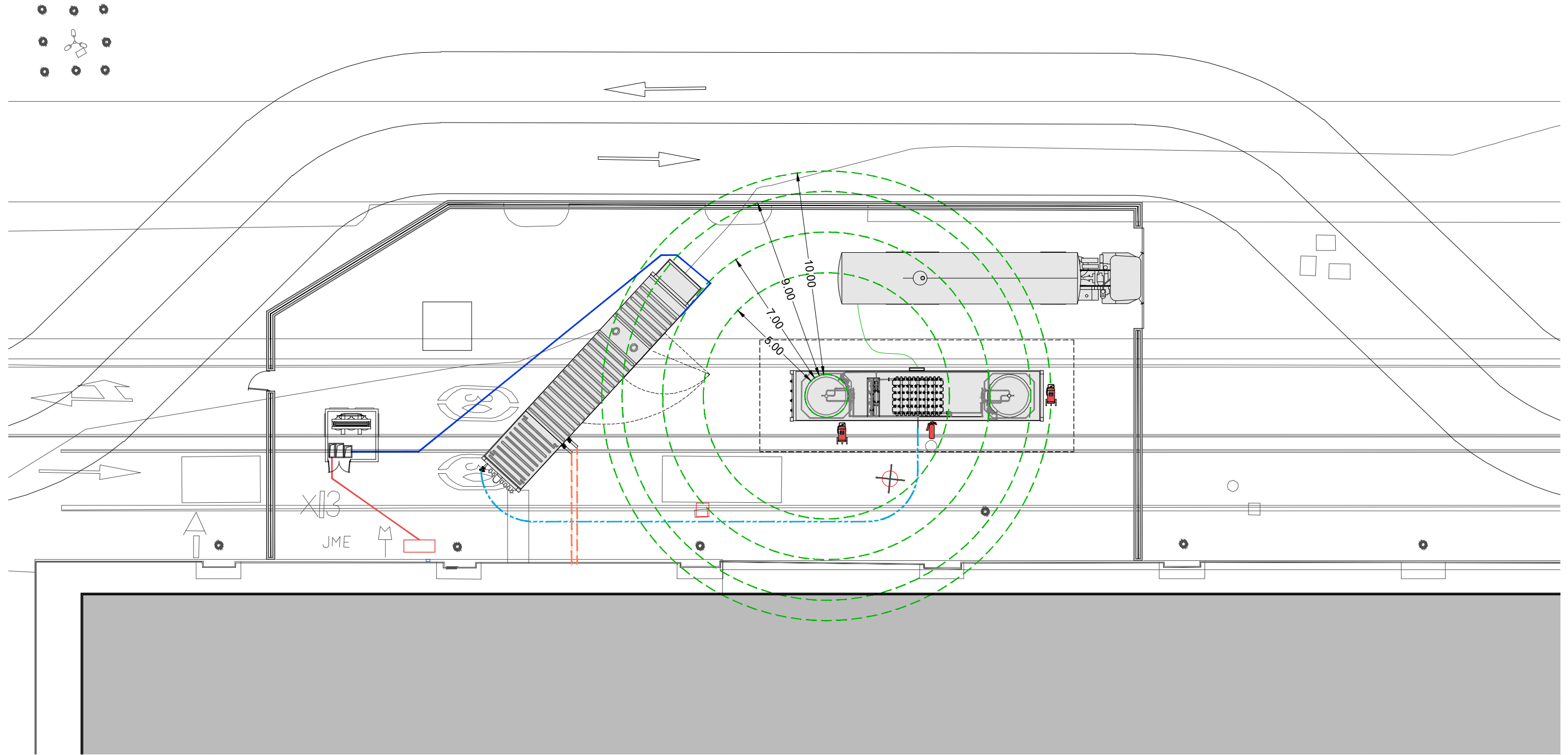
PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

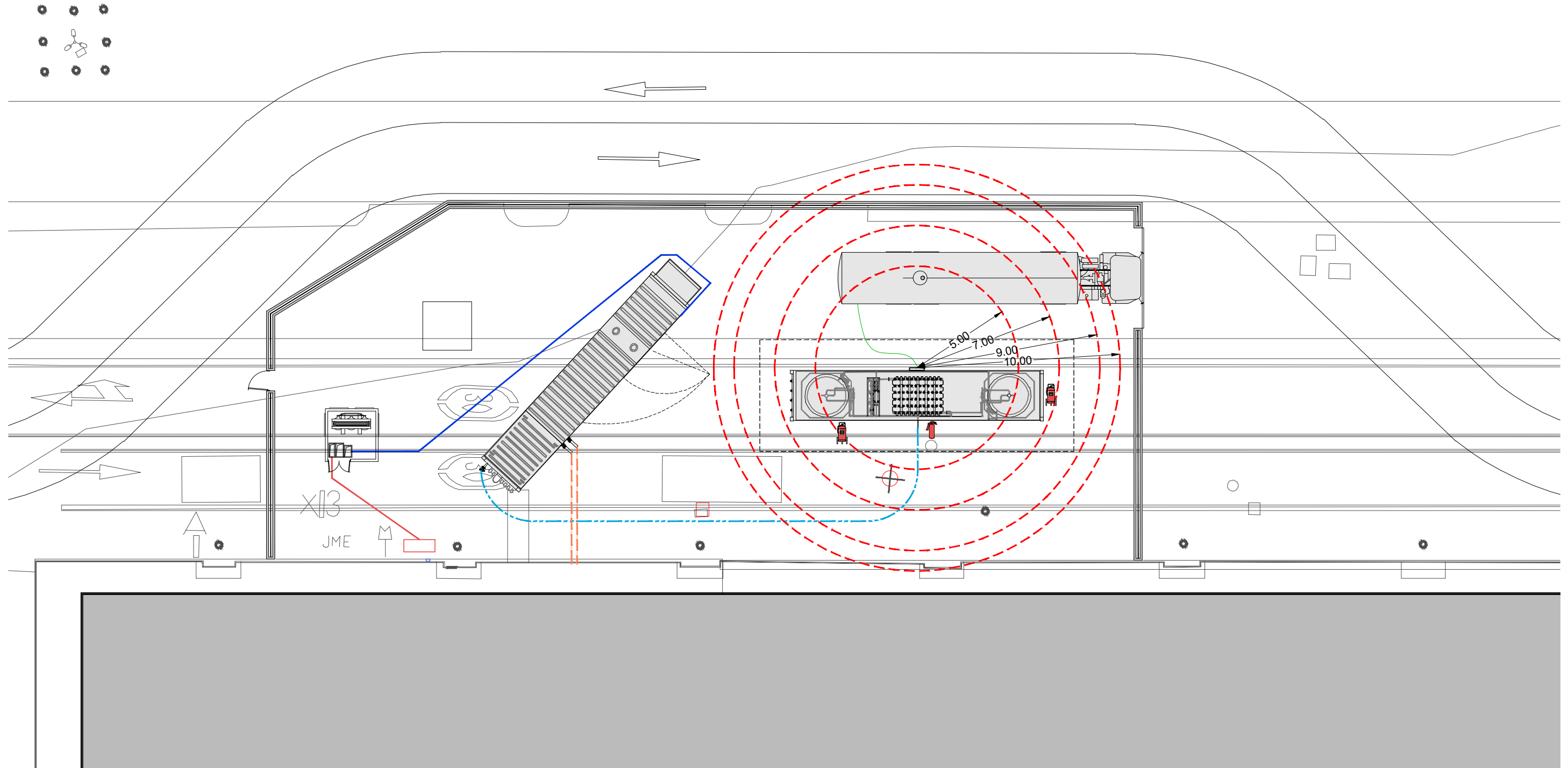


PLANO:
ZONAS ATEX

TÍTULO: **PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL EN CONTENEDOR MARÍTIMO**
FECHA: NOVIEMBRE 2018
ESCALA: 1/200
SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203







PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

PLANO:
**DISTANCIAS DE SEGURIDAD
VÁLVULAS**

TÍTULO: **PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL
EN CONTENEDOR MARÍTIMO**

FECHA: NOVIEMBRE 2018
ESCALA: 1/200

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: 5

CERTIFICADO FINAL DE OBRA

D. José Julio Brossa Gutiérrez con título Profesional de Ingeniero Industrial con domicilio en c/ Emilio Calzadilla, nº10, 1ºF, S/C de Tenerife, teléfonos 922 28 96 27 y 607561360. Colegiado nº203, del Ilustre COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE como Director Técnico de la Instalación correspondiente a los proyectos:

PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL EN CONTENEDOR MARÍTIMO VISADO TF29299/00 FECHA 05-04-2019

, cuyo petionario es:

Razón Social:	Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife
CIF:	Q3867002B
Dirección:	Av. Francisco La Roche, 49, 38001, Santa Cruz de Tenerife
Contacto:	922 60 54 87

Certifico:

1. Que la instalación técnica se ha realizado conforme al proyecto.
2. Que la instalación cumple con las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que le son de aplicación.
3. Que la instalación ha sido ejecutado bajo mi dirección.

Instalador

Razón Social:	HAM CRIOGÉNICA S.L.
NIF:	B62776406
Instalador:	P.I. Sant Ermengol, parcela 11, Abrera, CP:08630, Barcelona
R.I.I. (Gas):	80175346 (Categoría A)

DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:

- Certificado del Instalador

Y para que así conste y para su presentación ante los Organismos Oficiales que fuera necesario, firmo el presente en:

Santa Cruz de Tenerife (España), a Noviembre de 2019

José Julio Brossa
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



**CERTIFICADO INSTALADOR****INSTALACIÓN DE UNA PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN DE GNL**

LA EMPRESA HAM CRIOGÉNICA, S.L. INSCRITA EN EL REGISTRO INDUSTRIAL (RASIC) CON Núm. 080175346 COMO INSTALADOR DE GASES COMBUSTIBLES CATEGORIA A EN EL DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA, COMERC I TURISME DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA EN SU DELEGACIÓN DE BARCELONA.

CERTIFICA:

- Que se ha realizado la instalación descrita en el proyecto técnico de una "PLANTA COMPACTA DE 5m3 ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN DE GNL EN UN CONTENEDOR MARITIMO DE 40 pulgadas".
- Que el titular de la instalación es la Sociedad Mercantil HAM CRIOGENICA,SL con domicilio social en Polígono Industrial Sant Ermengol, C/Progrés nº1 , parcela 11 de Abrera(CP 08630) Barcelona con C.I.F. B25526732 representada por Sr. Antonio Murugo Pérez en calidad de representante legal D.N.I. 35.006.985-L.
- Que la planta se encuentra situada en MUELLE DE RIBERA DARSENA DE ANAGA en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife.
- Que dicha instalación se adapta al citado proyecto, cumple las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias correspondientes.
- Que al tratarse de un equipo compacto, se han realizado las siguientes pruebas en nuestro taller:
 - o Prueba hidráulica equivalente con Nitrógeno a 22 bar durante 1 hora.
 - o Prueba de estanquidad a 22 bar durante 1 hora.
 - o Prueba funcionamiento general sistemas de carga, repostaje y cuadro de maniobras.

Los componentes que dispone la unidad móvil de repostaje son:

- DEPÓSITO CRIOGÉNICO GNL: 5 M3

Fabricante:	FURUISE EUROPE COMPANY, SL
Denominación:	CDL-4.56/0.8 Cryogenic liquid tank
Número de identificación:	1600508Y050
Año de fabricación:	2016
Presión máxima de servicio	8 bar
Presión de prueba:	13,5 bar
Fecha de prueba:	19/05/2016
Volumen:	4.800 lts
Temperatura	-196 °C / +50° C
Modulo	G
Fluido contenido:	LNG

- EVAPORADOR AMBIENTAL GNL / AIRE 11

Fabricante	LOAR GASIFICACION, SL
Modelo	LOAR-B1462
Marcado CE	CE0053
Unidades	1
Nº Fabricación	11
Volumen:	168,76 lts
Categoría	IV
Presión Máxima Admisible	15 bar
Presión de prueba	16,5 bar
Fluido contenido	GNL/1
Fluido de prueba	Nitrógeno seco
Temperatura	-196 °C / +50° C

- EVAPORADOR AMBIENTAL PPR DEPÓSITO - 11

Fabricante	LOAR GASIFICACION, SL
Modelo	LOAR-D411
Marcado CE	CE0053
Unidades	1
Nº Fabricación	11
Volumen:	7,67 lts
Categoría	IV
Presión Máxima Admisible	15 bar
Presión de prueba	16,5 bar
Fluido contenido	GNL/1
Fluido de prueba	Nitrógeno seco
Temperatura	-196 ºC / +50º C
Fecha de prueba	11-05-2017

- DEPÓSITO DE THT

Fabricante:	AMTROL-ALFA METALOMECÁNICA,SA
Modelo:	011G061
Unidades:	1
Presión máxima admisible:	42 bar
Volumen:	61 lts

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en Santa Cruz de Tenerife a 05/11/2019.

Prudenci Bautista Martinez
Ham Criogénica S.L.



Annex 2

Emergency plan



**Autoridad Portuaria
Santa Cruz de Tenerife**



**CORE LNGas
hive**



PLAN DE AUTOPROTECCIÓN TERMINAL DE CARGA RODADA (TCR)

REDACCIÓN DEL PROYECTO:

Jose Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial col. 203

PETICIONARIO:

Compañía Transmediterránea S.A.

EMPLAZAMIENTO DEL ESTABLECIMIENTO:

Segunda alineación del
Muelle de Ribera

FECHA:

noviembre de 2018

ÍNDICE

1.- CAPÍTULO 1: IDENTIFICACIÓN DE LOS TITULARES Y EMPLAZAMIENTO DE LA ACTIVIDAD	9
1.1.- IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD Y DEL ESTABLECIMIENTO EN EL QUE SE DESARROLLA	11
1.2.- TITULAR DE LA ACTIVIDAD	11
1.3.- IDENTIFICACIÓN DE RESPONSABLES EN EL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y SUPLENTE	11
1.3.1.- Director del Plan de Emergencias	11
1.3.2.- Jefe de Emergencias	12
1.4.- TÉCNICO REDACTOR DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN	12
2.- CAPÍTULO 2: ACTIVIDAD Y MEDIO FÍSICO EN EL QUE SE DESARROLLA	13
2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	15
2.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	16
2.2.1.- EXPLANADA COMERCIAL	16
2.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL ESTABLECIMIENTO	17
2.4.- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO Y CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD PARA VEHÍCULOS DE AYUDA EXTERIOR	17
2.4.1.- Ubicación	17
2.4.2.- Vías de acceso	18
2.4.3.- Proximidad de las ayudas externas	19
3.- CAPÍTULO 3: INVENTARIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	21
3.1.- LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE FACTORES DE RIESGO QUE PUEDEN ORIGINAR UNA SITUACIÓN DE EMERGENCIA	23
3.1.1.- Riesgos propios del establecimiento.	23
3.1.2.- Instalaciones y servicios del establecimiento. Zonas de Riesgo Especial	23
3.1.2.1 Instalación de gasóleo	23
3.1.2.2 Instalación eléctrica	28
3.1.2.3 Abastecimiento de agua	28
3.1.2.4 Sectores de incendio	28
3.1.2.5 Vías de evacuación	28
3.2.- IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PROPIOS DE LA ACTIVIDAD Y RIESGOS POR MOTIVOS EXTERNOS	29
3.2.1.- Criterios adoptados para la evaluación de los riesgos	29
3.2.2.- Evaluación de los riesgos propios de la actividad	31

3.2.3.- Actividades con reglamentación sectorial específica _____	32
3.2.4.- Riesgos externos a la actividad y que pueden afectarle. _____	32
3.2.5.- Riesgos externos contemplados en los Planes de Protección Civil y actividades de riesgo próximas _____	33
3.2.6.- Situación de caída de hombre al agua _____	35
3.2.7.- Situación de caída de vehículo al agua _____	36
4.- CAPÍTULO 4: INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS DE AUTOPROTECCIÓN _____	37
4.1.- INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS Y MEDIOS, HUMANOS Y MATERIALES DISPONIBLES PARA CONTROLAR LOS RIESGOS _____	39
4.1.1.- Inventario de medios de protección contra incendios (PCI) en el establecimiento	39
4.1.1.1 Extintores portátiles _____	40
4.1.1.2 Medios de comunicación y de transmisión de alarmas _____	40
4.1.2.- Inventario de medios de evacuación. _____	40
4.1.3.- Medios de ayuda externa _____	41
5.- CAPÍTULO 5: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES _____	43
5.1.- DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTOS PREVENTIVO DE LAS INSTALACIONES DE RIESGO QUE GARANTIZAN EL CONTROL DE LAS MISMAS _____	45
5.1.1.- Organización de los Mantenimientos _____	45
5.1.2.- Mantenimiento de la instalación de PCI _____	46
5.1.3.- Mantenimiento de instalaciones de riesgo. Baja Tensión _____	48
5.1.4.- Comunicación de anomalías o incidencias al titular de la actividad _____	51
5.1.5.- Inspecciones de seguridad. _____	51
5.1.6.- Realización de auditorías e inspecciones de seguridad _____	51
6.- CAPÍTULO 6: PLAN DE ACTUACIÓN _____	55
6.1.- IDENTIFICACIÓN Y FUNCIONES DE LOS EQUIPOS Y PERSONAS. ORGANIZACIÓN _____	57
6.1.1.- Director del Plan de Emergencias _____	58
6.1.2.- Comité de Emergencias _____	58
6.1.3.- Jefe de Emergencias _____	58
6.1.4.- Equipos de Emergencia _____	59
6.1.5.- Centro de Coordinación de Emergencias _____	60
6.2.- IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS EMERGENCIAS SEGÚN LA GRAVEDAD _____	61
6.3.- PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN GENERAL ANTE EMERGENCIAS _____	62
6.3.1.- Plan de Alarma _____	63
6.3.2.- Plan de Intervención. Qué hacer en caso de... _____	66
6.3.2.1 Intervención en caso de incendio _____	66

6.3.2.2	Intervención en caso de explosión _____	67
6.3.2.3	Intervención en caso de escape de productos y/o sustancias tóxicas _____	68
6.3.2.4	Intervención en caso de accidente de trabajo _____	68
6.3.2.5	Intervención en caso de incidente con materiales peligrosos _____	68
6.3.2.6	Intervención en caso de incidente con máquinas, equipamientos o instalaciones _____	69
6.3.2.7	Intervención en caso de movimientos sísmicos _____	69
6.3.2.8	Intervención en caso de tormentas _____	70
6.3.2.9	Intervención en caso de rayos y tormentas eléctricas _____	71
6.3.2.10	Intervención en caso de vientos fuertes _____	71
6.3.2.11	Intervención en caso de alerta biológica _____	72
6.3.2.12	Intervención en caso de escapes y nubes tóxicas _____	73
6.3.2.13	Intervención en caso de aviso de bomba _____	73
6.3.2.14	Intervención en caso de carta bomba _____	73
6.3.2.15	Intervención en caso de detección de un paquete sospechoso _____	74
6.3.2.16	Primeros auxilios. _____	74
6.3.3.-	Plan de Evacuación _____	74
6.3.4.-	Modos de Recepción de Ayudas Externas _____	76
7.- CAPÍTULO 7: INTEGRACIÓN DE ESTE PLAN DE AUTOPROTECCIÓN EN OTROS DE ÁMBITO SUPERIOR _____		79
7.1.-	PROTOCOLOS DE NOTIFICACIÓN DE EMERGENCIAS _____	81
7.2.-	COORDINACIÓN ENTRE LA DIRECCIÓN DEL PRESENTE PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y PROTECCIÓN CIVIL _____	81
7.3.-	COLABORACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE AUTOPROTECCIÓN CON EL CENTRO DE CONTROL DE EMERGENCIAS (CCE) DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE TENERIFE _____	82
8.- CAPÍTULO 8: IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN _____		83
8.1.-	IMPLANTACIÓN DEL PLAN _____	85
8.2.-	IDENTIFICACIÓN DEL RESPONSABLE DE LA IMPLANTACIÓN DEL PLAN _____	85
8.3.-	PROGRAMA DE FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL CON PARTICIPACIÓN ACTIVA EN EL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN _____	86
8.4.-	PROGRAMA DE FORMACIÓN E INFORMACIÓN A TODO EL PERSONAL _____	86
8.5.-	PROGRAMA DE INFORMACIÓN GENERAL A USUARIOS _____	86
8.6.-	PROGRAMA DE DOTACIÓN Y ADECUACIÓN DE MEDIOS MATERIALES Y RECURSOS _____	87
9.- CAPÍTULO 9: MANTENIMIENTO DE LA EFICACIA Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN _____		89

9.1.- PROGRAMA DE RECICLAJE DE FORMACIÓN E INFORMACIÓN	91
9.2.- PROGRAMA DE SUSTITUCIÓN DE MEDIOS Y RECURSOS.	91
9.3.- PROGRAMA DE EJERCICIOS Y SIMULACROS.	91
9.4.- PROGRAMA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE TODA LA DOCUMENTACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN.	92
9.5.- PROGRAMA DE AUDITORIAS E INSPECCIONES.	92
10.- CAPÍTULO 10: DIRECTORIO DE COMUNICACIONES	95
10.1.- TELÉFONOS DEL PERSONAL DE EMERGENCIAS DE LA EMPRESA	97
10.1.3.- Equipo de Intervención	97
10.1.4.- Equipo de Alarma y Evacuación	98
10.1.5.- Equipo de Primeros Auxilios	98
10.2.- TELÉFONOS DE LA AYUDA EXTERIOR	99
10.2.1.- Emergencias 112	99
10.2.2.- Bomberos	99
10.2.3.- Protección Civil	99
10.2.4.- Salvamento Marítimo	99
10.2.5.- Autoridad Portuaria	100
10.2.6.- Policía	100
10.2.7.- Clínicas y Hospitales	101
10.2.8.- Centros de Salud	101
10.2.9.- Toxicología	101
11.- CAPÍTULO 11: FORMULARIOS PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS	103
11.1.- FORMULARIOS PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS. PROTOCOLOS DE NOTIFICACIÓN A LA AYUDA EXTERNA EN CASO DE...	105
11.1.1.- Emergencias generales	105
11.1.2.- Incendio	107
11.1.3.- Explosión (no por atentado)	109
11.1.4.- Atraco y/o secuestro de personas	111
11.1.5.- Aviso de bomba	115
11.1.6.- Atentado terrorista	119
11.1.7.- Disturbios y/o comportamientos antisociales	121
12.- CAPÍTULO 12: LISTADO DE DEFICIENCIAS A SUBSANAR	123
12.1.- PRIMEROS AUXILIOS Y SALVAMENTO	125
13.- CAPÍTULO 13: PRIMEROS AUXILIOS	127
13.1.- INTRODUCCIÓN	129
13.2.- ASPECTOS BÁSICOS DE LOS PRIMEROS AUXILIOS	129
13.2.1.- Definición	129
13.2.2.- Objetivos de los primeros auxilios	129

13.2.3.- Pauta general de actuación: conducta “PAS”	130
13.2.4.- El socorrista	131
13.2.5.- El botiquín de Primeros Auxilios	132
13.3.- EVALUACIÓN DEL ACCIDENTADO	133
13.3.1.- 1ª FASE: EVALUACIÓN PRIMARIA.	133
13.3.2.- 2ª FASE: EVALUACIÓN SECUNDARIA.	133
13.4.- PARADA CARDIORRESPIRATORIA: LA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR	134
<hr/>	
13.4.1.- Conceptos	134
13.4.2.- Cuándo debe aplicarse la R.C.P.	134
13.4.3.- Actuación ante una parada cardiorrespiratoria: secuencia de la R.C.P.	135
13.4.4.- Diferencias de técnica de reanimación según edad	140
13.4.5.- Posición lateral de seguridad (P.L.S.)	141
13.5.- OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA AÉREA	143
13.6.- DESVANECIMIENTO O LIPOTIMIA	147
13.7.- CONVULSIONES	148
13.8.- CONTUSIONES	148
13.9.- HERIDAS	150
13.10.- HEMORRAGIAS	155
13.11.- QUEMADURAS	161
13.12.- TRAUMATISMOS OSTEOMUSCULARES	168
13.13.- LESIONES OCULARES	177
13.14.- CUERPOS EXTRAÑOS EN NARIZ Y OÍDOS	180
13.15.- PICADURAS Y MORDEDURAS	181
13.16.- INTOXICACIONES	184
13.17.- ALGUNAS PREMISAS DE ACTUACIÓN EN LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO	188
<hr/>	
14.- CAPÍTULO 14: PLANOS	191





**BLOQUE I:
INFORMACIÓN
GENERAL DE RIESGOS**

A large, light gray, stylized graphic of an eye or a target symbol is centered on the page. It consists of a central circle, an inner ring, and an outer ring, all rendered in a thick, rounded stroke.

**1.- CAPÍTULO 1: IDENTIFICACIÓN DE LOS TITULARES Y
EMPLAZAMIENTO DE LA ACTIVIDAD**



1.1.-IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD Y DEL ESTABLECIMIENTO EN EL QUE SE DESARROLLA

Los datos se resumen en el siguiente cuadro:

Razón Social:	Compañía Transmediterránea S.A.
Dirección:	Segunda alineación del Muelle de Ribera
Contacto:	922 273 504 607 754 349

1.2.-TITULAR DE LA ACTIVIDAD

Razón Social:	Compañía Transmediterránea S.A.
CIF:	A 28018075
Dirección:	C/ Anabel Segura,11 – 2º. Complejo Albatros , Edificios D, CP: 20108, Alcobendas, Madrid.
Contacto:	914 238 500

1.3.-IDENTIFICACIÓN DE RESPONSABLES EN EL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y SUPLENTE

1.3.1.- Director del Plan de Emergencias

DIRECTOR PRINCIPAL	
Nombre:	Juan Miguel Pérez González
Contacto:	670 573 950

DIRECTOR SUPLENTE 1	
Nombre:	Miguel Ángel Mederos Hernández
Contacto:	647 408 642

1.3.2.- Jefe de Emergencias

JEFE DE EMERGENCIAS	
Nombre:	Jaime Pons Mederos
Contacto:	607 754 349

JEFE DE EMERGENCIAS SUPLENTE 1	
Nombre:	Antonio Hernández Pérez
Contacto:	607 683 941

1.4.-TÉCNICO REDACTOR DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN

TÉCNICO REDACTOR DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN	
Nombre:	José Julio Brossa Gutiérrez
DNI:	43766151-A
Dirección:	C/ Emilio Calzadilla, 10. CP: 38002. Santa Cruz de Tenerife.
Teléfono:	922 289 627
Fax:	901 021 933
Nº Registro Autonómico	Número de registro TR 000154 Nº Colegiado (Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife): 203

A large, light gray, stylized graphic of an eye or a protective shield is centered on the page. It consists of a central circle, an inner ring, and an outer ring that tapers to a point on the left side.

2.- CAPÍTULO 2: ACTIVIDAD Y MEDIO FÍSICO EN EL QUE SE DESARROLLA



2.1.-DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La Terminal de Tenerife dispone de un perímetro cerrado, estando restringido el acceso a algunas zonas de este que se encuentran valladas por sus lados NO y NE y con barreras cerradas de contenedores por el lado del atraque (SE).

La Terminal de Tenerife consta de una Explanada de carga y descarga de mercancías. No se dispone de edificios o estructuras salvo de módulos prefabricados en la entrada al recinto.

Las actividades desarrolladas en la Terminal de Tenerife son las siguientes:

- Módulos prefabricados:
 - Personal de la compañía I.P. (TCR)
 - Servicio de vigilancia y entrega de tarjetas de embarque y control de puerta.
 - Labores administrativas – Acciona Logística.
- En la Explanada:
 - Embarque y desembarque de pasajeros y sus vehículos ligeros en régimen de EQUIPAJE ACOMPAÑADO.
 - Embarque, desembarque de pasajeros y parking de recogida y entrega de vehículos ligeros en régimen de EQUIPAJE NO ACOMPAÑADO.
 - Embarque, desembarque y aparcamiento de vehículos de carga pesados (Frigoríficos, Contenedores, Planchas, Roll-trayler...).

La superficie de los módulos destinados a oficinas de actividad estibadora es de 39,5m². Y en ellas se alojan tres operadores.

Descripción establecimiento	Superficie (m ²)	Usos y actividades	Otra información
Módulos prefabricados	39,5	<u>Administrativo</u> : actividades de gestión y de servicios, pasaje y carga	
Explanada	30.090	<u>Industrial</u> : Almacenaje temporal de contenedores vehículos	Espacio descubierto

2.2.-DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.2.1.- EXPLANADA COMERCIAL

Se encuentra situada en la Segunda Alineación del Muelle de Ribera del Puerto de Tenerife y ocupa una superficie aproximada de unos 30000 m² , que se extiende desde el Muelle Norte hasta los tacones RO-RO de dicho Muelle de Ribera.

La Explanada es un espacio abierto destinado al almacenaje temporal de plataformas, contenedores, vehículos y mercancías a cargar/descargar de los buques. Estas operaciones se realizan mediante unos vehículos tractores denominados mafis y reach stackers.

Toda esta extensión se encuentra pavimentada y es donde se almacenarán los contenedores, vehículos y mercancías a cargar y descargar de los buques.



2.3.-DESCRIPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL ESTABLECIMIENTO

Al realizarse diferentes actividades dentro de la terminal, los usuarios con los que cuenta son de distinto tipo. Éstos se describen a continuación:

- **Trabajadores propios de la empresa.** Encargados de las diferentes dependencias de la misma: oficinas, pasaje y operaciones.
- **Estibadores portuarios.**
- **Personal ajeno a la empresa.** Como son los proveedores, transportistas, etc.
- **Pasaje**
- **Personal de la policía portuaria y fuerzas y cuerpos de seguridad del estado.**

Tanto el personal externo como el pasaje debe considerarse que no conocen las instalaciones por lo que necesitarán instrucciones y señalización de las vías de evacuación, de salidas de emergencia y puntos de encuentro ante cualquier emergencia.

2.4.-DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO Y CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD PARA VEHÍCULOS DE AYUDA EXTERIOR

2.4.1.- Ubicación

La terminal se ubica en el municipio de Santa Cruz de Tenerife, en la isla de Tenerife perteneciente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

El **Muelle de Ribera** se encuentra localizado en el nordeste de Tenerife en las costas del Atlántico, situado a 28° 29' de latitud Norte y 16° 14' de longitud Oeste (Greenwich). La explanada se trata de un espacio abierto, fácilmente accesible y sin construcciones destacables a nivel de evacuación de ocupantes. El acceso rodado se presenta mediante dos entradas, una principal con una anchura de 9 metros y que suele estar abierta con barreras abatibles y un vial para la entrada y salida de transportistas con una anchura total de 15 metros.

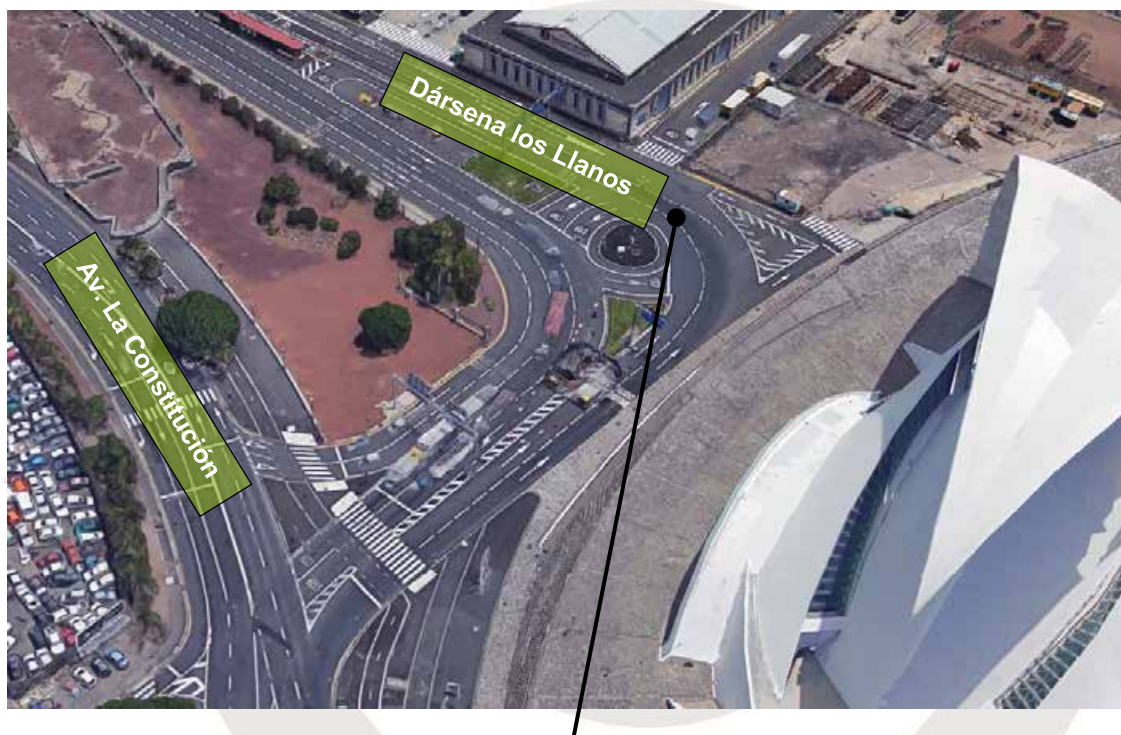


2.4.2.- Vías de acceso

ACCESOS TERRESTRES

El acceso a la terminal se realiza desde la Av. La Constitución, por la cual se accede a la Dársena los Llanos que conecta con todo el Puerto de Tenerife o desde la Av. Francisco la Roche, que da acceso al Muelle de Ribera.

Se trata de una vía de doble sentido de circulación de vehículos, la cual se puede estimar que cuenta con una gran capacidad portante, ya que normalmente circulan vehículos pesados como camiones de transporte de mercancía.





2.4.3.- Proximidad de las ayudas externas

1. **SANITARIAS:**

- Puesto de la Cruz Roja - Calle San Lucas, 60, 38002, Santa Cruz de Tenerife.
- Centro de Salud Ruiz de Padrón – Calle Ruiz de Padrón, 6, 38002, Santa Cruz de Tenerife.
- Centro de Salud Anaga – Avenida de Anaga, S/N, 38001, Santa Cruz de Tenerife.
- Complejo Hospitalario Universitario Nuestra Señora de Candelaria – Carretera General del Rosario, 145, 38010, Santa Cruz de Tenerife
- Complejo Hospitalario Universitario de Canarias – Ofra, s/n, La Cuesta, 38320, La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.

2. CONTRA INCENDIOS:

Para ello se dispone del Parque de Bomberos profesionales de Santa Cruz de Tenerife. Ubicados y con un tiempo estimado de actuación de 9 minutos, tal y como se refleja a continuación:

- PARQUE BOMBEROS PROFESIONALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE



A large, light gray, stylized letter 'E' watermark is centered on the page. It has a thick, rounded stroke and a horizontal bar that extends to the left and right edges of the page.

3.- CAPÍTULO 3: INVENTARIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS



3.1.-LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE FACTORES DE RIESGO QUE PUEDEN ORIGINAR UNA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

En general, los riesgos son hechos no deseados, cuyas consecuencias pueden ser importantes, tanto en bienes materiales como en vidas humanas, así como para el medio ambiente.

Respecto a la peligrosidad, diremos que se trata siempre de hechos y situaciones peligrosas en potencia y que pueden tener consecuencias drásticas y fatales, incluso con el tiempo, ya que aunque desaparezca el hecho en sí, las consecuencias pueden permanecer en el medio ambiente por mucho tiempo.

Es difícil predecir cuándo ocurrirá una situación de este tipo, las causas que lo provocan o incluso el punto donde sucederá, igual que la naturaleza de los daños causados, pero, sin embargo, sí que es fácil prevenirse frente a este tipo de siniestros, del mismo modo que es fácil localizar los puntos negros en los que se puede provocar.

Se puede afirmar que la **prevención** es la mejor arma que se puede disponer para hacer frente a este tipo de situaciones, por lo que deberemos establecer una buena política preventiva, de mantenimiento de instalaciones, revisiones periódicas y auditorías de seguridad, la cual es la contemplada en este Plan de Autoprotección.

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, el presente Plan da cobertura a la zona que es explotada por la empresa **Compañía Transmediterránea S.A.** En base a ello, debe solicitar a todas y cada una de las empresas que desarrollan actividades en el interior de la superficie de su concesión, el propio Plan de actuación ante emergencias, en función de la actividad que desarrolle y los riesgos que pueda entrañar.

3.1.1.- Riesgos propios del establecimiento.

- **Explanada comercial**

El principal riesgo es debido al almacenamiento temporal de mercancías peligrosas envasadas en contenedores. Se dispone de un área delimitada para tal fin, completamente pavimentada.

3.1.2.- Instalaciones y servicios del establecimiento. Zonas de Riesgo Especial

3.1.2.1 Instalación de gasóleo

Dentro del establecimiento en cuestión, se concentran 4 depósitos de gasóleo para consumo propio. A continuación, se definen cada uno de ellos:

- Depósito Terminal de Carga Rodada (TCR)

Se trata de un tanque de acero de doble pared de 10.000 litros de capacidad y está ubicado en la Explanada separado de la zona de carga de mercancías.

Se trata de una instalación en superficie y la clase de producto almacenado es **Gasóleo B**. Conforme a lo especificado en el certificado de instalación petrolífera el tanque se ajusta a la norma de construcción UNE 62350-2. Conforme al Certificado de Instalación, su funcionamiento es correcto y se han realizado las pruebas correspondientes exigidas en las

Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IP04 Parque de Almacenamiento de Líquidos Petrolíferos del Reglamento de Instalaciones Petrolíferas (RD 2085/1994)

Las características de la instalación son las siguientes:

- Tanque atmosférico sin presión con 80 micras de espesor de pintura contra la corrosión.
- Capacidad nominal: **10 m3.**
- Espesor de chapa en virola tanque interior: **5mm**
- Espesor de chapa en virola tanque exterior: **3mm**
- Diámetro: **1700 mm.**
- Longitud: **4300 mm.**
- Fecha de Fabricación: **12 Enero de 2004.**
- Número de Fabricación: **2693.**

Dicha instalación es de consumo propio, para suministro de vehículos.

La instalación, cuenta con un extintor de carro de 25Kg polo ABC, que se encuentra en sus inmediaciones a una distancia inferior a 10 m, como medio de protección contra incendios.



o Depósito Trasmecargo Logística

Esta instalación consta de un depósito de 5000 litros de doble pared acero-acero. El depósito está instalado en superficie cumpliendo con lo establecido en el capítulo IV de la IP-04, habiendo sido instalado de acuerdo con lo que se indica en los correspondientes informes UNE 53900, UNE 53993, UNE 109500 y UNE 109501. El producto almacenado es **Gasóleo B.**

El depósito se encuentra instalado en el interior de un cubeto de uso exclusivo para el almacenamiento del mismo, con el fin de delimitar el depósito y retener posibles vertidos accidentales.

Las características del depósito son las siguientes:

- Peso en vacío: **1100 kg.**
- Espesor mínimo virola pared interior: **5 mm.**
- Espesor mínimo virola pared exterior: **3 mm.**
- Espesor mínimo fondo interior: **5 mm.**
- Espesor mínimo fondo exterior: **3 mm.**
- Diámetro de la tubería de descarga: **2”.**
- Diámetro de la tubería de aspiración: **1”.**
- Diámetro tubo de ventilación: **1,5”**

El depósito cuenta para el suministro de combustible con una bomba de 70 l/minuto monofásica, contador mecánico y manguera de 4 metros y boquerel automático con unión giratoria.

La bomba se alimentará desde un grupo electrógeno. Previamente se instalará una UPS de 3000 V-A y 10 minutos para evitar que fluctuaciones del grupo electrógeno puedan afectar al equipo de suministro.

La bomba tiene una potencia de 550 W y será alimentada a través de una terna de cables unipolares 0,6/1kv de Cu de 2,5 mm² de sección, instalados bajo tubo de PVC de 25 mm.

El llenado del depósito cumplirá con el *artículo 7 “Conexiones” de la MI IP-04* y en él se establece que la carga o llenado se realizará por conexiones formadas por dos acoplamientos rápidos abiertos, un macho y otro hembra, para que por medio de éstos se puedan realizar transferencias de los carburantes y combustibles líquidos de forma estanca y segura.

La instalación dispone de un extintor de polvo con eficacia mínima 89B como medio de protección contra incendios. Cuenta a su vez, en sus inmediaciones, de un extintor de tipo carro de 25Kg polvo ABC.

Dispone a su vez de carteles indicativos anunciando la prohibición de fumar, encender fuego o repostar con las luces encendidas o el motor del vehículo en marcha.



o Depósito Mazo – Transfrigo

Dicha instalación consiste en un depósito de 5000 litros de capacidad de doble pared acero-acer. Se trata de una instalación fija en superficie en el interior de un contenedor de acero corten y la clase de producto almacenado es Gasóleo B.

Dicha instalación es de consumo propio, para suministro de vehículos de la propia empresa.

Está ubicado en la Explanada separado de la zona de carga de mercancías, cumpliendo con las siguientes distancias de seguridad:

- Distancia de seguridad al límite de la propiedad o calles: **10m.**
- Distancia de seguridad a zona de carga y descarga: **3m.**

La instalación, cuenta con 1 extintor de polvo ABC de 6 Kg de capacidad de eficacia 21A-144B-C, en el interior del recinto donde se encuentra el depósito. Además, dispone de carteles indicativos anunciando la presencia de productos inflamables en la puerta por su cara exterior.

El contenedor dispone de unas aperturas de ventilación en la puerta del mismo.



o Depósito Contegal

Dispone de un depósito de 1000 litros de gasoil, situado dentro de un contenedor, para el caso de urgencia haya que repostar algún vehículo porque peligre el estado de la mercancía.

Se utiliza a su vez para alimentar el Termoquin asociado al contenedor y que haría las funciones de generador eléctrico para el caso en el que haya que alimentar eléctricamente algún remolque que lo necesitara

De las instalaciones nombrada anteriormente, se consideran zonas de riesgo especial los depósitos superficiales de la Terminal de Carga Rodada (TCR) y el perteneciente a Transmecargo. Donde, según los establecido en la normativa específica para almacenamientos de productos petrolíferos para instalaciones auxiliares (ITC MI-IP-03), la instalación deberá cumplir con lo siguiente:

- La protección contra incendio será por medio de extintores al ser depósitos superficiales en exterior de edificios, con una eficacia mínima de 144B para productos de clase B y de 89B para productos de las clases C y D
- Los extintores, generalmente, serán de polvo, portátiles o sobre ruedas, dispuestos de tal forma que la distancia a recorrer horizontalmente desde cualquier punto del área protegida hasta alcanzar el extintor adecuado más próximo no exceda de 15 m.
- En las inmediaciones del aparato surtidor o de la isleta de repostamiento se situará un extintor por cada equipo de suministro, de polvo BC, de eficacia extintora 144B para los productos de la clase B y 89B para los productos de las clases C y D. La distancia de los extintores a los puntos de suministro no podrá exceder de 15 m para clase B y 25 m de clases C y D.

En el caso que nos conlleva se dispone de dos depósitos de superficie, TCR y Trasmecargo, con capacidad inferior a 50 m³ y que almacenan Gasóleo B. El punto de inflamación es superior a 60°C por lo que pertenecen a la **Clase C**. Ambos depósitos cuentan con medios de protección contra incendios a una distancia inferior a 10 m. Por tanto, **CUMPLEN** así con la normativa específica

3.1.2.2 Instalación eléctrica

La Terminal se abastece de energía eléctrica suministrada por un Centro de Transformación propiedad de la Autoridad Portuaria del Puerto Tenerife. Dicho centro de Transformación se encuentra fuera del recinto de concesión de la Terminal de Tenerife de TCR.

3.1.2.3 Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua se realiza a través de la acometida general de la red pública. El sistema alimenta a la red de fontanería y saneamiento de la Terminal. No se dispone de red contra incendios mediante agua en la Explanada.

El abastecimiento de agua es suministrado por la Autoridad Portuaria del Puerto de Tenerife.

La Autoridad Portuaria dispone de agua a lo largo del cantil del muelle (4 en la parcela de Acciona - Trasmediterránea) que se usan para aguada a los barcos y para el servicio contra incendios.

3.1.2.4 Sectores de incendio

Al tratarse de un espacio abierto, se considera que la superficie que ocupa la explanada comercial constituye un **sector de incendio** abierto definido por su perímetro. Cuyo uso nos remite al *Reglamento de Seguridad Contra Incendio en los Establecimientos Industriales*, donde se define como almacenamiento industrial a cualquier recinto, cubierto o no, que, de forma fija o temporal, se dedique a albergar productos de cualquier tipo.

- Superficie: **30.090 m²**

3.1.2.5 Vías de evacuación

La evacuación del recinto es únicamente horizontal. La explanada comercial se delimitada y señalizada en su totalidad, diferenciando las zonas de almacenamiento, vía de circulación de vehículos y de peatones.

El perímetro de la terminal se encuentra delimitado por una valla y el mar. Los accesos a la misma se realizan por puerta correderas metálicas normalmente abiertas

3.2.- IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PROPIOS DE LA ACTIVIDAD Y RIESGOS POR MOTIVOS EXTERNOS**3.2.1.- Criterios adoptados para la evaluación de los riesgos**

La evaluación de los riesgos se ha realizado según los siguientes criterios:

1º. Determinar el **índice de probabilidad (IP)** correspondiente a la probabilidad de que esa situación tenga lugar, para ello partiremos de los datos y criterios establecidos en la tabla adjunta:

Índice de probabilidad (IP)	
1	Inexistente
2	Sin constancia o menos de una vez cada 10 años
3	Frecuencia entre 1 y 10 años
4	Cada 1 años o menos
5	Una o más veces al año

2º. Determinar el **índice de consecuencias (IC)**, que pueda causar ese peligro en forma de daño, en caso de que el riesgo suceda, a partir de los datos y criterios establecidos en la tabla adjunta:

Índice de consecuencias (IC)	
1	Sin daños.
2	Pequeños daños materiales o al medio ambiente, sin afectados.
3	Pequeños daños materiales o al medio ambiente y/o algún afectado o víctima mortal.
4	Daños materiales o al medio ambiente y/o algunos afectados o víctimas mortales.
5	Daños materiales o al medio ambiente y/o numerosos afectados con posibilidad de algunas víctimas mortales.
6	Importantes daños materiales o al medio ambiente y/o numerosos afectados con posibilidad de algunas víctimas mortales.
7	Graves consecuencias con importantes daños materiales, al medio ambiente y con múltiples afectados y víctimas mortales.

3º. Se calcula el **índice de riesgo (IR)**, cuyo valor es el resultado de multiplicar los índices anteriores.

$$I.R. = I.P. \times I.C.$$

4º. Control de riesgos: Los riesgos, una vez han sido evaluados, serán controlados para mejorar las condiciones y la seguridad frente a los mismos, siguiendo los siguientes criterios:

Riesgo	¿Se deben tomar nuevas acciones preventivas?	¿Cuándo hay que realizar las acciones preventivas?
1 a 7	No se requiere acción específica.	
8 a 14	No se necesita mejorar la acción preventiva. Se deben considerar situaciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.	
15 a 21	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Cuando el riesgo esté asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se deberá precisar mejor la probabilidad de que ocurra el daño para establecer la acción preventiva.	Se deberá fijar un periodo de tiempo para implantar las medidas que reduzcan el riesgo.
22 a 28	Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.	Si se están realizando trabajos, debe tomar medidas para reducir el riesgo en un tiempo inmediato. NO debe comenzar el trabajo ni las actividades, hasta que se haya reducido el riesgo.
28 a 35	Debe prohibirse el trabajo si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados.	INMEDIATAMENTE: No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo.

3.2.2.- Evaluación de los riesgos propios de la actividad

Sabiendo todo lo anterior, a continuación se realizará una evaluación de cada uno de los riesgos generales y específicos de la actividad que pudiesen producirse.

Riesgos generales en la zona de servicio de la terminal	I.P.	I.C.	I.R.
Caída de personas a distinto nivel	3	3	9
Caída de personas al mismo nivel	4	2	8
Caídas de objetos desprendidos o en manipulación	5	2	10
Choque contra objetos móviles e inmóviles	2	3	6
Pisadas sobre objetos	3	2	6
Golpes/cortes por objetos o herramientas	4	2	8
Atropellos (Maquinaria motriz y vehículos)	2	4	8
Atrapamientos	2	3	6
Proyección de fragmentos o partículas	3	2	6
Contactos eléctricos	2	3	6
Carga física, sobreesfuerzos, esguinces y torceduras	4	2	8

3.2.3.- Actividades con reglamentación sectorial específica

Según el REAL DECRETO 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la NORMA BÁSICA DE AUTOPROTECCIÓN de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia, en su Anexo I, indica que a la actividad realizada en el establecimiento. **No le será de aplicación dicho reglamento.**

3.2.4.- Riesgos externos a la actividad y que pueden afectarle.

Riesgos	I.P.	I.C.	I.R.	Observaciones
Incendio	3	2	6	Una vez que se inicia un incendio, si no se actúa a tiempo y con los medios adecuados, se producirá su propagación y ocurrirán unas consecuencias con daños materiales y a los ocupantes.
Explosión	2	3	6	La explosión puede estar originada en la base por diversas causas y situaciones.
Accidente laboral	4	2	8	El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano
Aviso de Bomba	2	4	8	Los avisos de bomba, se realizan con el objetivo de alterar el normal funcionamiento de las actividades desarrollas e interferir en los procesos de trabajo, a la vez que causar daños y las molestias consecuente a trabajadores y personal de paso.
Carta Bomba	2	4	8	Las cartas bomba, tienen el objetivo de provocar daños físicos a la persona a la cual se dirige, a la vez que causar temores y tensiones psicológicas al personal de la empresa, ya que rara vez suele ser abiertas por el destinatario.
Paquete sospechoso de productos	2	4	8	Los paquetes cuya

Riesgos	I.P.	I.C.	I.R.	Observaciones
explosivos / contaminantes Físicos/Químicos.				procedencia, contenido, forma, peso o volumen resultan sospechosos, tienen el objetivo de provocar daños físicos y materiales a la empresa a la cual se dirige, a la vez que causar temores y tensiones psicológicas en lo sucesivo, al personal.
Atentado terrorista	1	7	7	Los atentados terroristas, se realizan con el objetivo de causar daño, tanto material, como de bienes y equipo y por supuesto humano.
Comportamientos antisociales	3	2	6	Normalmente este tipo de sucesos (incendio, atraco, amenaza, pelea, explosión, amenaza de bomba, sabotaje, etc.) puede, además de los problemas directos causados al o a los afectados, lleva asociado una evacuación descontrolada del personal (sobretudo visitantes) que en el momento del suceso ocupan las instalaciones y departamentos.
Agresión de animales	2	2	4	La agresión de animales, tanto a trabajadores como a personas ajenas a las actividades desarrolladas, pueden traer consecuencias importantes.

3.2.5.- Riesgos externos contemplados en los Planes de Protección Civil y actividades de riesgo próximas

En este apartado se reflejan los riesgos detectados en el análisis de las Riesgos externos contemplados en los planes de Protección Civil y actividades de riesgo próximas.

Riesgos	I.P.	I.D.	I.R.	Observaciones
Movimiento sísmico	2	2	4	El riesgo sísmico es motivo de una Planificación especial de acuerdo a la Directriz Básica de

Riesgos	I.P.	I.D.	I.R.	Observaciones
				Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico (Resolución de 5 de mayo de 1995)
Tormentas e Inundaciones	3	4	12	El riesgo de inundaciones es motivo de planificación especial, según Resolución de 31 de enero de 1995, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros que aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones.
Rayos	2	1	2	La enorme cantidad de energía que libera un rayo hace que los mayores efectos del rayo sean los incendios y electrocuciones debidos a impactos directos.
Vientos fuertes	4	2	8	Los vientos violentos pueden llegar a generar impactos muy severos, causando incluso víctimas humanas como consecuencia de accidentes, y destrozos en las edificaciones y en las instalaciones.
Erupción volcánica	2	4	8	Protección civil, en colaboración con el Instituto Nacional de Meteorología, se encarga de informar a los ciudadanos, a través de los medios de comunicación, de los fenómenos volcánicos que pueden dar lugar situaciones de riesgo.
Transportes de mercancías peligrosas	2	3	6	El transporte de mercancías peligrosas afecta al puerto principalmente por carretera, ya que hay un tráfico notable de mercancías tanto de paso como de suministro a las industrias y actividades en general del puerto.
Incendio poblacional	2	4	8	En general los incendios poblacionales son incidentes aislados, cada vez más frecuente, con consecuencias más o menos graves, con o sin víctimas, pero que no afectan masivamente a gran cantidad

Riesgos	I.P.	I.D.	I.R.	Observaciones
				de personas, aunque si pueden afectar a las actividades propias.
Accidentes de tráfico	3	2	6	Los accidentes de tráfico, no suponen una emergencia si se producen aisladamente, pero si producen accidentes de vehículos de transporte de mercancías peligrosas, de buques del transporte marítimo, o se trata de caída de aeronaves, si pueden generar una emergencia susceptible de activar el <i>Plan de Autoprotección</i> , ya que se necesitarían medios extraordinarios para normalizar la situación.
Contaminación	1	4	4	En función de la naturaleza del contaminante habría que prever las posibles consecuencias tanto en el momento como en un futuro más o menos próximo.
Contaminación bacteriológica (ántrax)	1	1	1	Los atentados biológicos consisten en propagar enfermedades infecciosas causadas por bacterias, como el ántrax. Se trata de un acto terrorista de ilimitadas consecuencias, debido a que las esporas se diluyen en el ambiente y pueden ser arrastradas por el viento contaminando amplias zonas por periodos largos de tiempo.

3.2.6.- Situación de caída de hombre al agua

Puede darse la situación de una persona al agua en la zona de muelle o pantalanes, con posibilidad de golpes contra muelle, cabos, etc. La actuación en dicho caso, será el lanzamiento de aro salvavidas y dar aviso al equipo de primeros auxilios que deberá tener formación en socorrismo, o al responsable del Puerto o Jefe de Emergencia.

Si es necesario, el equipo de socorrismo se embarcará en una embarcación auxiliar para poder rescatar a la persona y poder llevarla hasta escaleras fijas o zonas donde se puedan desembarcar. Una vez evaluada la situación, en caso de ser necesario se dará aviso al teléfono de Emergencias General: 112.

3.2.7.- Situación de caída de vehículo al agua

Aunque se trate de una situación muy improbable, podría producirse la caída de algún vehículo al agua. En el presente caso se actuará de manera similar al apartado anterior, realizando un aviso al teléfono de Emergencias Generales: 112, explicando detalladamente lo ocurrido y además, se avisará al equipo de primeros auxilios.

Para la evacuación del vehículo se emplearán los mismos sistemas de reflotamiento de barcos que hay establecido en el Puerto. Mediante flotadores con aire a presión o achique de agua con bomba en el interior y remolque hasta zona de actuación de grúa. Se requerirá de la presencia de buceadores.



A large, light gray, stylized graphic of an eye or a protective shield is centered on the page. It consists of a central circle, an inner ring, and an outer ring, with a thick, curved line extending from the left side, resembling a protective barrier or a lens.

4.- CAPÍTULO 4: INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS DE AUTOPROTECCIÓN



4.1.-INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS Y MEDIOS, HUMANOS Y MATERIALES DISPONIBLES PARA CONTROLAR LOS RIESGOS

El establecimiento que ocupa **Compañía Transmediterránea S.A.** en el interior de la superficie portuaria, debe dotar de los medios de protección establecidos por el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

El objeto de este plan no es la obligación del cumplimiento de dicha ley, aunque se instará encarecidamente al propietario su adaptación a dicha norma.

4.1.1.- Inventario de medios de protección contra incendios (PCI) en el establecimiento

Según el Anexo III del Reglamento de Seguridad Contra Incendios de los Establecimientos Industriales, las instalaciones de protección contra incendios de los que debe disponer el establecimiento son los siguientes:

<p>Sistema manual de alarma de incendio</p>	<p>Actividades de almacenamiento, si:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Su superficie total construida es de 800 m² o superior, o - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios
<p>Sistemas de comunicación de alarma</p>	<p>Se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m² o superior</p>
<p>Sistemas de hidrantes exteriores</p>	<p>Se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zona de incendio tipo E y superficie del sector o área de incendio es superior a 15000 m²
<p>Extintores de incendio</p>	<p>Se instalarán extintores portátiles en todas las áreas de incendio de los establecimientos industriales (de tipo D y tipo E), excepto en las áreas cuyo nivel de riesgo intrínseco sea bajo 1.</p> <p>La dotación estará de acuerdo con lo establecido en los apartados anteriores, excepto el recorrido máximo hasta uno de ellos, que podrá ampliarse a 25 m.</p>
<p>Señalización</p>	<p>Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida</p>

La explanada comercial, cuenta con los siguientes medios de protección contra incendios. Se detalla su ubicación en los planos anexos al presente plan.

4.1.1.1 Extintores portátiles

Se dispone de:

- o 2 carros de 25 kilogramos de polvo ABC distribuidos por la explanada.
- o 2 extintores portátiles 21ª – 113B y 34ª – 144B en los módulos prefabricados
- o 1 extintor portátil de CO₂ 34B en los módulos

4.1.1.2 Medios de comunicación y de transmisión de alarmas

- o Telefonía. Se dispone de teléfonos de comunicación interna y de teléfonos con salida directa al exterior para transmitir la alarma a la Autoridad Portuaria.

4.1.2.- Inventario de medios de evacuación.

El número, ancho y disposición de los medios de evacuación previstos, escaleras y salidas de locales y salidas al exterior del recinto, son suficientes para que todas las personas que ocupan las distintas áreas del establecimiento, puedan abandonarlas con rapidez y seguridad.

Para el cálculo teórico de la ocupación de los distintos edificios/locales se ha considerado el número de trabajadores que puede haber en todo el recinto. A continuación, se muestra un resumen de la ocupación considerada:

Zona	Ocupación
Contenefort	7 personas
Talleres Garrote	7 personas
Aceto	2 personas
Ibertruck	8 personas
Acciona Logística	12 personas
Contegal	2 personas
Arema	3 personas
TCR	3 personas
Mano portuaria	12 personas
TOTAL	56 personas

En el caso presente, la evacuación de éste se realiza en su totalidad en un espacio exterior seguro. Por lo que se propone un Punto de Reunión y una Ruta de Evacuación principal.

A continuación se aclara el significado de estos términos:

- **Punto de reunión:** Lugar predeterminado que queda suficientemente alejado del siniestro o está protegido de los efectos del mismo, en el cual se reunirán y mantendrán a salvo los evacuados de un sector o área en peligro

- **Ruta principal de evacuación:** Cada camino o itinerario a recorrer, marcado desde una unidad, establecimiento o sector de la terminal, hasta el punto de reunión más cercano.

El punto de reunión elegido, se corresponde con rutas y distancias que se pueden recorrer en poco más de 5 minutos (unos 450 metros) para alejarse del peligro. De este modo se han determinado el punto de reunión y las rutas de evacuación siguientes (Ver detalles en plano anexo).

ÁREA	RUTA DE EVACUACIÓN	PUNTO DE REUNIÓN	DESCRIPCIÓN
ZONA CONTENEDORES	RE-01	PR-01	Desde el punto más alejado de la zona de almacenamiento de contenedores y cualquier punto del Muelle de Ribera hasta el acceso principal del establecimiento
ZONA REMOLQUES	RE-02	PR-01	Desde el punto más alejado de la zona de remolques, hasta el acceso junto a módulo prefabricado de logística. O continuar el recorrido RE-01 hasta salida principal del establecimiento

4.1.3.- Medios de ayuda externa

Fundamentalmente hay que tener un directorio con los teléfonos de:

- Fuerzas de Seguridad del Estado.
- Bomberos
- Salvamento Marítimo
- Servicios de Asistencia Médica de Urgencia
- Hospitales
- Otros...

No obstante, existe un servicio telefónico desde donde se canalizan y gestionan todo tipo de emergencias:



Teléfono de emergencias

112

Existe un anexo a este Plan que recoge todos los teléfonos de las entidades cercanas al establecimiento.



A large, light gray, stylized graphic of an eye or a lens is centered on the page. It consists of a central circle, an inner ring, and an outer ring, with a thick gray line extending from the left side of the inner ring, resembling a lens or a stylized 'e' shape.

**5.- CAPÍTULO 5: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE
INSTALACIONES**



5.1.-DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTOS PREVENTIVO DE LAS INSTALACIONES DE RIESGO QUE GARANTIZAN EL CONTROL DE LAS MISMAS

De acuerdo con el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo), estas instalaciones y los medios de protección, han de ser sometidas a un mantenimiento preventivo que como mínimo ha de llevarse a cabo para garantizar el buen estado de empleo y uso de las mismas.

En este apartado se definen detalladamente:

- El Programa de las operaciones preventivas o de mantenimiento de las instalaciones, equipos, sistemas y otros elementos de riesgo, que garantizan su control.
- El Programa de mantenimiento de las instalaciones, equipo, sistemas y elementos necesarios para la protección y la seguridad, que garantizan igualmente la operatividad de los mismos.

La documentación y el “libro de registro” de las operaciones de mantenimiento realizadas y de las inspecciones de seguridad que se llevan a cabo, estarán depositadas normalmente en el Servicio de Mantenimiento del edificio, responsable de su gestión y control.

5.1.1.- Organización de los Mantenimientos

Es tan importante la elección de los equipos de protección más adecuados, como un buen programa de mantenimiento con las revisiones necesarias. Las instalaciones y los elementos de lucha contra incendios están ideados para actuar cuando ocurra la emergencia, pero lo más probable es que estén largos periodos sin que tengan que intervenir.

Además, hasta que no se utilizan, no se puede asegurar totalmente su eficacia. Se debe considerar también que el exceso de confianza en una instalación, que por desconocimiento no esté en condiciones seguras de actuación, acrecienta el riesgo existente.

Todo esto conduce a la necesidad de tener un buen programa de mantenimiento de dichas instalaciones y elementos de lucha contra incendios, que incluya la descripción de las pruebas a realizar y la frecuencia correspondiente.

En la fase de la ingeniería básica de las mencionadas instalaciones y para la buena elección de los medios contraincendios se deberán seguir unos criterios prácticos basados en las reglamentaciones existentes y en las experiencias de los profesionales de la lucha contraincendios.

El mantenimiento además debe satisfacer la necesidad de controlar el importante volumen de información que genera la actividad mantenedora, cuyos objetivos básicos son:

- Proporcionar el conocimiento sobre las instalaciones y sobre su estado.
- Posibilitar el establecimiento de acciones (programas preventivos, correctivos, grandes reparaciones, cambios, etc.)
- Facilitar la mejora de las instalaciones y de su gestión.

En relación con la seguridad y la autoprotección el mantenimiento aporta:

- Disponer de unas instalaciones, equipamientos y recursos en condiciones operativas, de máxima eficacia, y de seguridad.
- Evitar defectos y fallos operativos y disponer de procesos tendentes a solventarlos con criterios de eficacia.
- Arbitrar mecanismos para que, en caso de fallo o defecto, se actúe para ponerlas en posición segura.
- Disponer de una información, organizada, planificada y actualizada para la gestión.

En los apartados siguientes se pretende resumir lo que la reglamentación actual dispone sobre las instalaciones de protección contra incendios, ampliada con algunas recomendaciones prácticas basadas en experiencias profesionales.

Mantenimiento

La información acerca de las revisiones y los mantenimientos a realizar con las instalaciones, se presenta en forma de cuadros, indicándose las revisiones establecidas en el *RD 513/2017 de 22 de mayo en el que se aprueba el "Reglamento de instalaciones de protección contra incendios"*.

Independientemente de las revisiones periódicas reglamentarias, los equipos de lucha contra el fuego deberían ser contemplados también en las revisiones periódicas de los lugares de trabajo a realizar por los responsables de las diferentes unidades, a fin de detectar posibles anomalías frecuentes (localización y/o acceso dificultoso, ausencia de equipos, ubicación incorrecta, etc.). De esta forma se pretende que tales equipos sean considerados como algo propio de cada unidad funcional y, por tanto, sean controlados en primera instancia por los responsables directos de las distintas unidades.

5.1.2.- Mantenimiento de la instalación de PCI

En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación, conservarán constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, indicando, como mínimo: las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas y la sustitución de elementos defectuosos que se hayan realizado. Las anotaciones deberán llevarse al día y estarán a disposición de los servicios de inspección de la Comunidad Autónoma correspondiente.

El mantenimiento preventivo de las instalaciones de protección contra incendios que garantizará la operatividad de las mismas, se llevará de acuerdo a los términos establecidos en el **Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD 513/2017, de 22 de mayo)**

Este mantenimiento se llevará a efecto, siguiendo al menos las especificaciones contempladas en el *Anexo 2. Mantenimiento mínimo de las instalaciones de protección contra incendios del dicho RD 513/2017.*:

Programa de mantenimiento trimestral y semestral de los sistemas de protección activa contra incendios. Operaciones efectuadas por personal especializado del

fabricante, de una empresa mantenedora, o bien, por el personal del usuario o titular de la instalación.

Equipo o sistema	CADA TRES MESES	CADA SEIS MESES
<p align="center">EXTINTORES DE INCENDIO</p>	<p>Realizar las siguientes verificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que los extintores están en su lugar asignado y que no presentan muestras aparentes de daños. - Que son adecuados conforme al riesgo a proteger. - Que no tienen el acceso obstruido, son visibles o están señalizados y tienen sus instrucciones de manejo en la parte delantera. - Que las instrucciones de manejo son legibles. - Que el indicador de presión se encuentra en la zona de operación. - Que las partes metálicas (boquillas, válvula, manguera...) están en buen estado. - Que no faltan ni están rotos los precintos o los tapones indicadores de uso. - Que no han sido descargados total o parcialmente. <p>También se entenderá cumplido este requisito si se realizan las operaciones que se indican en el «Programa de Mantenimiento Trimestral» de la norma UNE 23120.</p> <p>Comprobación de la señalización de los extintores.</p>	

Programa de mantenimiento anual y quincenal de los sistemas de protección activa contra incendios. Operaciones a realizar por el personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema o por el personal de la empresa mantenedora autorizada

Equipo o sistema	CADA AÑO	CADA CINCO AÑOS
<p>EXTINTORES DE INCENDIO</p>	<p>Realizar las operaciones de mantenimiento según lo establecido en el «Programa de Mantenimiento Anual» de la norma UNE 23120.</p> <p>En extintores móviles, se comprobará, adicionalmente, el buen estado del sistema de traslado.</p>	<p>Realizar una prueba de nivel C (timbrado), de acuerdo a lo establecido en el anexo III, del Reglamento de Equipos a Presión, aprobado por Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre,</p> <p>A partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces) se procederá al retimbrado del mismo de acuerdo a lo establecido en el anexo III del Reglamento de Equipos a Presión.</p>

5.1.3.- Mantenimiento de instalaciones de riesgo. Baja Tensión

El mantenimiento preventivo de las instalaciones, garantizará la operatividad de las mismas y que éstas no originan riesgos tanto a las personas, como a los bienes o al medio ambiente.

- Las instalaciones eléctricas comportan un peligro evidente. Por ello, está prohibido manipular, modificar, o reparar la instalación por personal que no sea instalador electricista autorizado por la Delegación Provincial competente.
- No se conectarán a las bases de enchufe aparatos de potencia superior a la prevista o varios aparatos que en su conjunto tengan una potencia superior.
- Si se apreciara calentamiento en los conductores o enchufes, deben desconectarse.
- Las clavijas o enchufes deben tener las patillas bien atornilladas, para evitar chispazos y calentamientos.
- Para la limpieza de lámparas y placas de mecanismos eléctricos, se deberán desconectar previamente.
- No se debe puentear, sustituir o anular, ninguno de los elementos de los cuadros de protección.
- En caso de interrupción continuada del suministro eléctrico, se deberán desconectar todos los aparatos conectados, para que no se dañen al restablecer el servicio.

- Comprobar los interruptores automáticos diferenciales (I.A.D.) pulsando el botón de prueba. Si no se dispara, es que está averiado y no existe protección contra las derivaciones. Por ello, se deberá avisar a un instalador autorizado.
- No se deben enchufar las clavijas con las manos mojadas.
- No se deberán usar aparatos eléctricos con conductores sin aislante (cables pelados), ni clavijas o enchufes rotos.
- Al hacerse la limpieza, deberán desconectarse los aparatos de las tomas de corriente.
- No tire del cable al desconectar los aparatos.
- No deben acercarse los cables de alimentación de aparatos eléctricos a elementos de calefacción o a fuentes de calor.
- Si cayera agua sobre algún aparato eléctrico, se desconectará el circuito y se efectuará la operación con las manos secas y los pies calzados.

Operaciones a realizar por el personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema o por el personal de la empresa mantenedora autorizada

Equipo o sistema	Cada Mes	Cada 6 Meses	Cada Año	Cada 5 Años	Cada 10 Años
DIFERENCIAL	Probar mediante el botón de prueba, el correcto funcionamiento.				
CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN	Vigilar su limpieza.	Comprobar la existencia de rótulos con la identificación de los interruptores y circuitos.	Comprobar el estado de protecciones y conexiones.		Revisión y prueba general.
RED GENERAL DE TIERRA			Medición del valor de tierra. Comprobación de la continuidad.		
CIRCUITOS GENERALES Y DERIVACIONES				Pruebas de aislamiento y continuidad. Revisión general.	

Equipo o sistema	Cada Mes	Cada 6 Meses	Cada Año	Cada 5 Años	Cada 10 Años
INTERRUPTORES Y TOMA DE CORRIENTE		Revisión de su estado exterior. Reponer en caso necesario.			
CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)			Limpieza interior. Comprobación de conexiones.	Revisión general. Comprobación de fusibles.	
MÓDULO DE MEDIDA			Limpieza interior. Comprobación de conexiones.		
APARATOS DE ILUMINACIÓN		Limpieza general	Comprobación de fijaciones		
EQUILIBRIO DE FASES		Comprobar y estudiar las causas por desvíos superiores al 20%.			
EMERGENCIAS			Comprobar que encienden cuando falla el alumbrado.		

En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación, conservarán constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, indicando, como mínimo: las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas y la sustitución de elementos defectuosos que se hayan realizado. Las anotaciones deberán llevarse al día y estarán a disposición de los servicios de inspección de la Comunidad Autónoma correspondiente.

El mantenimiento preventivo de las instalaciones de tierra, garantizará la operatividad de las mismas y que éstas al dejar de estar en servicio no pueden ser en si el origen de riesgos o siniestros riesgos tanto a las personas, como a los bienes o al medio ambiente.

Operaciones a realizar por el personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema o por el personal de la empresa mantenedora autorizada.

Equipo o sistema	Cada Mes	Cada 6 Meses	Cada Año	Cada 5 Años	Cada 10 Años
RED GENERAL DE TIERRA			Medición del valor de tierra. Comprobación de la continuidad.		

En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación, conservarán constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, indicando, como mínimo: las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas y la sustitución de elementos defectuosos que se hayan realizado. Las anotaciones deberán llevarse al día y estarán a disposición de los servicios de inspección de la Comunidad Autónoma correspondiente.

5.1.4.- Comunicación de anomalías o incidencias al titular de la actividad

La comunicación de anomalías o incidencias detectadas durante las revisiones de mantenimiento a las instalaciones y equipos, así como cualquier otra detectada en cualquier momento o lugar, deberán comunicarse al jefe de emergencia, con el objeto de determinar y evaluar la naturaleza de las mismas, las consecuencias y en su caso la necesidad de activar el Plan de Autoprotección.

El objetivo es dejar constancia documental de la comunicación de dicha anomalía o incidencia al jefe de emergencia.

- El contenido detallado de las anomalías e incidencias detectadas.
- Las máquinas, instalaciones, servicios y equipos afectados.
- La naturaleza de los vertidos, escapes, contaminantes, etc. que provoca o puede provocar la anomalía detectada.
- Informe del responsable de área, zona o servicio afectado.

5.1.5.- Inspecciones de seguridad.

El edificio puede presentar una relación de instalaciones sujetas a “inspección reglamentaria” que con la periodicidad y el alcance que determina la reglamentación de cada una de ellas, debe ser realizada por un “Organismo de Control Autorizado”.

La relación exhaustiva de las instalaciones afectadas por este requisito legal, así como la documentación y el “libro de registro” de las inspecciones de seguridad que se lleven a cabo, incluidas las actas de “conformidad” y/o acciones correctivas derivadas de las inspecciones, deben estar depositadas en el Servicio de Mantenimiento, responsable de su gestión y control.

5.1.6.- Realización de auditorías e inspecciones de seguridad

El titular de la actividad podrá realizar cuando lo considere oportuno auditorías sobre la seguridad del establecimiento y la optimización del Manual de Autoprotección mediante personal propio y externo.

En dicha auditoría un responsable de prevención de riesgos externo al establecimiento industrial y designado para este efecto por la empresa, realizará las siguientes comprobaciones.

- Comprobación de que el programa de formación ha sido convenientemente impartido por el Jefe de Emergencia a todos los participantes en el plan.
- Verificación de los simulacros y de sus informes asociados.
- Comprobación de necesidad de actualizar el Plan y fechas para realizarlo en caso afirmativo.
- Comprobación y registro de tareas de mantenimiento de las instalaciones de protección contra incendios.
- Comprobación de accidentes y sus informes asociados.
- Revisión de posibles fallos no documentados en sistemas de protección
- Verificación de cambios en la distribución del edificio en relación a los recorridos de evacuación e instalaciones de PCI.



**BLOQUE III:
PLAN DE ACTUACIÓN**

A large, light gray, stylized graphic of an eye or a target symbol is centered on the page. It consists of a central circle, an inner ring, and an outer ring, with a horizontal line passing through the center from left to right.

6.- CAPÍTULO 6: PLAN DE ACTUACIÓN



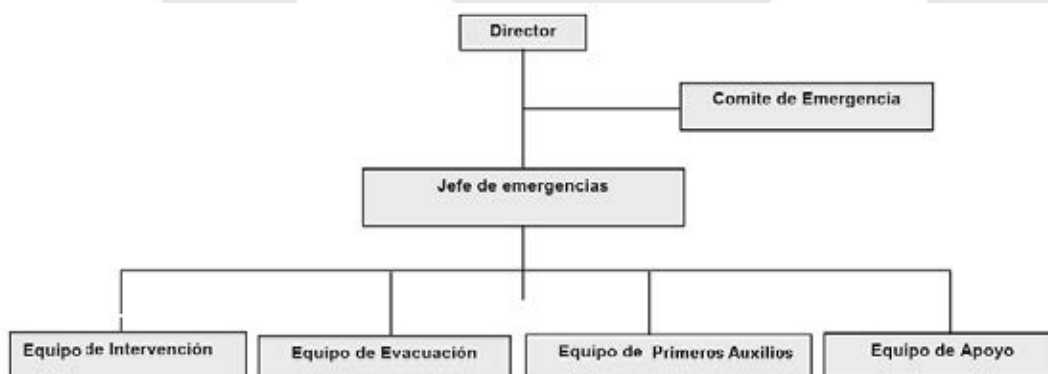
El PLAN DE ACTUACIÓN es la planificación y definición de las acciones a seguir para la utilización óptima de los medios y recursos técnicos y humanos previstos en caso tener que activar el Plan de Autoprotección como consecuencia de cualquier emergencia debida tanto a los riesgos propios de la actividad desarrollada, a los riesgos externos, con la finalidad de reducir al máximo sus posibles consecuencias humanas, materiales o al medio ambiente.

6.1.-IDENTIFICACIÓN Y FUNCIONES DE LOS EQUIPOS Y PERSONAS. ORGANIZACIÓN

Antes de organizar el plan de actuación, es necesario definir una organización jerarquizada de responsabilidades, ya que en toda situación de emergencia esto proporciona una mayor garantía de eficacia y seguridad en las intervenciones.

La organización jerárquica de responsabilidades básica en un Plan de Autoprotección es:

- Un Director del Plan de Emergencias.
- Un Comité de Emergencias.
- Un Jefe de Emergencias (Responsable del Plan de Autoprotección).
- Equipos de Emergencia:
 - o Equipo de Intervención.
 - o Equipo de Alarma y Evacuación.
 - o Equipo de Primeros Auxilios.
 - o Equipo de Apoyo.



todo esto coordinado desde el Centro de Coordinación de emergencias del establecimiento.

La distribución de responsabilidades y contacto de todos los participantes de este plan adjunta en un anexo a este Plan de Autoprotección.

6.1.1.- Director del Plan de Emergencias

El Director de Emergencias es quien asume la máxima responsabilidad en la implantación y actualización permanente del Plan de Autoprotección (PA).

La designación debe recaer en la persona de mayor nivel de mando, el director.

El Director de Emergencias puede delegar las acciones necesarias para la implantación y mantenimiento del PA en el Jefe de Emergencias quien, en caso de emergencia, puede asumir asimismo las funciones de máxima responsabilidad.

En situación de emergencia de nivel 3 (ver en apartados posteriores), el Director de Emergencias contará asimismo con el Comité de Emergencias que le asesorará en todo momento.

6.1.2.- Comité de Emergencias

Es conveniente nombrar un Comité de Emergencias, formado por tres a cinco miembros, en el que estén representados todos los estamentos y que será presidido por el Director.

Son funciones principales del Comité de Emergencias:

- Dar su conformidad al PA presentado.
- Garantizar su implantación, mantenimiento y actualización permanente.
- En situación de emergencia, junto con el Jefe de Emergencias y el Director, dirigir las actuaciones correspondientes.

6.1.3.- Jefe de Emergencias

Es el responsable de la aplicación del Plan de Emergencia y, por tanto:

- Planifica la formación, la instrucción y el adiestramiento del personal de acuerdo a lo previsto en el P.A.
- Organiza y supervisa los simulacros de emergencia.
- Realiza los informes de los accidentes e incidentes que se produzcan y propone las medidas correctoras pertinentes.

En situación de emergencia:

- Declara, en caso necesario, la situación de “emergencia general” o emergencia de Nivel 3.
- Coordina desde el Centro de Coordinación de Llamadas.
- Ordena la ejecución del Plan de Evacuación.
- Pide ayuda exterior.
- Declara el fin de la situación de emergencia.

6.1.4.- Equipos de Emergencia

Los Equipos de Emergencia están constituidos por personas especialmente instruidas para desempeñar funciones concretas en caso de emergencia.

Los Equipos de Emergencia, según las funciones que desempeñan, se denominan:

- Equipo de Intervención.
- Equipo de Alarma y Evacuación.
- Equipo de Primeros Auxilios.
- Equipo de Apoyo.

Aunque cada Equipo de Emergencia tiene funciones específicas, es también responsabilidad de todos sus componentes las siguientes funciones generales:

- Estar informados del riesgo general y particular correspondiente a las distintas zonas del edificio.
- Comunicar las anomalías que observen y verificar que sean subsanadas.
- Conocer las instalaciones, los medios de protección, los primeros auxilios y sus normas de empleo y uso.
- Cumplir las funciones específicas asignadas a cada uno de los equipos.

EQUIPO DE INTERVENCIÓN

Es el Equipo especialmente constituido para intervenir en el control de la situación de emergencia y, por tanto, sus componentes son personas instruidas en técnicas de extinción de incendios y en los aspectos generales que intervienen en el control de situaciones de emergencias.

En contacto con el Jefe de Emergencias, le informa de la situación y solicita las necesidades que se le presentan.

Colabora con los Servicios Externos, informándoles y proporcionándoles cuanto precisen de los medios de protección disponibles.

El Equipo de Intervención se constituye en los distintos turnos y todos los días del año.

El número de sus componentes oscila entre dos y cinco, uno de los cuales asumirá las funciones de Coordinador del equipo.

En situación de emergencia:

- Atienden cualquier emergencia para la que se les solicite.
- Se desplazan al punto que se les indique de forma inmediata.
- Actúan siguiendo las instrucciones del coordinador del equipo, que es la persona responsable de coordinar al Equipo de Intervención para optimizar las

actuaciones sobre las causas y consecuencias derivadas de la emergencia y conseguir su control.

EQUIPO DE EVACUACIÓN

Es el Equipo formado por personas que colaboran para que el proceso de salida o desalojo del edificio se realice de acuerdo con las instrucciones del Plan de Evacuación.

De acuerdo con la cadena de mando, el equipo es dirigido por el Jefe de emergencias.

El Equipo de Evacuación actúa en situación de emergencia de nivel 3, de “alarma general” y siempre que se active la evacuación siguiendo las siguientes instrucciones de carácter general:

- Transmitir tranquilidad, pero actuando con firmeza para conseguir una evacuación rápida y ordenada.
- Cuidar de que todos cumplan las instrucciones generales de la evacuación.
- Cumplir las instrucciones específicas que se les hayan asignado, antes de abandonar la zona.

EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS

Es el Equipo especialmente constituido para intervenir en caso de ser necesario realizar operaciones de primeros auxilios y, por tanto, sus componentes son personas instruidas en técnicas de primeros auxilios.

EQUIPO DE APOYO

Es el equipo formado por miembros, preferentemente de mantenimiento, que asumen las funciones de apoyo que le solicite el Jefe de Emergencias.

En situación de emergencia están físicamente disponibles en el Centro de Coordinación de llamadas, a la espera de que se le requiera para algún servicio que sea necesario realizar.

6.1.5.- Centro de Coordinación de Emergencias

El Centro de Coordinación de emergencias es donde se reciben los avisos o llamadas de alarma y desde donde se movilizan los recursos necesarios para el control de la emergencia.

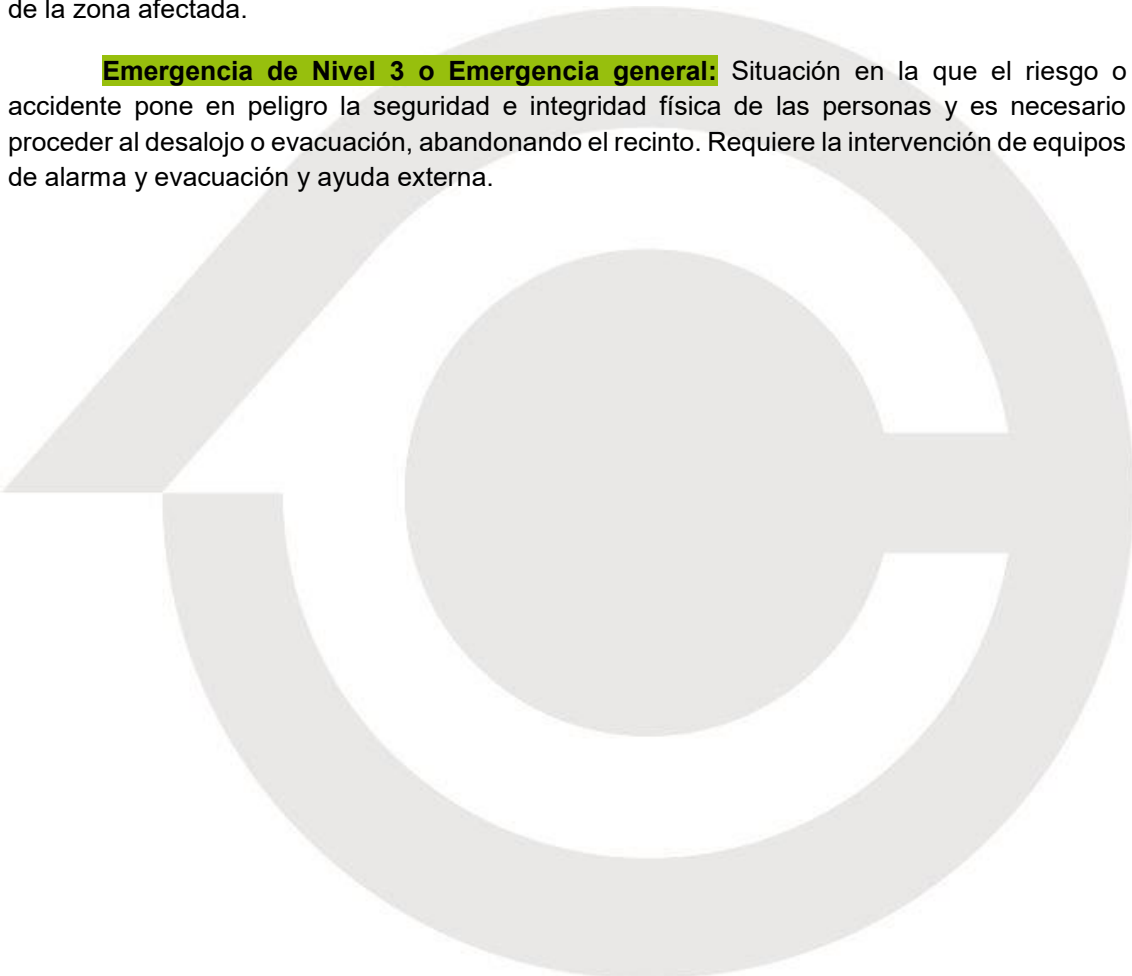
6.2.-IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS EMERGENCIAS SEGÚN LA GRAVEDAD

Se distinguen tres niveles de emergencia, cada uno de los cuales se corresponde con un nivel de gravedad:

Emergencia de Nivel 1 o Conato de emergencia: Situación en la que el riesgo o accidente que la provoca, puede ser controlado de forma sencilla y rápida, con los medios y recursos disponibles presentes en el momento y lugar del incidente.

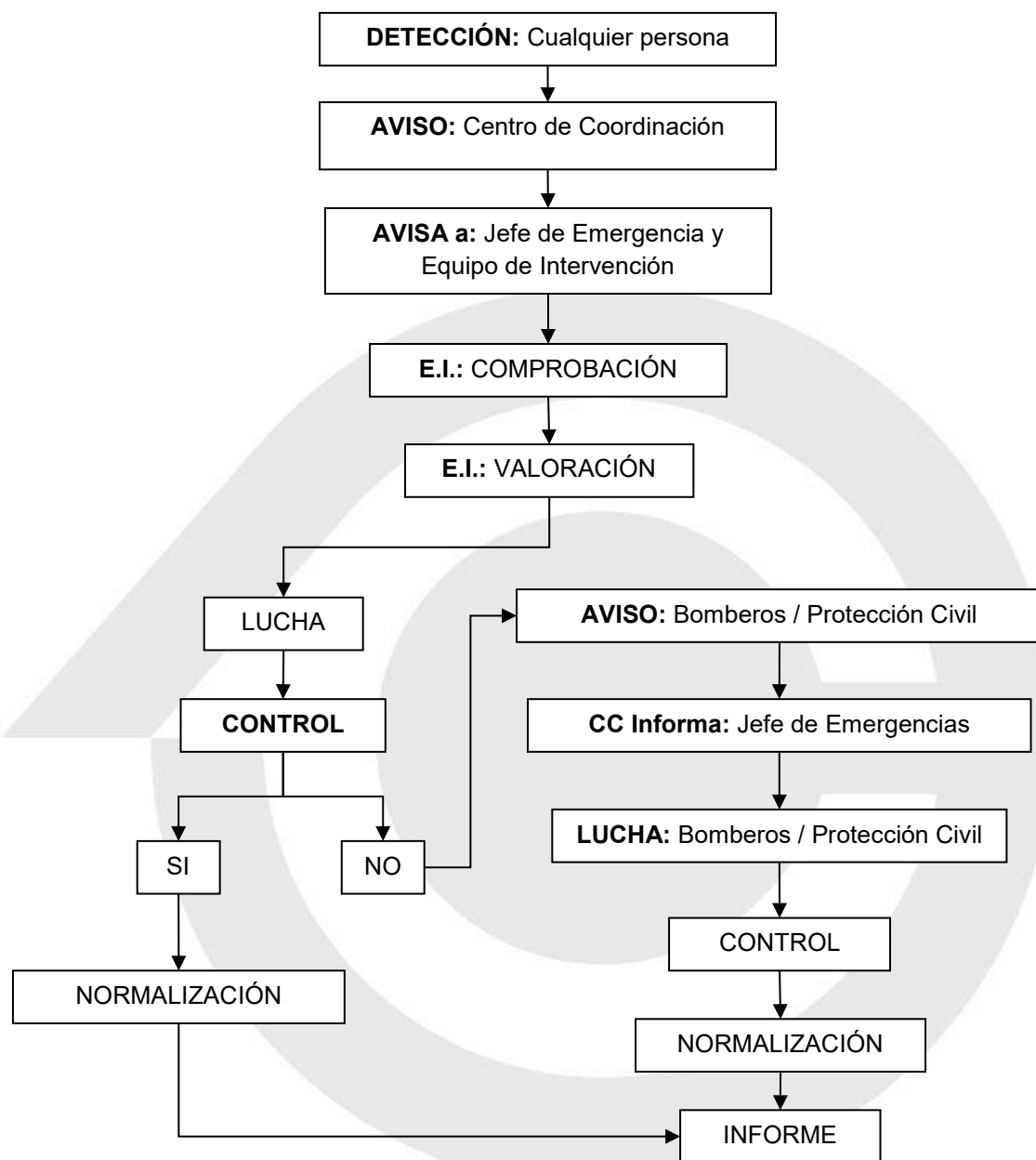
Emergencia de Nivel 2 o Emergencia local: Situación en la que el riesgo o accidente requiere para ser controlado la intervención de equipos designados e instruidos expresamente para ello; afecta a una zona del edificio y puede ser necesaria la “evacuación parcial” o desalojo de la zona afectada.

Emergencia de Nivel 3 o Emergencia general: Situación en la que el riesgo o accidente pone en peligro la seguridad e integridad física de las personas y es necesario proceder al desalojo o evacuación, abandonando el recinto. Requiere la intervención de equipos de alarma y evacuación y ayuda externa.



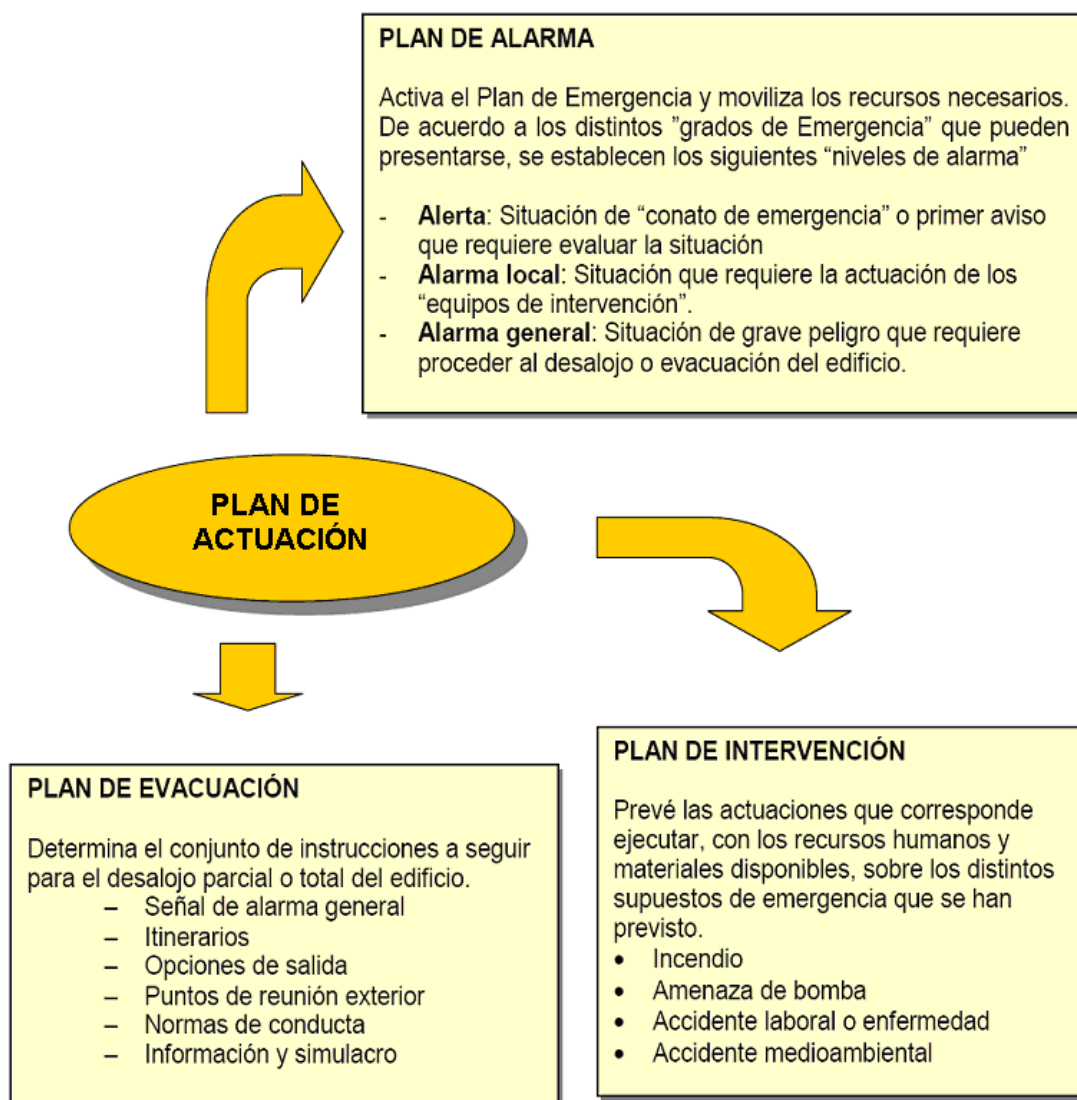
6.3.-PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN GENERAL ANTE EMERGENCIAS

El procedimiento general en caso de emergencia será el siguiente:



De forma más concreta, cualquier plan de actuación consta de:

- Un Plan de Alarma
- Un Plan de Evacuación
- Un Plan de Intervención



6.3.1.- Plan de Alarma

El control de una situación de emergencia y de seguridad de las personas frente a ella, depende fundamentalmente de la inmediatez con que se activa el Plan de Autoprotección.

El objetivo del plan de alarma es conseguir una rápida movilización de los recursos necesarios, según la gravedad del riesgo.

PLAN DE ALARMA EN CASO DE EMERGENCIA DE NIVEL 1 o Conato de Emergencia

INSTRUCCIONES GENERALES

Cualquier persona que pueda verse involucrada en una situación de "conato de emergencia" está obligada a comunicarlo de inmediato al Centro de Coordinación.

El aviso de la situación de ALERTA, se podrá realizar por cualquiera de los medios previstos en el edificio.

- Dando la voz de alarma de modo directo.
- A través de los pulsadores del sistema de PCI que harán sonar las sirenas.
- Llamando telefónicamente al personal.

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS PARA EL CENTRO DE COORDINACIÓN

- 1º. Movilizar al Jefe de Intervención y su equipo (EI) a la zona.
- 2º. Esperar el informe del EI no más de 10 minutos, transcurridos los cuales actuará:
 - Si el informe es NEGATIVO, dará por controlada la situación.
 - Si el informe es POSITIVO o si no contestan, movilizará al Jefe de Emergencias y a todo el Equipo de Intervención.

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS PARA EL EQUIPO DE INTERVENCIÓN

- 1º. Atender la llamada del Centro de Coordinación para el reconocimiento de la zona y el control de la emergencia si procede.
- 2º. Dirigirse sin entretenerse al punto o zona que se les indique.
- 3º. Seguir las instrucciones del Jefe de Intervención en las tareas de “intervención”.
- 4º. Informar al Centro de Coordinación, de las causas que han motivado el nivel de emergencia y la evaluación de la situación, antes de que transcurran **10 minutos**.

PLAN DE ALARMA EN CASO DE EMERGENCIA DE NIVEL 2 o Emergencia Local

INSTRUCCIONES GENERALES

Cualquier persona que pueda verse involucrada en una situación de “emergencia local”, está obligada a comunicarlo de inmediato al Centro de Coordinación.

El aviso se podrá realizar por cualquiera de los medios que se indiquen, previstos en el edificio.

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS PARA EL CENTRO DE COORDINACIÓN

- 1º. Movilizar a todo el Equipo de Intervención, incluido el Jefe de Intervención.
- 2º. Dar aviso al Jefe de Emergencias (JE).
- 3º. Dar el preaviso a los Servicios de Ayuda Exterior que se consideren necesarios.

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS PARA LOS EQUIPOS DE EMERGENCIA

1. Responder inmediatamente actuando conforme a las instrucciones particulares recibidas.

- Equipo de Intervención:

Acudirán a la zona donde se ha producido la emergencia.

- Equipo de Evacuación:

Estarán preparados para, en caso necesario, actuar bajo las instrucciones específicas del Jefe de Emergencia.

- Equipo de Primeros Auxilios:

Estarán preparados para, en caso necesario, actuar bajo las instrucciones específicas del Jefe de Emergencia.

- Equipo de Apoyo:

Estarán preparados para, en caso necesario, actuar bajo las instrucciones específicas del Jefe de Emergencia.

2. Todos deberán cumplir las instrucciones que reciban de su inmediato superior en la cadena de mando.

PLAN DE ALARMA EN CASO DE EMERGENCIA DE NIVEL 3 o Emergencia General

INSTRUCCIONES GENERALES

Cuando el Jefe de Emergencias declare la situación de “Emergencia General” se activará el sistema de ALARMA GENERAL.

Cuando esto ocurra, **todos** deben seguir las siguientes instrucciones generales:

1. Desalojar el edificio, siguiendo el itinerario marcado para su zona.
2. No hacer uso de los ascensores.
3. No correr, conservando la serenidad.
4. No detenerse en las salidas, sino continuar hasta alcanzar el exterior.
5. No retroceder, ni volver bajo ningún concepto.
6. Una vez fuera del edificio esperar en el PUNTO DE REUNION previsto.

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS PARA EL CENTRO DE COORDINACIÓN

Sólo el Jefe de Emergencias puede declarar el estado de “Emergencia General”. En ese caso, el Centro de Coordinación:

1. Activará el sistema de ALARMA GENERAL, sólo cuando así lo indique el Jefe de Emergencias.

2. Solicitará Ayuda Externa.

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS PARA LOS EQUIPOS DE EMERGENCIA

- Equipo de Intervención
 - o Seguir preparados a disposición de Jefe de Emergencias o Intervención.
 - o Si llega el caso, colaborar con la Ayuda Externa, si lo precisan.

- Equipo de Alarma y Evacuación
 - o Acudir cada uno a la zona asignada para coordinar el desalojo.
 - o Comprobar que no se queda nadie en su zona.
 - o Comunicar al Centro de Coordinación las incidencias.

- Equipo de Primeros Auxilios
 - o Estar preparado a disposición de Jefe de Emergencias y actuar cuando este lo solicite.

- Equipo de Apoyo
 - o Estar preparado en el Centro de Coordinación a disposición del Jefe de emergencias.

6.3.2.- Plan de Intervención. Qué hacer en caso de...

El Plan de Intervención indica qué se debe hacer en los distintos supuestos de emergencias que pueden presentarse.

6.3.2.1 Intervención en caso de incendio

Se seguirán las siguientes pautas:

- Como norma general: primero alertar y luego intervenir.
- Nunca poner en peligro la integridad física.
- Mantener la serenidad y obrar con actuaciones firmes, sabiendo siempre lo que se hace. A ser posible nunca actuar sólo, sino actuar en equipo de 2 personas como mínimo.
- Ante un incendio, tratar de separar el material combustible del foco del incendio.

- Intentar apagarlo mediante los extintores portátiles
- Vigilar y proteger la retirada para caso necesario. Estar atentos ante la posibilidad de verse envuelto súbitamente por las consecuencias del fuego.
- Si se queda atrapado por el humo, respirar por la nariz en intervalos cortos. Gatear por el suelo buscando el oxígeno y la menor concentración de gases sofocantes y tóxicos.
- Si es posible localizar tejidos (nunca de fibra artificial) que podrán aplicarse sobre las vías respiratorias para evitar la inhalación de gases tóxico o para cubrirse en caso de tener que atravesar zonas calientes.
- El pánico es un factor emocional provocado por el miedo que en ocasiones lleva a correr un riesgo superior. El riesgo de pánico se acrecienta si una persona lo extiende a un colectivo. La serenidad y la firmeza de las personas del equipo de intervención evitan situaciones de pánico colectivo. En presencia de grupos conviene detectar aquellas personas proclives a los ataques de pánico.
- Si no se puede controlar se alertará de inmediato el concurso de la Ayuda Externa. Mientras acuden, se tratará de evitar que el suceso alcance mayores dimensiones.
- Acudir al punto de encuentro para confirmar la evacuación segura y efectuar el recuento de personal.
- Se realizará una evaluación de los distintos tipos de residuos para una correcta separación mediante un gestor autorizado.

6.3.2.2 Intervención en caso de explosión

Se seguirán las siguientes pautas:

- Como norma general: primero alertar y luego intervenir.
- Ante una explosión, en los primeros instantes se debe de evitar que el suceso alcance mayores dimensiones en aquello que sea posible a la vista de las circunstancias. Asimismo, se tratará de controlar la situación de desorden o de caos que se habrá desencadenado.
- Alertará el **Jefe de emergencia**, declarando la emergencia y requiriendo la ayuda de los Equipos exteriores. Se tratará de rescatar, socorrer y atender a los heridos, si los hubiera, hasta la llegada de los servicios especializados de la Ayuda Externa. Se comprobará que no queda nadie atrapado o en situación de peligro o de gravedad.
- Acudir al punto de encuentro para confirmar la evacuación segura y efectuar el recuento de personal.
- Se realizará una evaluación de los distintos tipos de residuos para una correcta separación mediante un gestor autorizado.

6.3.2.3 Intervención en caso de escape de productos y/o sustancias tóxicas

Se seguirán las siguientes pautas:

- Como norma general: primero alertar y luego intervenir.
- Ante un escape de productos y/o sustancias tóxicas, se declarará una emergencia general y se evacuará el establecimiento.
- Cortar inmediatamente la alimentación eléctrica si no existe peligro en la operación por estar seguro de que en la zona donde se encuentra el cuadro general no hay peligro. Siempre será más peligroso que por distracción se encienda un interruptor en un punto no controlado o se provoque una explosión de otra forma.
- El escape tóxico también puede provocar la asfixia por sustitución del aire en determinadas zonas, aunque si se trata de gases combustibles, su mayor riesgo es la explosión, por lo que siempre deberán ventilarse los locales.
- Si no ofrece peligro el acceso, se cortarán los suministros. Si no se puede o no se sabe controlar, se alertará de inmediato para solicitar la incorporación de la Ayuda Externa. Mientras tanto, se tratará de evitar que el suceso alcance mayores dimensiones.
- Acudir al punto de encuentro para confirmar la evacuación segura y efectuar el recuento de personal.

6.3.2.4 Intervención en caso de accidente de trabajo

Se seguirán las siguientes pautas:

- Se comunicará al **Jefe de emergencia**, para que requiera la presencia del Equipo de Intervención y la Ayuda Exterior. Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.
- Ante un accidente de trabajo en las instalaciones o en las dependencias de la actividad, deberá atenderse al accidentado, para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.
- En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.
- En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.

6.3.2.5 Intervención en caso de incidente con materiales peligrosos

Se seguirán las siguientes pautas:

- Como norma general: primero alertar y luego intervenir.

- Ante un incidente con materiales peligrosos, se declarará un conato de emergencia y se intentará resolver la situación con medios propios o con el concurso de los servicios técnicos especializados. Mientras estos últimos acuden, el personal interviniente adoptará las medidas oportunas para evitar daños mayores, tanto para las personas como para las instalaciones.
- Se cortará inmediatamente la alimentación eléctrica si existe peligro de incendio, por la naturaleza del incidente.
- Se comunicará la situación al **Jefe de emergencia**, así como al Equipo de Intervención, para que intervengan tratando de hacerse cargo de la situación.
- Evaluada la situación actual del incidente por el Jefe de emergencia, actuará en consecuencia alertando si es preciso a los Equipos de ayuda externa.
- Si no se puede o no se sabe controlar la situación, se alertará de inmediato para solicitar la incorporación de la Ayuda Externa. Mientras tanto, se tratará de evitar que el suceso alcance mayores dimensiones.
- Se realizará una evaluación de los distintos tipos de residuos para una correcta separación mediante un gestor autorizado.

6.3.2.6 Intervención en caso de incidente con máquinas, equipamientos o instalaciones

Se seguirán las siguientes pautas:

- Como norma general: primero alertar y luego intervenir.
- Ante un incidente con máquinas, equipos o instalaciones, se declarará un conato de emergencia y se intentará resolver la situación con medios propios o con el concurso de los servicios técnicos especializados. Mientras estos últimos acuden, el personal interviniente adoptará las medidas oportunas para evitar daños mayores, tanto para las personas como para la instalación.
- Se cortará inmediatamente la alimentación eléctrica si existe peligro de incendio, por la naturaleza del incidente.
- Se comunicará la situación al **Jefe de emergencia**, así como al Equipo de Intervención, para que intervengan tratando de hacerse cargo de la situación.
- Evaluada la situación actual del incidente por el Jefe de emergencia, actuará en consecuencia alertando si es preciso a los Equipos de ayuda exteriores.
- Si no se puede o no se sabe controlar la situación, se alertará de inmediato para solicitar la incorporación de la Ayuda Externa. Mientras llega la ayuda necesaria, atenderá a los heridos si los hubiera, paralizará la instalación y evitará que accidentalmente puedan verse involucradas las personas.
- Se realizará una evaluación de los distintos tipos de residuos para una correcta separación mediante un gestor autorizado.

6.3.2.7 Intervención en caso de movimientos sísmicos

Se seguirán las siguientes pautas:

- Si se encuentra en el exterior, alejarse de las proximidades de los edificios para evitar la proyección de aleros u otros elementos de los tejados o de las cornisas y no situarse bajo la copa de grandes árboles o en la línea de su posible caída.
- Procurar no acercarse ni penetrar en edificios dañados. El peligro mayor por caída de escombros, revestimientos, cristales, etc., está en la vertical de las fachadas.
- Los terremotos suelen producir en ocasiones pánico en las personas. Si se tiene entereza, tranquilizar al resto de los presentes y en particular a aquellas personas con mayor pánico que puedan inducirlo sobre el colectivo.
- Intente responder a las llamadas de ayuda y colaborar con los Equipos intervinientes, pero no acuda a las zonas afectadas sin que lo solicite el Equipo de intervención. Es importante evitar curiosear por las zonas siniestradas; esto es peligroso y además dificultará las labores de rehabilitación.
- Si la gravedad de las consecuencias así lo aconseja, el Jefe de emergencia declarará alguno de los niveles de respuesta previstos:
 - o Conato de emergencia.
 - o Emergencia Parcial.
 - o Emergencia General.
- El Jefe de emergencia impartirá instrucciones al equipo de intervención, y en su caso, solicitará la presencia de la ayuda externa.
- Acudir al punto de encuentro para confirmar la evacuación segura y efectuar el recuento de personal.
- Se realizará una evaluación de los distintos tipos de residuos para una correcta separación mediante un gestor autorizado.

6.3.2.8 Intervención en caso de tormentas

Se seguirán las siguientes pautas:

- Ante situaciones de emergencia originadas por lluvias intensas, es muy importante mantenerse permanentemente informado a través de la radio y de otros medios de comunicación, de las predicciones meteorológicas y el estado de la situación. El Jefe de emergencia, delegará en una persona que será responsable de mantenerle informado sobre el avance de la situación.
- Seguir las indicaciones de Protección Civil.
- Intente responder a las llamadas de ayuda y colaborar con los Equipos intervinientes, pero no acuda a las zonas afectadas sin que lo solicite el Equipo de intervención. Es importante evitar curiosear por las zonas siniestradas; esto es peligroso y además dificultará las labores de rehabilitación.
- Si la gravedad de las consecuencias así lo aconseja, el Jefe de emergencia declarará alguno de los niveles de respuesta previstos:

- Conato de emergencia.
- Emergencia Parcial.
- Emergencia General.
- El Jefe de emergencia impartirá instrucciones al equipo de intervención, y en su caso, solicitará la presencia de la ayuda externa.
- Acudir al punto de encuentro para confirmar la evacuación segura y efectuar el recuento de personal.
- Se realizará una evaluación de los distintos tipos de residuos para una correcta separación mediante un gestor autorizado.

6.3.2.9 Intervención en caso de rayos y tormentas eléctricas

Se seguirán las siguientes pautas:

- Ante situaciones de emergencia originadas por tormentas eléctricas (que pueden además ir o no ir acompañadas de lluvia), es muy importante mantenerse permanentemente informado a través de la radio y de otros medios de comunicación, de las predicciones meteorológicas y el estado de la situación. El Jefe de emergencia, delegará en una persona que será responsable de mantenerle informado sobre el avance de la situación.
- Impedir la salida al exterior del personal de la empresa o de los visitantes.
- Seguir las indicaciones de Protección Civil.
- Desconectar los aparatos eléctricos y electrónicos de la red eléctrica, ya que una subida de tensión podría causar más daños en los equipos que unas horas de inactividad. Si es preciso desconectar el tendido eléctrico.
- Intente responder a las llamadas de ayuda y colaborar con los Equipos intervinientes, pero no acuda a las zonas afectadas sin que lo solicite el Equipo de intervención. Es importante evitar curiosear por las zonas siniestradas; esto es peligroso y además dificultará las labores de rehabilitación.
- Si la gravedad de las consecuencias así lo aconseja, el Jefe de emergencia declarará alguno de los niveles de respuesta previstos:
 - Conato de emergencia.
 - Emergencia Parcial.
 - Emergencia General.
- El Jefe de emergencia impartirá instrucciones al equipo de intervención, y en su caso, solicitará la presencia de la ayuda externa.

6.3.2.10 Intervención en caso de vientos fuertes

Se seguirán las siguientes pautas:

- Ante situaciones de emergencia originadas por vientos fuertes y huracanados, es muy importante mantenerse permanentemente informado a través de la radio y de otros medios de comunicación, de las predicciones meteorológicas y el estado de la situación. El Jefe de emergencia, delegará en una persona que será responsable de mantenerle informado sobre el avance de la situación.
- El personal deberá permanecer en la empresa, si el temporal le sorprende dentro de la misma.
- Afianzar todos los objetos y elementos que pudiesen ser desplazados por el aire.
- Suspender todos los trabajos en el exterior y afianzar andamios, escaleras de mano y demás medios auxiliares en evitación de desplomes.
- Evitar la salida al exterior, y en caso necesario de salir, es conveniente alejarse de cornisas, muros o árboles, que puedan llegar a desprenderse y tomar precauciones delante de edificaciones en construcción o en mal estado.
- Seguir las indicaciones de Protección Civil.
- Intente responder a las llamadas de ayuda y colaborar con los Equipos intervinientes si tuviere lugar, pero no acuda a las zonas afectadas sin que lo solicite el Equipo de intervención.
- Si la gravedad de las consecuencias así lo aconseja, el Jefe de emergencia declarará alguno de los niveles de respuesta previstos:
 - o Conato de emergencia.
 - o Emergencia Parcial.
 - o Emergencia General.
- El Jefe de emergencia impartirá instrucciones al equipo de intervención, y en su caso, solicitará la presencia de la ayuda externa.
- Se realizará una evaluación de los distintos tipos de residuos para una correcta separación mediante un gestor autorizado.

6.3.2.11 Intervención en caso de alerta biológica

La actuación en estos casos, estará dirigida por Protección Civil, siguiendo el Jefe de emergencia las indicaciones dirigidas por Protección Civil.

- Ante el Aviso por Protección Civil, de una alerta biológica, el Jefe de emergencia, solicitarán a Protección Civil el Protocolo de actuaciones a realizar frente al tipo de emergencia comunicado.
- Permanecer atentos a las informaciones transmitidas por las emisoras de radio, televisión u otros medios. No seguir instrucciones que no provengan de fuentes oficiales. No abusar del uso del teléfono para evitar el bloqueo de las líneas telefónicas.
- Se informará por Protección Civil directamente o en su caso sí afecta a grandes áreas a través de los medios de comunicación, sobre las medidas de protección que se aplicarían según el caso y cómo se tendrían que llevar a cabo.

6.3.2.12 Intervención en caso de escapes y nubes tóxicas

La actuación en estos casos, estará dirigida por Protección Civil, siguiendo el Jefe de emergencia las indicaciones dirigidas por Protección Civil.

- Ante el Aviso por Protección Civil, de un escape o nube tóxica contaminante, el Jefe de emergencia, solicitarán a Protección Civil el Protocolo de actuaciones a realizar frente al tipo de emergencia comunicado.
- Permanecer atentos a las informaciones transmitidas por las emisoras de radio, televisión u otros medios. No seguir instrucciones que no provengan de fuentes oficiales. No abusar del uso del teléfono para evitar el bloqueo de las líneas telefónicas.
- Se informará por Protección Civil directamente o en su caso sí afecta a grandes áreas a través de los medios de comunicación, sobre las medidas de protección que se aplicarían según el caso y cómo se tendrían que llevar a cabo.

6.3.2.13 Intervención en caso de aviso de bomba

Se seguirán las siguientes pautas:

- Ante un conato de aviso de Bomba dentro de las instalaciones, deberá mantenerse la calma y la serenidad, y comunicar la acción al **Jefe de emergencia**, el cual evaluará la situación y adoptará las medidas oportunas.
- Solicitarse directamente la presencia de la Ayuda Externa (Policía).
- Recabar y tratar de conseguir la máxima información posible dada por teléfono, al objeto de poder facilitarla a la Policía:
 - Voz de hombre o mujer.
 - Voz manipulada o entrecortada.
 - Ruidos de fondo.
 - Duración de las llamadas.
 - Aspecto manifiesto de la voz: temblorosa, risueña, enfadada, amenazante, informativa, etc.
 - Idioma o acento de la voz.
 - Cualquier pista puede ser vital de cara a una posible identificación del delincuente.
- El **Jefe de emergencia**, actuará siguiendo siempre las indicaciones de la Policía, y en su caso, si así lo requiriera, informando inmediatamente al Equipo de Intervención, dando la voz de Alarma, para la evacuación del edificio.

6.3.2.14 Intervención en caso de carta bomba

Se seguirán las siguientes pautas:

- Ante una explosión provocada por una carta Bomba dentro de las instalaciones, deberá mantenerse la calma y la serenidad, y comunicar la acción al **Jefe de emergencia**, el cual evaluará la situación y adoptará las medidas oportunas.

Asimismo, se tratará de controlar la situación de desorden o de caos que se habrá desencadenado.

- Se avisará a la Ayuda Externa (Policía y Servicios médicos).
- Se tratará de rescatar, socorrer y atender a los heridos, si los hubiera, hasta la llegada de los servicios especializados de la Ayuda Externa. Se comprobará que no queda nadie atrapado o en situación de peligro o de gravedad.
- El **Jefe de emergencia**, actuará siguiendo siempre las indicaciones de la Policía, y en su caso, si así lo requiriera, informando inmediatamente al Equipo de Intervención, dando la voz de Alarma, para la evacuación del edificio si fuese necesario.

6.3.2.15 Intervención en caso de detección de un paquete sospechoso.

Se seguirán las siguientes pautas:

- Ante la presencia de un paquete sospechoso, se alertará inicialmente al **Jefe de emergencia**, el cual actuará en consecuencia alertando al equipo de Intervención.
- Se evaluará la situación, y se adoptarán las medidas oportunas. Si se estima necesario el **Jefe de emergencia**, declarará la situación de emergencia y se solicitará la ayuda de los equipos exteriores de la Policía.
- Se evitará mientras acuden los servicios de policía, que las personas se acerquen de forma accidental al lugar donde se encuentre el paquete sospechoso, despejando la zona.
- Se recabará toda la información necesaria por la que la presencia del paquete se ha hecho sospechosa: destinatario, procedencia, forma, volumen, peso, etc. para poderlo comunicar a los servicios Policiales.
- El **Jefe de emergencia**, actuará siguiendo siempre las indicaciones de la Policía, y en su caso, si así lo requiriera, informando inmediatamente al Equipo de Intervención, dando la voz de alarma, para la evacuación del edificio.

6.3.2.16 Primeros auxilios.

Esta información se proporciona en un anexo a este plan.

6.3.3.- Plan de Evacuación

El objetivo del plan de evacuación es determinar el conjunto de instrucciones y normas para el desalojo del edificio o las instalaciones, en caso de ALARMA GENERAL.

Tipos de evacuación

Evacuación parcial: Cuando la emergencia sólo afecta a una zona y sólo es necesario el desalojo de la misma para facilitar el trabajo al Equipo de Intervención. Es, por tanto, un desplazamiento fuera de la zona afectada.

Evacuación general: Cuando se declara la situación de “emergencia general” a través del sistema de alarma general que obliga inexorablemente a evacuar el Edificio hacia el exterior.

**INSTRUCCIONES GENERALES EN CASO DE EMERGENCIA DE NIVEL 2
(ALARMA LOCAL) O EVACUACIÓN PARCIAL:**

1. El Jefe de Intervención determinará la zona que debe quedar desalojada.
2. Todos los afectados se desplazarán fuera de la zona si así lo solicita el Jefe de Intervención
3. Esperarán instrucciones de volver una vez controlada la emergencia, que le será comunicada por el Jefe de Intervención.
4. El Jefe de Emergencias enviará a los miembros del Equipo de Apoyo para “acordonar” la zona si el Jefe de Intervención lo requiere.

**INSTRUCCIONES GENERALES EN CASO DE EMERGENCIA DE NIVEL 3
(ALARMA GENERAL) O EVACUACIÓN TOTAL:**

Desde el Centro de Coordinación y bajo la indicación del Jefe de Emergencias se dará la orden de EVACUACIÓN accionando el sistema de ALARMA GENERAL o Emergencia Nivel 3.

Equipo de Evacuación

1. El Equipo de Alarma y Evacuación se movilizará para asumir las funciones específicas que a cada uno se le asigna en su zona correspondiente para coordinar el desalojo según las instrucciones recibidas.
2. Comprobar que no se queda nadie en la zona.
3. Comunicar al Centro de Coordinación las incidencias confirmando que todos están en el punto de reunión previsto en el exterior.

Equipo de Apoyo

- Estará en el Centro de Control disponible para actuar en lo que se le requiera.

Para todos los usuarios y ocupantes del establecimiento

1. Seguir el itinerario marcado de salida que corresponde a su área, con orden y rapidez hasta algún punto de reunión establecido, siguiendo las instrucciones generales que se le indiquen.
2. No entretenerse a coger objetos personales.
3. No detenerse en las salidas, continuar hasta alcanzar el punto de reunión.
4. No se retrocederá o volverá bajo ningún concepto, una vez declarado la ALARMA GENERAL y activado el Plan de Evacuación.
5. Sólo en caso necesario, por bloqueo del itinerario previsto, se debe utilizar el itinerario alternativo previsto.

6.3.4.- Modos de Recepción de Ayudas Externas

El Jefe de Emergencias se elegirá como interlocutor único. Les informará de la situación, estado de la evacuación, riesgos existentes, accesos, tomas de agua, etc. y les entregará los planos del establecimiento, asumiendo éstos el mando y actuaciones necesarias para el control de la emergencia.

El Equipo de Emergencia atenderá al personal desalojado y permanecerá a disposición de los Servicios de Ayuda Exterior, colaborando con éstos si su ayuda es requerida.





BLOQUE IV: IMPLANTACIÓN



A large, light gray, stylized graphic of an eye or a target symbol is centered on the page. It consists of a central circle, an inner ring, and an outer ring, with a horizontal line passing through the center of the inner ring.

**7.- CAPÍTULO 7: INTEGRACIÓN DE ESTE PLAN DE
AUTOPROTECCIÓN EN OTROS DE ÁMBITO SUPERIOR**



7.1.-PROTOCOLOS DE NOTIFICACIÓN DE EMERGENCIAS

Existirá una interfase entre el Plan de Autoprotección de la instalación y el Plan de Emergencia Exterior (PEE) a través de los canales de notificación entre la Terminal y la dirección del Plan de Emergencia Exterior, según lo indicado expresamente en ambos planes.

Ante una situación de emergencia la notificación de la emergencia será realizada por el Director del Plan, quien, determina la necesidad de solicitar ayuda externa. Se deberá informar igualmente, en situación de emergencia a los establecimientos y buques cercanos que puedan ser afectados.

El mensaje de notificación debe ser sencillo y conciso:

- Identificación de la empresa o institución.
- Tipo y categoría del accidente.
- Descripción de la instalación siniestrada.
- Descripción de la sustancia/s involucradas.
- Descripción de la situación actual del accidente incendio, explosión, derrame...
- Efectos de los accidentes.
- Acciones que se han tomado hasta el momento.

Aquellos sucesos que sin ser un accidente grave produzcan efectos perceptibles en el exterior susceptibles de alarmar a la población (ruidos, emisiones, pruebas de alarmas, prácticas de extinción de incendios, etc.) serán notificados utilizando los mismos medios empleados en los accidentes.

7.2.-COORDINACIÓN ENTRE LA DIRECCIÓN DEL PRESENTE PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y PROTECCIÓN CIVIL

La coordinación con el PEE se realiza mediante comunicación telefónica con el Centro de Control de Emergencias de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Tenerife, al que se le comunica la empresa, situación, categoría del accidente, efectos previstos y la necesidad de medidas de apoyo.

La planificación de las posibles consecuencias exteriores de los accidentes a las instalaciones dentro del recinto del Puerto, es competencia de los servicios de Protección de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Tenerife.

Producida la emergencia, una vez que se personen los Servicios de Emergencia Exterior, asumirán su dirección, cediendo todos a favor del Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento.

7.3.-COLABORACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE AUTOPROTECCIÓN CON EL CENTRO DE CONTROL DE EMERGENCIAS (CCE) DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE TENERIFE

El Director del Plan tiene la responsabilidad de notificar al C.C.E y/o bomberos cualquier situación de emergencia general. En función de la categoría del accidente, el director del PEE procede a la activación de este.

El nivel de respuesta lo determinará el director del plan de emergencia exterior de acuerdo con las características y evolución del accidente.

En aquellas situaciones en que los efectos del accidente sean perceptibles por la población (no siendo dañino), la actuación del PEE se limitará a una labor de información.



A large, light gray watermark of the stylized 'c' logo is centered on the page, partially obscured by the chapter title box.

8.- CAPÍTULO 8: IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN



8.1.- IMPLANTACIÓN DEL PLAN

La implantación del Plan de Autoprotección tiene por objeto la puesta en funcionamiento del mismo.

La implantación se debe llevar a cabo con el siguiente programa de actuaciones:

1. Constituir formalmente el Equipo Asesor de Emergencias (EAE)

El Director de Emergencias, máximo responsable del Edificio, convocará a los miembros seleccionados a la reunión de constitución del Comité de Emergencias, en la que se levantará un ACTA DE CONSTITUCIÓN para dejar constancia documental como documento que marca el inicio del proceso de implantación. En la reunión se informará de las obligaciones y deberes que corresponden a los miembros del Comité.

2. Presentación del Plan de Emergencia al Equipo Asesor de Emergencias

El PEE tendrá carácter provisional mientras no sea presentado al EA para su aprobación y/o corrección, si procede. Con la conformidad se podrá proceder a su implantación.

3. Selección de los componentes de los Equipos de Emergencia.

Podrán ser designados por el EA o por el Comité de Seguridad y Salud. No obstante, tendrá carácter voluntario porque sin la disposición a la colaboración no queda suficientemente garantizada la seguridad y eficacia del PEE.

4. Inicio de sesiones informativas para todo el personal.

Permitirán dar a conocer los aspectos fundamentales del PEE y las instrucciones generales previstas

5. Impartición de sesiones de formación, y adiestramiento para los componentes de los Equipos de Emergencia.

En orden a mejorar sus conocimientos para el desempeño de las funciones que se le han asignado.

6. Ejercicios de actuación práctica en situaciones de emergencia o Simulacros

Para que todos se familiaricen y habitúen con las actuaciones del PEE, puedan detectarse carencias y anomalías y posibilitarse la mejora permanente del sistema.

8.2.- IDENTIFICACIÓN DEL RESPONSABLE DE LA IMPLANTACIÓN DEL PLAN

El responsable último de la implantación será el director(a) de emergencia quien aprobará y supervisará el cumplimiento del programa y las actuaciones de implantación diseñado para el establecimiento.

El responsable de llevar a cabo el plan de implantación programado será el Jefe de Emergencias.

8.3.-PROGRAMA DE FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL CON PARTICIPACIÓN ACTIVA EN EL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN

Deberá impartirse, al menos, un curso al año, dirigido a los miembros de los equipos de emergencia, para proporcionarles la instrucción y el adiestramiento necesarios.

El programa del curso tendrá por objetivo, asimismo, mejorar el conocimiento de las funciones encomendadas y de los medios de protección disponibles en el edificio, realizando ejercicios prácticos en el empleo y uso de los mismos.

8.4.-PROGRAMA DE FORMACIÓN E INFORMACIÓN A TODO EL PERSONAL

Dado que las acciones personales que no implican una práctica diaria o periódica – como las asignadas a ciertas personas en el Plan de Autoprotección - están expuestas a caer en el olvido, el Plan de formación del personal en general es fundamental. Este plan deberá contemplar, al menos, las acciones siguientes:

1. Sesiones informativas de carácter general, realizadas, al menos, una vez al año, a las que asistirán todo el personal del que trabaja en el establecimiento y en las que se explicará el Plan de Autoprotección, entregándose a cada uno de ellos un folleto con las consignas generales, las cuales se referirán al menos a:

- _ Objetivos del Plan de Autoprotección
- _ Instrucciones a seguir en caso de Alarma.
- _ Instrucciones a seguir en los distintos supuestos de emergencia.
- _ Instrucciones a seguir en caso de ALARMA GENERAL o evacuación.

2. Se dispondrán de carteles con consignas para informar a los usuarios y visitantes del establecimiento sobre actuaciones de prevención de riesgo y/o comportamiento a seguir en caso de emergencia.

8.5.-PROGRAMA DE INFORMACIÓN GENERAL A USUARIOS

Se consideran usuarios del establecimiento:

- _ Los propios trabajadores
- _ Los empleados de contratas
- _ Los transportistas

La información general que reciben los trabajadores se lleva acabo de acuerdo con los programas anteriores

Los empleados de contratas y transportistas serán informados de acuerdo con el “Procedimiento de Coordinación de Actividades Empresariales” previsto en el SGPRL.

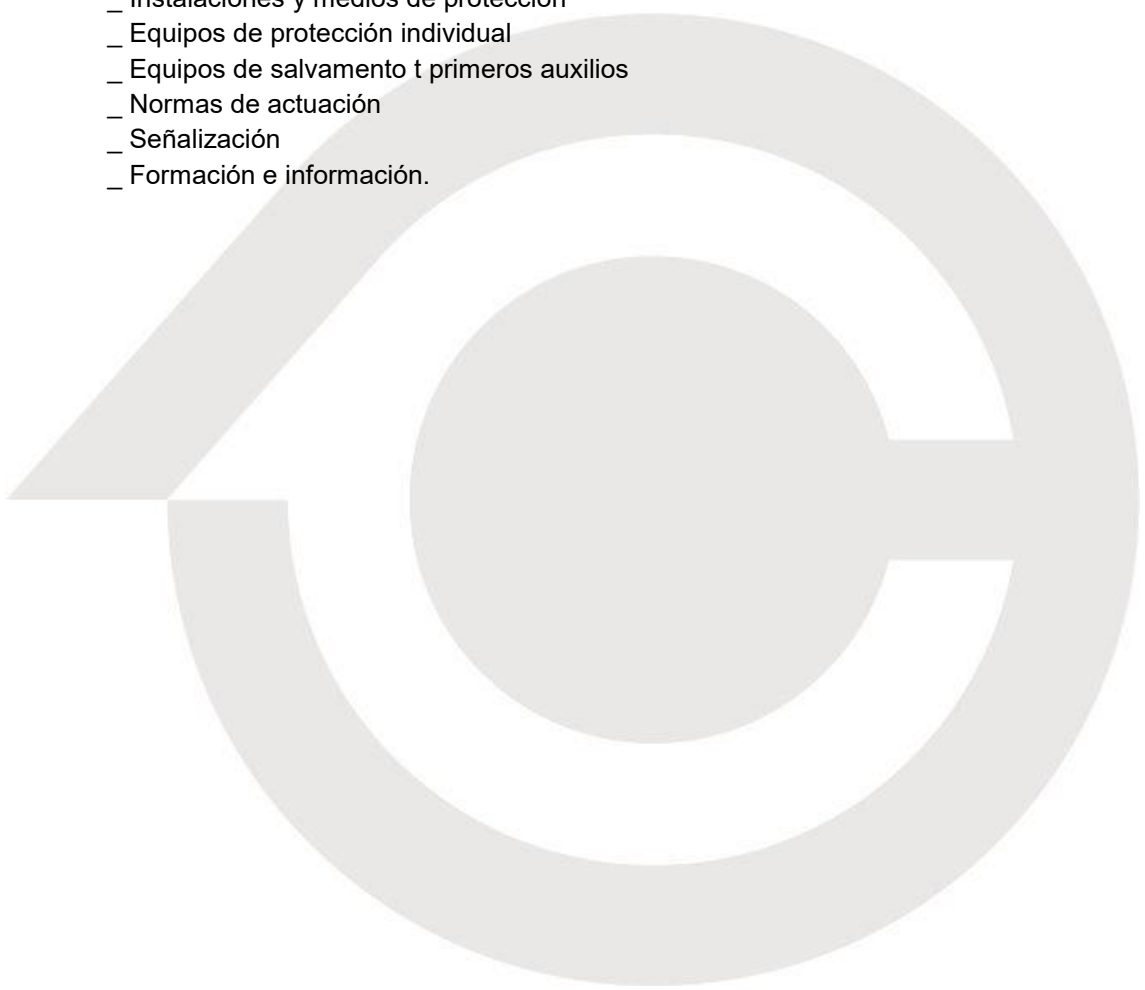
En este sentido se les entregará información por escrito de los aspectos de Plan de Autoprotección que les afecta.

8.6.-PROGRAMA DE DOTACIÓN Y ADECUACIÓN DE MEDIOS MATERIALES Y RECURSOS

Anualmente, el Jefe de Emergencias presentará un informe justificativo con la relación de necesidades de medios y recursos que se hayan puesto de manifiesto para el correcto desarrollo del Plan de Autoprotección, así como las necesidades de adaptación a consecuencia de nuevas disposiciones o reglamentos que regulen las condiciones de seguridad de las instalaciones o las condiciones de trabajo.

Las necesidades de mejora y/o adaptación afectarán a todo el ámbito del Plan de Autoprotección:

- _ Instalaciones y medios de protección
- _ Equipos de protección individual
- _ Equipos de salvamento t primeros auxilios
- _ Normas de actuación
- _ Señalización
- _ Formación e información.





A large, light gray watermark of the stylized 'c' logo is centered on the page, behind the chapter title box.

9.- CAPÍTULO 9: MANTENIMIENTO DE LA EFICACIA Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN



9.1.-PROGRAMA DE RECICLAJE DE FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Los cursos especiales de formación, instrucción y adiestramiento para los miembros del equipo de emergencia, en campos de prácticas especializados, desarrollados por entidades especializadas, se realizarán periódicamente, según establezca el Comité de Emergencia en función del nivel de riesgo presente en el edificio.

9.2.-PROGRAMA DE SUSTITUCIÓN DE MEDIOS Y RECURSOS.

Los canales determinantes de sustituciones de medios y recursos pueden ser varios:

- _ Revisiones de mantenimiento
- _ Auditorías e inspecciones de seguridad.
- _ Inspecciones reglamentarias (O.C.A.)
- _ Caducidad de los medios (equipos de protección, botiquines, etc)
- _ Investigación de accidentes que se han producido
- _ Simulacros.

La necesidad de mejora, ampliación, sustitución, que se planteen a consecuencia de estas actuaciones, serán objeto de programación, con indicación del plazo de ejecución, el responsable, etc... Este programa será realizado por el Jefe de Emergencias y aprobado por el Director(a) de Emergencias.

9.3.-PROGRAMA DE EJERCICIOS Y SIMULACROS.

Se realizarán ejercicios y simulacros que permitan poner en práctica las instrucciones de actuación recibidas en la implantación del Plan de Autoprotección.

El simulacro se realizará de acuerdo con un supuesto previamente diseñado y los objetivos a perseguir serán los siguientes:

1. Entrenamiento de los componentes de los equipos de emergencia.
2. Detección de posibles circunstancias, no tenidas en cuenta en el desarrollo del plan de actuación, o anomalías en el desarrollo de las instrucciones recibidas.
3. Comprobación del correcto funcionamiento de los medios de protección
4. Control de tiempos, tanto de evacuación como de intervención de los equipos de emergencia y de los Servicios de Bomberos.

Como medio para mantener el Plan de Autoprotección es necesario que se programe la realización de simulacros periódicos, al menos una vez al año. Finalizado cada ejercicio, el Jefe de Emergencias elaborará un informe en el que se deben recoger, al menos, los siguientes puntos:

- Cronología del ejercicio: indicación en orden cronológico de las actuaciones que se suceden en el desarrollo del simulacro.

- Conclusiones: propuesta de mejoras.

9.4.-PROGRAMA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE TODA LA DOCUMENTACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN.

El Plan de Autoprotección será objeto de revisión cada tres años y, no obstante, siempre que se dé alguna de las siguientes circunstancias:

- Deficiencias que se observan a partir de la realización de simulacros o bien derivadas de informes de investigación de situaciones de emergencia y/o incidentes que se presenten.
- Modificaciones de la legislación vigente o de la reglamentación de orden interno, en relación con la seguridad.
- Obras de reforma o modificaciones de uso de dependencias, instalaciones, etc.
- Modificaciones que afecten a los Recursos Humanos que tienen asignados instrucciones específicas en el Plan

El cumplimiento de este requisito permitirá que el Plan de Autoprotección sea fidedigno en su información y cada vez más eficaz frente a las situaciones que se puedan presentar.

Como mínimo, se observará el programa de mantenimiento que fija la legislación vigente.

Así mismo cualquier modificación que afecte a sus instalaciones de protección deberá ser supervisada por el Jefe de Emergencias, el cual se responsabilizará de introducir los cambios correspondientes en el Plan.

Son aspectos importantes a tener en cuenta:

- El contrato de mantenimiento con “Empresa Autorizada”.
- El programa de revisión y mantenimiento a seguir
- Constancia documental de las revisiones y las incidencias.

Por otro lado, por parte del Comité de Emergencia o quien ellos determinen, se realizarán inspecciones y auditorías internas de verificación del mantenimiento de las condiciones de seguridad establecidas como actuaciones encaminadas a garantizar la seguridad y como herramienta de mejora continua.

El Servicio de PRL determinará el programa para la realización de estas actuaciones y designará a los técnicos encargados de su realización. El Informe de las auditorías así como el resultado de las inspecciones serán puestas en conocimiento del director(a) de emergencias.

9.5.-PROGRAMA DE AUDITORIAS E INSPECCIONES.

De acuerdo con la legislación vigente, deberán programarse las auditorías e inspecciones, legales y reglamentarias, que se precisen, dentro del ámbito de la seguridad y del plan de autoprotección.

Las auditorías e inspecciones constituyen un medio de control de la seguridad y de mejora de las condiciones, que entra dentro de los fines del Plan de Autoprotección. Su registro, por tanto, se hace necesario.



BLOQUE V: ANEXOS



A large, light gray, stylized letter 'e' is centered on the page, serving as a watermark. It is composed of a solid circular base with a thick, curved line extending from the top left and bottom right, forming a shape reminiscent of a stylized 'e' or a partial circle.

10.- CAPÍTULO 10: DIRECTORIO DE COMUNICACIONES



10.1.-TELÉFONOS DEL PERSONAL DE EMERGENCIAS DE LA EMPRESA

10.1.1.- Director del Plan de Emergencias

DIRECTOR PRINCIPAL	
Nombre:	Juan Miguel Pérez González
Contacto:	670 573 950

DIRECTOR SUPLENTE 1	
Nombre:	Miguel Ángel Mederos Hernández
Contacto:	647 408 642

10.1.2.- Jefe de Emergencias

JEFE DE EMERGENCIAS	
Nombre:	Jaime Pons Mederos
Contacto:	607 754 349

JEFE DE EMERGENCIAS SUPLENTE 1	
Nombre:	Antonio Hernández Pérez
Contacto:	607 683 941

10.1.3.- Equipo de Intervención

EQUIPO DE INTERVENCIÓN	
Nombre:	Jaime Pons Mederos
Contacto:	607 754 349
Nombre:	Gustavo Hernández Rodríguez
Contacto:	667 640 848

10.1.4.- Equipo de Alarma y Evacuación

EQUIPO DE ALARMA Y EVACUACIÓN	
Nombre:	Jaime Pons Mederos
Contacto:	607 754 349
Nombre:	Gustavo Hernández Rodríguez
Contacto:	667 640 848

10.1.5.- Equipo de Primeros Auxilios

EQUIPO PRIMEROS AUXILIOS	
Nombre:	
Contacto:	
Nombre:	
Contacto:	
Nombre:	
Contacto:	

10.2.-TELÉFONOS DE LA AYUDA EXTERIOR

10.2.1.- Emergencias 112



Emergencias
Tel:112

10.2.2.- Bomberos



Parque de bomberos Santa Cruz de Tenerife

C/ Tomé Cano, nº 9.
38005- Santa Cruz De Tenerife
Tel: 922 60 63 62

10.2.3.- Protección Civil



Protección Civil de santa Cruz de Tenerife

Avenida Tres de Mayo, 79
38005- Santa Cruz de Tenerife
Tel: 922 606 606

10.2.4.- Salvamento Marítimo



Centro coordinador de Santa Cruz de Tenerife

Torre de Salvamento Marítimo Via Auxiliar PASO ALTO, 4 9ª
Planta
38001 – Santa Cruz de Tenerife
Tel: 922 597 551 / 922 597 551

Teléfono de Emergencias Marítimas: 900 202 202

10.2.5.- Autoridad Portuaria**Emergencias Terrestres**

Tel: 922 605 472

Centro de Comunicaciones Guardamuelles (24 h)

Tel: 922 605 472



Puertos de Tenerife

Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife

Seguridad (Sala de control y policía portuaria 24 h)

Tel: 922 605 457

Atraques (24 h)

Tel: 922 596 684

10.2.6.- Policía**Local**

Teléfono: 092

Avenida Tres de Mayo, 79
38005- Santa Cruz de Tenerife**Nacional**

Teléfono: 091

C/ de Ramón Pérez de Ayala, 6,
38007, Santa Cruz de Tenerife
Tel.: 922 23 60 32**Guardia Civil**

Tel. urgencias: 062

Muelle Ribera, s/n,
38001, Santa Cruz de Tenerife
Tel.: 922 28 12 52

10.2.7.- Clínicas y Hospitales**Complejo Hospitalario Nuestra Señora de Candelaria**

Ctra. del Rosario, s/n. ,
38010 , Santa Cruz de Tenerife
Teléfono: 922 602 000 Fax: 922 602 334

Hospital Universitario de Canarias

Ptral. Cuesta-Taco, s/n. ,
38320 , La Laguna, Santa Cruz de Tenerife
Teléfono: 922 678 000

10.2.8.- Centros de Salud**Centro de Salud Ruiz Padron**

Calle Ruiz Padron, 6
38002 – Santa Cruz de Tenerife
Tel: 922 533 750

Centro de Salud Anaga

Avenida de Anaga, S/N
38001 – Santa Cruz de Tenerife
Tel: 922 598 940

10.2.9.- Toxicología

Tel: 91 562 04 20



A large, light gray watermark of a stylized letter 'E' is centered on the page. It consists of a central circle with a horizontal bar extending to the left, and two curved lines that form the top and bottom of the 'E' shape, all rendered in a light gray color.

11.- CAPÍTULO 11: FORMULARIOS PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS



11.1.-FORMULARIOS PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS. PROTOCOLOS DE NOTIFICACIÓN A LA AYUDA EXTERNA EN CASO DE...

11.1.1.- Emergencias generales

Empresa:	
-----------------	--

Domicilio:	
Municipio (Población):	
Teléfono de contacto:	

Actividad desarrollada en la empresa:	
--	--

D.	
DNI	

Director del Plan de Autoprotección (o en su defecto la telefonista) de la empresa cuyos datos arriba se reflejan, NOTIFICA que la situación de un siniestro:

	Conato de Emergencia	Emergencia Parcial	Emergencia General
Tipo de siniestro			

Solicita la presencia de:

Protección Civil	<input type="checkbox"/>
Bomberos	<input type="checkbox"/>
Asistencia sanitaria	<input type="checkbox"/>
Policía Nacional / Guardia Civil	<input type="checkbox"/>
Policía Local	<input type="checkbox"/>

A causa de:	
Víctimas (personas afectadas o en peligro):	
Circunstancias que pueden afectar la evolución del suceso:	
Las medidas de emergencia interior adoptadas y previstas son:	
Las medidas de apoyo exterior necesarias para el control del accidente y la atención de los afectados son:	
Observaciones:	

Persona de contacto:	
Punto de encuentro y recepción de los servicios de emergencia:	
Teléfono de contacto:	

11.1.2.- Incendio

Empresa: _____

Domicilio:	_____
Municipio (Población):	_____
Teléfono de contacto:	_____

Actividad desarrollada en la empresa: _____

D.	_____
DNI	_____

Director del Plan de Autoprotección (o en su defecto la telefonista) de la empresa cuyos datos arriba se reflejan, NOTIFICA la presencia de un incendio y solicita la intervención de:

Emergencias de Protección Civil	<input type="checkbox"/>
Bomberos	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencia sanitaria	<input type="checkbox"/>
Policía Nacional / Guardia Civil	<input type="checkbox"/>
Policía Local	<input type="checkbox"/>

El fuego provocado ha sido a causa de:	
Víctimas (personas afectadas o en peligro):	
Circunstancias que pueden afectar la evolución del suceso:	
Las medidas de emergencia interior adoptadas y previstas son:	

Persona de contacto:	
Punto de encuentro y recepción de los servicios de emergencia:	
Teléfono de contacto:	

11.1.3.- Explosión (no por atentado)

Empresa:	
-----------------	--

Domicilio:	
Municipio (Población):	
Teléfono de contacto:	

Actividad desarrollada en la empresa:	
--	--

D.	
DNI	

Director del Plan de Autoprotección (o en su defecto la telefonista) de la empresa cuyos datos arriba se reflejan, NOTIFICA que la situación de una explosión cuyo siniestro está clasificado como:

	Conato de Emergencia	Emergencia Parcial	Emergencia General
Tipo de siniestro			

Por lo que solicita la presencia de:

Emergencias de Protección Civil	
Bomberos	X
Asistencia sanitaria	X
Policía Nacional / Guardia Civil	X
Policía Local	

La explosión ha sido realizado a causa de:	
Víctimas (personas afectadas o en peligro):	
Circunstancias que pueden afectar la evolución del suceso:	
Las medidas de emergencia interior adoptadas y previstas son:	
Las medidas de apoyo exterior necesarias para el control de la explosión y la atención de los afectados son:	

Persona de contacto:	
Punto de encuentro y recepción de los servicios de emergencia:	
Teléfono de contacto:	

11.1.4.- Atraco y/o secuestro de personas

Empresa:	
-----------------	--

Domicilio:	
Municipio (Población):	
Teléfono de contacto:	

Actividad desarrollada en la empresa:	
--	--

D.	
DNI	

Director del Plan de Autoprotección (o en su defecto la telefonista) de la empresa cuyos datos arriba se reflejan, NOTIFICA que la situación de un Atraco/Secuestro

Fecha	
Hora	
Duración	
Voz Masculina/Femenina/Infantil del Delincuente	
Nº de delincuentes que han intervenido	

Reproducción aproximada de los hechos:	
---	--

Voz del Asaltante/Asaltantes:

Tranquila	<input type="checkbox"/>
Excitada	<input type="checkbox"/>
Enfadada	<input type="checkbox"/>

Tartamuda	<input type="checkbox"/>
Normal	<input type="checkbox"/>
Jocosa	<input type="checkbox"/>

Fuerte	<input type="checkbox"/>
Suave	<input type="checkbox"/>
Susurrante	<input type="checkbox"/>

Clara	<input type="checkbox"/>
Gangosa	<input type="checkbox"/>
Nasal	<input type="checkbox"/>

Con acento extranjero	<input type="checkbox"/>
Con acento nacional	<input type="checkbox"/>

Si la voz del delincuente le resulta familiar diga qué le recuerda o a quién se parece:	<input type="text"/>
Observaciones:	<input type="text"/>

Lenguaje de las amenazas:

Correcto	<input type="checkbox"/>
Vulgar	<input type="checkbox"/>
Incoherente	<input type="checkbox"/>
Mensaje leído	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>

Datos de la persona Secuestrada:	
Punto de encuentro y recepción de la Policía:	
Teléfono de contacto:	





11.1.5.- Aviso de bomba

Empresa: _____

Domicilio:	_____
Municipio (Población):	_____
Teléfono de contacto:	_____

Actividad desarrollada en la empresa: _____

D.	_____
DNI	_____

Director del Plan de Autoprotección (o en su defecto la telefonista) de la empresa cuyos datos arriba se reflejan, NOTIFICA que la situación de un aviso de bomba:

Fecha	_____
Hora	_____
Duración	_____
Voz Masculina/Femenina/Infantil	_____

Si es posible hacer las siguientes preguntas:

¿Cuándo estallará la bomba?	_____
¿Dónde se encuentra colocada?	_____
¿Qué aspecto tiene la bomba?	_____
¿Qué desencadenará la explosión?	_____
¿Colocó la bomba Vd. mismo?	_____
¿Por qué, que pretende?	_____
¿Pertenece a algún grupo terrorista?	_____

Texto exacto de la amenaza: _____

Voz del comunicante:

Tranquila	<input type="checkbox"/>
Excitada	<input type="checkbox"/>
Enfadada	<input type="checkbox"/>

Tartamuda	<input type="checkbox"/>
Normal	<input type="checkbox"/>
Jocosa	<input type="checkbox"/>

Fuerte	<input type="checkbox"/>
Suave	<input type="checkbox"/>
Susurrante	<input type="checkbox"/>

Clara	<input type="checkbox"/>
Gangosa	<input type="checkbox"/>
Nasal	<input type="checkbox"/>

Con acento extranjero	<input type="checkbox"/>
Con acento nacional	<input type="checkbox"/>

Si la voz le resulta familiar diga qué le recuerda o a quién se parece:	
Observaciones:	

Sonidos de fondo:

Ruidos de la calle	<input type="checkbox"/>
Maquinaria	<input type="checkbox"/>
Música	<input type="checkbox"/>
Cafetería	<input type="checkbox"/>
Oficina	<input type="checkbox"/>
Animales	<input type="checkbox"/>
Cabina telefónica	<input type="checkbox"/>
Conferencia	<input type="checkbox"/>

Lenguaje de la amenaza:

Correcto	
Vulgar	
Incoherente	
Mensaje leído	
Mensaje grabado	

Datos del Receptor de la amenaza:	
Punto de encuentro y recepción de la Policía:	
Teléfono de contacto:	



11.1.6.- Atentado terrorista

Empresa: _____

Domicilio:	_____
Municipio (Población):	_____
Teléfono de contacto:	_____

Actividad desarrollada en la empresa: _____

D.	_____
DNI	_____

Director del Plan de Autoprotección (o en su defecto la telefonista) de la empresa cuyos datos arriba se reflejan, NOTIFICA un atentado Terrorista, cuya estimación inicial es:

	Conato de Emergencia	Emergencia Parcial	Emergencia General
Estimación inicial	_____	_____	_____

Solicita la presencia de:

Emergencias de Protección Civil	X
Bomberos	X
Asistencia sanitaria	X
Policía Nacional / Guardia Civil	X
Policía Local	X

El atentado terrorista ha afectado a los siguientes servicios/actividades:	
Víctimas (personas afectadas o en peligro):	
Circunstancias que pueden afectar la evolución del suceso:	
Las medidas de emergencia adoptadas y previstas son:	
Las magnitud del incidente hace pensar que las medidas de apoyo exterior necesarias para el control del siniestro y la atención de los afectados son:	
Observaciones:	

Persona de contacto:	
Punto de encuentro y recepción de los servicios de emergencia:	
Teléfono de contacto:	

11.1.7.- Disturbios y/o comportamientos antisociales

Empresa:	
-----------------	--

Domicilio:	
Municipio (Población):	
Teléfono de contacto:	

Actividad desarrollada en la empresa:	
--	--

D.	
DNI	

Director del Plan de Autoprotección (o en su defecto la telefonista) de la empresa cuyos datos arriba se reflejan, NOTIFICA la siguiente situación crítica:

Descripción de los hechos:	
Hora:	

Por lo que solicita la presencia de:

Emergencias de Protección Civil	
Bomberos	
Asistencia sanitaria	X
Policía Nacional / Guardia Civil	X
Policía Local	

La situación provocada ha sido a causa de:	
Víctimas (personas afectadas o en peligro):	
Circunstancias que pueden afectar la evolución del suceso:	
Las medidas de emergencia interior adoptadas y previstas son:	

Persona de contacto:	
Punto de encuentro y recepción de los servicios de emergencia:	
Teléfono de contacto:	

A large, light gray watermark of a stylized letter 'e' is centered on the page. It consists of a thick, rounded horizontal bar on the left that curves into a circular shape on the right, with a smaller circle inside it.

12.- CAPÍTULO 12: LISTADO DE DEFICIENCIAS A SUBSANAR



12.1.-PRIMEROS AUXILIOS Y SALVAMENTO

Según “*Seguridad y salud en los puertos. Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT (Oficina Internacional del Trabajo)*” se enumeran entre otras, las siguientes recomendaciones:

PRECAUCIONES CONTRA INCENDIOS

- **Protección contra incendios**
 - Los principios de la lucha contra incendios en los puertos son los mismos que aplican en otros sectores.
 - Siempre que sea posible, los edificios y estructuras del puerto deberían construirse con materiales incombustibles.
- **Alarmas contra incendios**
 - En toda la zona portuaria debería haber un sistema eficaz de alarma contra incendios consistente. Si se utiliza un sistema de radio o teléfono, debería ser de funcionamiento continuo.
 - El sistema de alarma contra incendios debería mantenerse siempre en perfecto estado de funcionamiento.
- **Equipo de lucha contra incendios**
 - En toda zona portuaria debería haber medios apropiados para combatir los incendios, entre ellos, extintores portátiles de emergencia y sistemas fijos como mangueras y bocas contra incendios.
 - La ubicación, el tipo y el número de equipos de lucha contra incendios deberían determinarse en consonancia con lo dispuesto en la normativa nacional y local.
 - Debería haber extintores portátiles agrupados en puestos de lucha contra incendios claramente indicados, con signos o marcas ostensibles, visibles en todo momento.

EQUIPO DE SALVAMENTO

- Debería facilitarse y mantenerse en buenas condiciones equipo de salvamento adecuado e idóneo, que permita rescatar a toda persona en peligro de ahogarse.
- El equipo de salvamento debería consistir en aros salvavidas, cabos salvavidas, grampines, bicheros u otros elementos adecuados. Los cabos fijados a los aros salvavidas o los dispositivos similares deberían tener la longitud y el tamaño idóneos y ser de polipropileno o de otro material apropiado que les permita flotar.
- El equipo de salvamento debería estar situado en puntos adecuados que no disten entre sí más de 50 metros, cerca del borde del muelle y junto a la parte superior de las escalas o escalones que lleven al agua, cuando sea factible.

Teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores y la alta probabilidad de que ocurra una emergencia de ahogamiento. Se recomienda el cumplimiento de ésta, reubicando e instalando equipos de salvamento a no más de 50 metros entre sí.



A large, light gray watermark of a stylized letter 'e' is centered on the page. It consists of a central circle with a horizontal bar extending to the left, and a larger outer circle that is partially open at the top and bottom, creating a shape reminiscent of a lowercase 'e' or a stylized '9'.

13.- CAPÍTULO 13: PRIMEROS AUXILIOS



13.1.-INTRODUCCIÓN

El estado y la evolución de las lesiones derivadas de un accidente pueden depender de la rapidez y calidad de los primeros auxilios recibidos.

El presente documento recopila las pautas de actuación a seguir ante los accidentes y situaciones de emergencia que, con mayor frecuencia, pueden presentarse.

Los objetivos que persigue son:

- Facilitar la adquisición de conocimientos básicos que capaciten a sus integrantes para una correcta actuación en caso de accidente.
- Propiciar la eventual prestación de primeros auxilios.

13.2.-ASPECTOS BÁSICOS DE LOS PRIMEROS AUXILIOS

13.2.1.- Definición

Se denominan Primeros Auxilios a aquellas actuaciones o medidas que se adoptan inicialmente con un accidentado o enfermo repentino, en el mismo lugar de los hechos, hasta que llega asistencia especializada.

En la mayoría de los casos, la primera persona que atiende una situación de urgencia o de emergencia, no es un sanitario. Por ello, sería conveniente que todos tuviéramos una serie de conocimientos básicos acerca de qué hacer o no ante estas situaciones.

Para prestar primeros auxilios no se necesita contar con equipos especializados. Basta con un botiquín, es más, en muchos casos, el mismo ni siquiera será necesario.

Es importante que la prestación de los mismos sea correcta y eficaz ya que de ello puede depender la evolución del paciente.

13.2.2.- Objetivos de los primeros auxilios

- Evitar la muerte.
- Impedir el agravamiento de las lesiones.
- Evitar más lesiones de las ya producidas.
- Aliviar el dolor.
- Evitar infecciones o lesiones secundarias.
- Ayudar o facilitar la recuperación del lesionado.

13.2.3.- Pauta general de actuación: conducta "PAS"

Este acrónimo resume la pauta de actuación básica en materia de Primeros Auxilios.



PROTEGE al accidentado y a ti mismo.

Hay que hacer seguro el lugar del accidente, teniendo en cuenta que es preferible alejar el peligro, que movilizar al accidentado. Si ello no fuera posible, sólo entonces se debe proceder a alejar al accidentado, movilizándolo en bloque tal y como se explica en el apartado relativo a "Fracturas especiales".

A continuación se analizan posibles situaciones:

- Heridas sangrantes: utilizar guantes desechables.
- Electrocuación: desconectar la corriente (si no es posible, separar al accidentado de la zona en tensión convenientemente protegidos contra una descarga).
- Incendios: controlar el fuego, si hay humo, ventilar (si no fuera posible, rescate convenientemente protegidos).
- Fugas de gas: ventilar, cortar el gas (si no fuera posible, rescate convenientemente protegidos), si se sospecha que el gas es inflamable, no encender fuego, no fumar, no accionar aparatos eléctricos.
- Accidentes de tráfico: aparcar bien, ponerse chaleco de alta visibilidad, señalizar.

AVISA a los servicios de socorro: 112

Es necesario (los profesionales que atiendan nuestra llamada nos interrogarán al respecto):

- Identificarse.
- Informar acerca del lugar exacto.
- Especificar el tipo de accidente y circunstancias que pueden agravar la situación (intoxicación, quemaduras térmicas o químicas, etc.).

Informar acerca del número de heridos y estado aparente (conscientes, sangran, respiran, etc.).

- Es importante mantener libre la línea telefónica utilizada para la comunicación del accidente.
- Mientras se espera la ayuda, se puede empezar a socorrer.

SOCORRE aplicando tus conocimientos de primeros auxilios

Se debe actuar teniendo presente estas prioridades (por lo que es imprescindible la valoración del accidentado antes de cualquier actuación y, en caso de accidentes múltiples, no atender al primer herido que se encuentre o al que más grite):

1º. Salvar la vida.

2º. Evitar que se agraven las lesiones.

- Prioridad inmediata: Problemas respiratorios, paros cardíacos, hemorragias graves, inconsciencia, shock, tórax abierto o heridas abdominales, quemaduras del aparato respiratorio, o heridos con más de una fractura importante.
- Prioridad secundaria: Quemaduras graves, lesiones de columna vertebral, hemorragias moderadas, accidentados conscientes con lesiones en cabeza.
- Prioridad terciaria: Fracturas leves, contusiones, abrasiones y quemaduras leves.
- Última prioridad: Defunciones.

13.2.4.- El socorrista

La persona que presta los primeros auxilios debe:

- Tener unos conocimientos básicos. De no ser así, es mejor abstenerse de actuar. Intervenciones inadecuadas pueden incluso agravar la situación.
- Hacerse una buena composición de lugar antes de actuar, es imprescindible para garantizar la seguridad.
- Protegerse contra riesgos biológicos (usar guantes, protectores en el boca a boca, etc.).

- Actuar con tranquilidad y rapidez. Hay que intervenir con premura, pero manteniendo la calma en todo momento y transmitiendo serenidad a los demás y a la víctima. De esta forma se contribuye a evitar el pánico y a minimizar el riesgo de que el accidente acabe afectando a otras personas.
- Tranquilizar al herido, dándole ánimo y mitigando su preocupación.
- Evitar mover al accidentado (salvo causa de fuerza mayor como incendio, inmersión, etc.) y en todo caso con gran precaución. Es necesario examinar bien al herido, sin tocarle innecesariamente. Esto ayudará a establecer prioridades si hay varios.
- Limitarse a las actuaciones indispensables:
 - Adoptar las medidas necesarias para asegurar la vida y evitar lesiones mayores.
 - Asegurar la asistencia especializada y el traslado adecuado.
- Mantener al herido caliente (abrigarlo) y aflojar las ropas que opriman.
- Evitar dar de comer o beber al accidentado.
- Apartar a los curiosos.

13.2.5.- El botiquín de Primeros Auxilios

El anexo VI del R.D. 486/97, de 14 de abril, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, especifica que todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga:

- Desinfectantes y antisépticos
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas
- Guantes desechables

Dicho material debe revisarse periódicamente y reponerse tan pronto como caduque o sea utilizado.



13.3.-EVALUACIÓN DEL ACCIDENTADO

Se denomina así al reconocimiento del accidentado, en el lugar de los hechos, enfocado a detectar lesiones o situaciones potencialmente peligrosas para su vida.

Es necesario que la actuación sea sistemática y secuencial. Se debe seguir escrupulosamente el procedimiento descrito a continuación, sin pasar al siguiente escalón antes de haber completado el anterior.

13.3.1.- 1ª FASE: EVALUACIÓN PRIMARIA.

Identificación de situaciones que puedan suponer una amenaza inmediata para la vida de la persona. Siempre por este orden:

- 1º Valorar la consciencia (si está consciente, podemos suponer que respira y que el sistema circulatorio funciona): responde o no a estímulos
- 2ª Valorar la respiración (si respira, podemos suponer que su corazón late): si falta, intentar restablecerla, Reanimación Cardiopulmonar (R.C.P.)

13.3.2.- 2ª FASE: EVALUACIÓN SECUNDARIA.

Tras asegurar las funciones vitales, debemos tratar de detectar otras posibles lesiones. Para ello realizaremos una exploración detallada y sistemática desde la cabeza hasta las extremidades, buscando heridas, fracturas, hemorragias, quemaduras, movimientos torácicos anormales, etc. para poder aplicar los cuidados necesarios.



13.4.-PARADA CARDIORRESPIRATORIA: LA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR

13.4.1.- Conceptos

La parada cardiorrespiratoria es la interrupción brusca, inesperada y potencialmente reversible, de la respiración y de la circulación.

La reanimación cardiopulmonar (R.C.P.) es un conjunto de maniobras estandarizadas de desarrollo secuencial, cuyo fin es sustituir primero y reinstaurar después, la respiración y la circulación espontánea.

El cese de la circulación durante más de tres minutos (con la consiguiente interrupción de la llegada de sangre oxigenada a las células), puede provocar daño cerebral irreversible. A partir de los cinco minutos puede producirse la muerte.

Cualquier persona puede ser iniciada en la reanimación cardiopulmonar, cuya práctica, por otra parte, no precisa de grandes medios.

13.4.2.- Cuándo debe aplicarse la R.C.P.

- Ante una parada cardíaca y/o respiratoria.
- Excepto que:
 - La parada sea consecuencia de una enfermedad terminal.
 - Existan signos de muerte biológica: rigidez, livideces.
 - El paciente lleve más de diez minutos en parada sin haber recibido la R.C.P. básica. Casos excepcionales en los que la R.C.P. puede ser útil tras un tiempo superior a diez minutos permitiendo una recuperación sin secuelas

neurológicas son paradas por ahogamiento, hipotensión o intoxicación por barbitúricos.

13.4.3.- Actuación ante una parada cardiorrespiratoria: secuencia de la R.C.P.

- (A) Garantizar la seguridad de reanimador y víctima
- (B) Buscar respuesta: valorar la consciencia
- (C) Pedir ayuda
- (D) Abrir la vía aérea y mantenerla permeable
- (E) Valorar ventilación, y si no se detecta, aplicar la R.C.P.

A. Garantizar la seguridad del reanimador y de la víctima.

Buscar para las maniobras una zona segura, evitando riesgos para ambos.

B. Buscar respuesta: valorar la consciencia.

Preguntar al accidentado en voz alta si se encuentra bien. Si no responde, sacudirle suavemente por los hombros y/o provocarle un pequeño estímulo doloroso (como un pellizco en brazo) a la vez que se insiste en preguntarle si se encuentra bien.

Si responde (emite algún sonido, se mueve, abre los ojos), está consciente. Se puede concluir, por tanto, que está respirando y tiene circulación y debemos proceder de la siguiente manera:

- _ Dejarlo en la posición en que lo encontramos.
- _ Valorarlo de acuerdo con la evaluación secundaria
- _ Pedir ayuda si es necesario. Enviar a alguien por ayuda. Si está solo, deje a la víctima y vaya por ayuda usted mismo, volviendo después junto a ella.
- _ Valorar a la víctima regularmente. Hay dos situaciones que pueden poner en peligro la vida de una persona consciente: hemorragia profusa y la asfixia por atragantamiento. En esos casos, se actuará según lo indicado en los apartados correspondientes de este anexo. Si no responde, está inconsciente y puede ser una víctima potencial de muerte súbita: pediremos ayuda.

C. Pedir ayuda

- Avisar al 112, o
- Gritar pidiendo ayuda de alguien próximo

- Si la causa probable de la inconsciencia es un problema respiratorio derivado de traumatismos, ahogamiento, asfixia, intoxicación por alcohol y drogas, o si la víctima es un niño, lo prioritario es la R.C.P., que debe aplicarse durante 1 minuto antes de ir a pedir ayuda.

D. Abrir la Vía Aérea. Mantener permeable la vía aérea.



Después de pedir ayuda, el reanimador debe abrir la vía aérea y mantenerla permeable, ya que durante una parada cardiorrespiratoria, la víctima pierde el tono muscular lo que unido al efecto de la gravedad, puede hacer que la lengua caiga hacia atrás ocluyendo la vía aérea.

Para ello, en primer lugar, hay que colocar con precaución al herido tumbado boca arriba sobre superficie lisa y dura, con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo, aflojarle las ropas que puedan oprimirle y desvestirle el tórax.

A continuación se debe aplicar una de las siguientes maniobras:

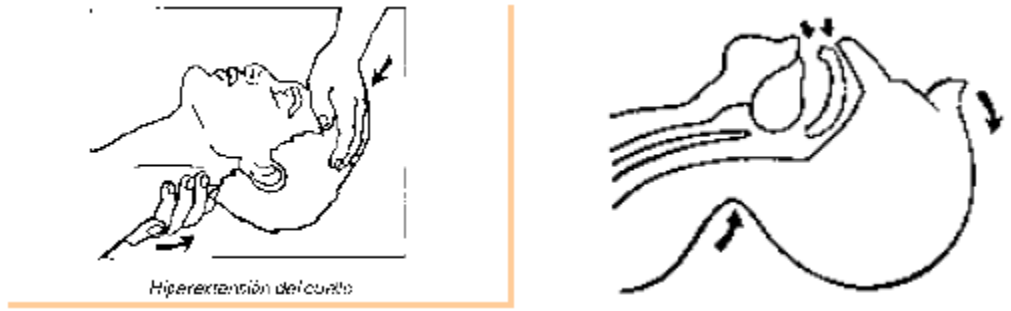
Maniobra frente-mentón (es la que se aplica generalmente):

- _ Retirar objetos visibles de la boca de la víctima (incluye dentaduras postizas sueltas).
- _ Colocar una mano en la frente de la víctima y con los dedos 2º y 3º de la otra mano en la punta del mentón, inclinar la cabeza hacia atrás y elevar la mandíbula, dejando libres el pulgar e índice de la primera mano para cerrar su nariz si requiere ventilación.



Maniobra de hiperextensión del cuello:

Colocar una mano en la frente de la víctima y la otra mano bajo el cuello, elevándolo suavemente.



Tracción de mandíbula:

Si hay sospecha de lesión cervical, las maniobras frente-mentón e hiperextensión del cuello están contraindicadas. En estos casos se recomienda la tracción de mandíbula.

Consiste en introducir el pulgar en la boca del herido por detrás de la arcada dentaria inferior y con los dedos pulgar e índice haciendo gancho traccionar de la mandíbula hacia arriba, mientras con la otra mano se fija la cabeza evitando que se desplace en cualquier dirección.



E. Valorar ventilación, y si no se detecta, aplicar la R.C.P.

Manteniendo la vía aérea abierta, mirar el pecho de la víctima y acercar la cara a su boca para ver los movimientos del tórax, oír los sonidos respiratorios, y sentir la salida de aire en la mejilla. Mirar, Escuchar y Sentir (M.E.S.), unos 10 segundos para determinar si respira normalmente.



La respiración adecuada implica presencia de circulación, por lo que, si existe, habría que:

_ Colocar al accidentado en posición lateral de seguridad (P.L.S.) excepto si se sospecha lesión cervical (en el último apartado de este capítulo se explica cómo debe hacerse).

_ Controlar que continúa respirando. Si no respira, sólo inspira bocanadas ocasionales o hace débiles intentos de respirar, o se tienen dudas, se debe pasar a la REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR propiamente dicha, que consiste en una combinación de RESPIRACIÓN ARTIFICIAL BOCA A BOCA y MASAJE CARDIACO EXTERNO. A continuación se explica la secuencia de la R.C.P. y la forma de practicar, tanto la respiración artificial boca a boca como el masaje cardíaco.

Secuencia de la R.C.P.:

- Se comenzará con 2 insuflaciones.
- Se darán 30 compresiones seguidas de 2 insuflaciones y así sucesivamente: relación 30/2.
- Valorar la respiración cada 10 respiraciones (o cada minuto).
- No parar más de 10 segundos.
- Mantener la R.C.P. hasta:
- Llegada de ayuda.
- Recuperación de la víctima, en cuyo caso, si no se sospecha lesión cervical, se la colocará en posición lateral de seguridad (P.L.S. – ver último apartado del este capítulo) y se la vigilará periódicamente.
- Se produzca el “agotamiento” del reanimador.

Nota: La R.C.P. con dos reanimadores sólo se recomienda si están entrenados. La cadencia será la misma: uno de ellos realizará las compresiones y el otro las insuflaciones. Es recomendable que cambien cada 2 minutos para evitar el agotamiento.

Pauta para aplicar la Respiración artificial Boca a Boca

1. Mantener la vía aérea abierta y permeable según se indicó anteriormente.
2. Si se dispone un protector, interponerlo entre la boca del socorrista y la boca del accidentado. Esto no es imprescindible.
3. Pinzar la nariz de la víctima con el índice y pulgar de la mano que se tiene en su frente.
4. Hacer una inspiración profunda para llenar los pulmones con oxígeno.
5. Colocar los labios alrededor de la boca de la víctima, asegurando un buen sellado.
6. Soplar uniformemente hasta que el tórax se eleve como en una respiración normal.
7. La insuflación de aire debe durar alrededor de un segundo.
8. Separar la boca de la de la víctima y ladeando la cabeza, mirar como desciende el tórax cuando sale el aire.
9. Se debe evitar insuflar una cantidad excesiva de aire, hacerlo con demasiada rapidez o a un ritmo muy elevado.
10. Se deben conseguir al menos dos insuflaciones efectivas cada cinco intentos.
11. La frecuencia de ventilación será de 12 veces por minuto.
12. Si se consigue restablecer la respiración espontánea, debemos colocar al accidentado en posición lateral de seguridad y controlar que sigue respirando.

Pauta para aplicar el Masaje Cardiaco externo

1. Arrodillarse en cualquiera de los dos costados del paciente. Éste debe estar en decúbito supino (tumbado boca arriba) sobre una superficie dura.
2. Colocar el talón de una mano sobre el punto de presión en la mitad inferior del esternón (dos dedos por encima de la base del apéndice xifoides o punta del esternón, o bien en la unión del tercio medio con el tercio inferior del esternón) y el talón de la otra mano sobre la primera, entrelazando los dedos de ambas manos.



3. Mantener rectos los brazos y utilizar el peso del cuerpo para hacer la compresión.



4. Presionar sobre el esternón hacia abajo, con la fuerza necesaria para desplazar el esternón unos 4 ó 5 cm.
5. Realizar ciclos de 1 segundo: medio seg. para la compresión y el otro medio para la descompresión.
6. No despegar las manos del tórax con cada compresión.
7. La frecuencia recomendada actualmente es de 100 compresiones por minuto.

13.4.4.- Diferencias de técnica de reanimación según edad

La secuencia de la R.C.P. descrita anteriormente es válida para todas las edades. Únicamente hay diferencias en la Técnica:

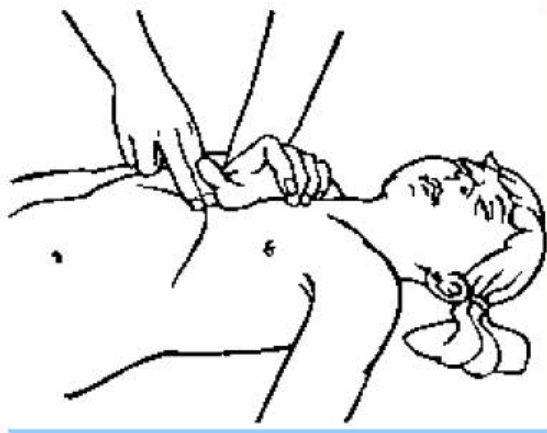
Niños menores de 1 año

- Ventilación boca-boca nariz.
- Localizar el punto de compresión: un poco por debajo de la línea imaginaria que une los pezones, en la parte media del tórax.
- Presionar colocando dedos 3º Y 4º (corazón y anular).
- Profundidad de compresión: 2-3 cmt.
- Las ventilaciones serán muy suaves.



Niños de 1 a 8 años

- Localizar el punto de compresión: un dedo por debajo de la línea imaginaria que une los pezones, en la parte media del tórax.
- Presionar colocando el talón de una mano.
- Profundidad de compresión: de $1/3$ a $1/2$ del diámetro antero-posterior del tórax o entre 2,5 – 4 cmt.
- Las ventilaciones serán suaves.

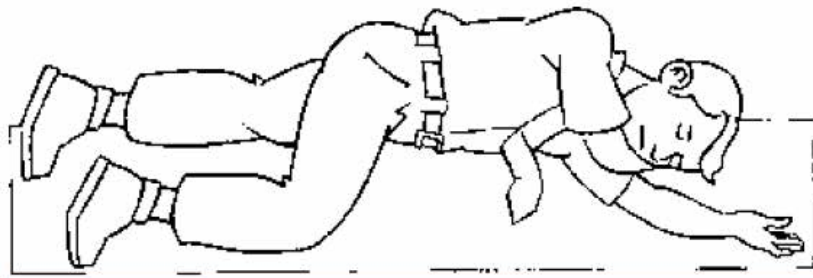


13.4.5.- Posición lateral de seguridad (P.L.S.)

Es una posición que mantiene la permeabilidad de la vía aérea y disminuye el riesgo de broncoaspiración en caso de vómitos. Hay que controlar la circulación del brazo que queda debajo y asegurarse que la duración de la presión sobre él se reduzca al mínimo. Si una persona ha de permanecer en esta posición más de 30 minutos, debería ser girada hacia el lado opuesto.

Si se sospecha lesión cervical, la P.L.S. está contraindicada y no se debe realizar movilización salvo que exista peligro para el reanimador y/o la víctima, en cuyo caso se

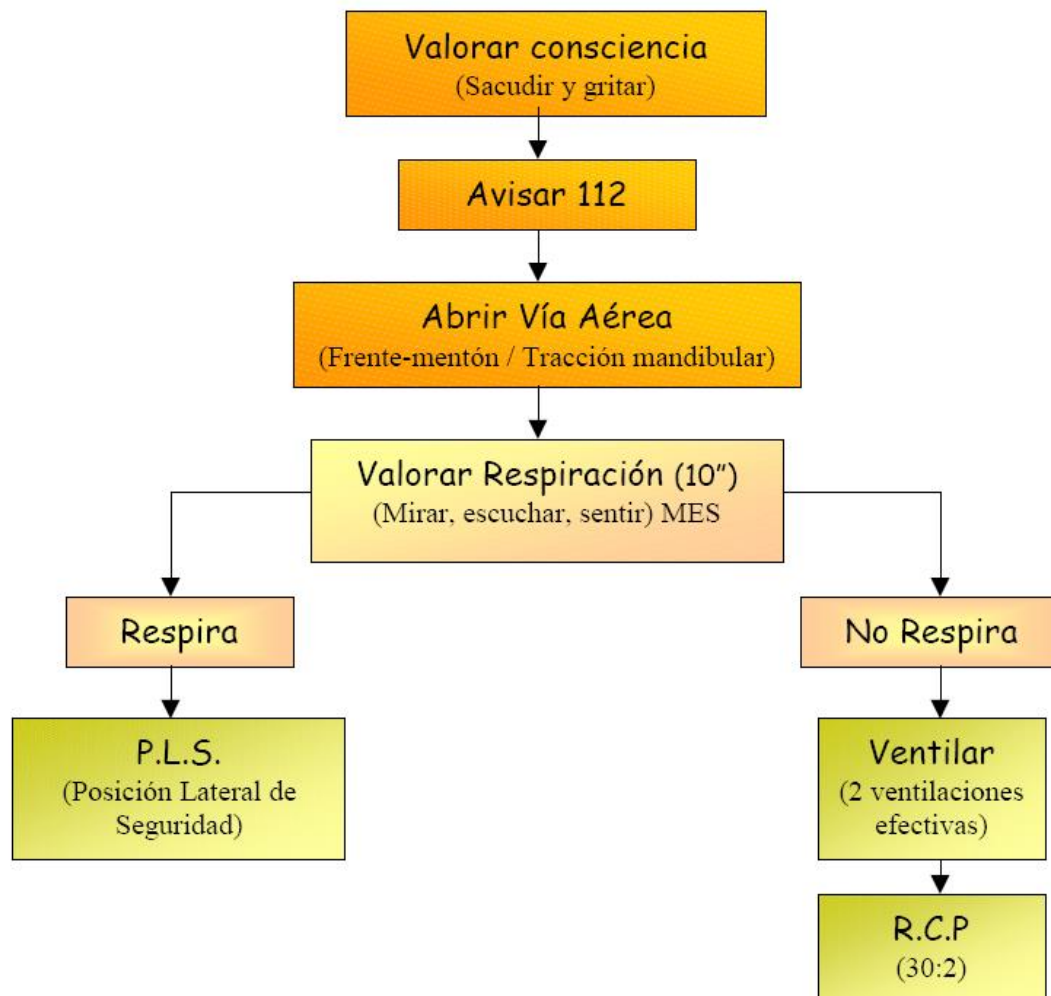
movilizará al accidentado boca arriba, manteniendo la alineación e integridad de la columna vertebral.



Procedimiento para llevar a una persona hasta la P.L.S.:

1. Retirar a la víctima gafas (si las tuviera) y objetos de los bolsillos.
2. Arrodillarse a su lado. Asegurarse de que ambas piernas están extendidas.
3. Colocar el brazo más próximo en ángulo recto con el cuerpo, con el codo doblado y la palma de la mano hacia arriba.
4. Traer el brazo más alejado a través del pecho y sujetar el dorso de la mano contra la mejilla más próxima.
5. Con la otra mano agarrar la pierna más alejada por la rodilla y tirar hacia arriba hasta apoyar el pie sobre el suelo.
6. Tirar de esa pierna para hacer rodar a la víctima sobre sí misma hacia nosotros.
7. Colocar la pierna de modo que cadera y rodilla queden en ángulo recto.
8. Inclinar la cabeza hacia atrás para asegurar que la vía aérea permanece abierta.
9. Ajustar la mano bajo la mejilla, si es necesario, para mantener la cabeza inclinada.
10. Vigilar la respiración periódicamente.

ALGORITMO DE R.C.P.



13.5.-OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA AÉREA

1. DEFINICIÓN

Situación en la que existe un obstáculo al paso del aire por la vía respiratoria hasta los pulmones.

Se da con cierta frecuencia en niños pequeños, debido a que se llevan objetos a la boca o a que suelen comer riendo o llorando. La obstrucción se produce por la aspiración brusca (risa, llanto, susto...), de la comida o el cuerpo extraño que esté en la boca.

También puede darse en personas mayores por mal funcionamiento de la epiglotis.

2. SÍNTOMAS

- Dificultad respiratoria.

- Tos.
- Agitación.
- El afectado se suele llevar las manos a la garganta.
- Pérdida de conocimiento, que puede ocasionar coma e incluso la muerte.

3. ACTUACIÓN: DESOBSTRUCCIÓN DE LA VÍA AÉREA

Hay que tratar de desobstruir la vía aérea, facilitando la salida al exterior del cuerpo extraño.

Los mecanismos de actuación varían en función de si la obstrucción es completa o incompleta.

A) OBSTRUCCIÓN INCOMPLETA (el cuerpo extraño no tapa toda la entrada de aire)

Se pone en funcionamiento el mecanismo de defensa: la tos. La persona empezará a toser, respirará espontáneamente y hará claros esfuerzos para expulsar el cuerpo extraño. Debemos:

- Dejarlo toser (los mecanismos de defensa funcionan).
- Animarla a que siga tosiendo (para expulsar el cuerpo extraño).
- Vigilar estrechamente su evolución.

B) OBSTRUCCIÓN COMPLETA

Si la tos y los esfuerzos respiratorios son ineficaces, la persona se va agotando, pasando a tener respiración dificultosa. Deja de toser y de hablar (emite sonidos afónicos), se lleva las manos al cuello y no puede explicar lo que le pasa. Suele presentar gran excitación, pues es consciente de que no respira. Podría llegar a perder el conocimiento. En estos casos hay que llevar a cabo Maniobras de desobstrucción. Existen tres tipos: palmadas en espalda, golpes -compresiones torácicas y compresiones abdominales. La más adecuada depende de la edad del paciente.

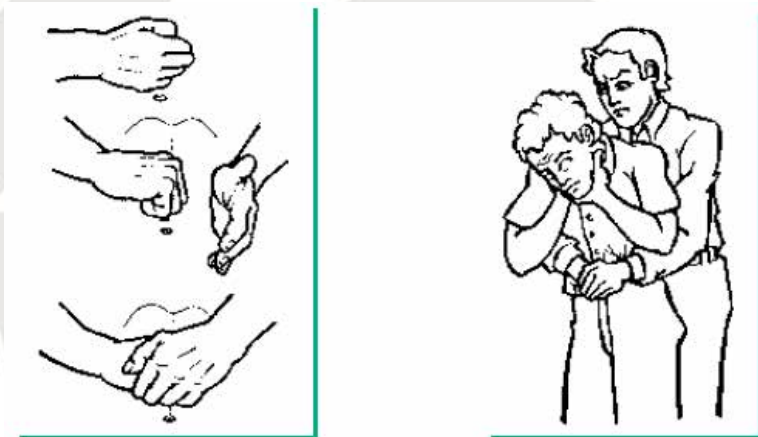
B.1. Desobstrucción en mayores de 1 año

- Si la persona está consciente, 5 palmadas en la espalda:
 1. Nos colocaremos a un lado y detrás del accidentado, sujetándole con una mano el pecho e inclinándolo hacia delante. A continuación le daremos 5 palmadas interescapulares (en la zona situada entre los omóplatos) fuertes con el talón de la otra mano.
 2. Revisar la boca por si vemos el cuerpo extraño en ella. De ser posible lo extraeremos con mucho cuidado evitando que se desplace hacia abajo: maniobra de gancho con el dedo índice de una mano, con movimiento de arrastre de atrás a delante.

- Si las palmadas no son efectivas, se realizarán 5 compresiones abdominales (Maniobra de Heimlich). El objetivo de la Maniobra de Heimlich es empujar el cuerpo extraño hacia la tráquea, vías respiratorias superiores y boca, mediante la expulsión del aire que llena los pulmones. Esto se puede conseguir efectuando una presión en la boca del estómago (abdomen) hacia adentro y hacia arriba para desplazar el diafragma (músculo que separa el tórax del abdomen), que a su vez comprimirá los pulmones, aumentando la presión del aire contenido en las vías respiratorias (tos artificial).

Técnica de la Maniobra de Heimlich

1. Coger al accidentado por detrás y por debajo de los brazos, inclinándolo adelante.
2. Colocar el puño cerrado, 4 dedos por encima de su ombligo (o en la parte media entre su ombligo y el extremo inferior del esternón), en la línea media del abdomen. Colocar la otra mano sobre el puño.
3. Efectuar 5 compresiones abdominales centradas, hacia adentro y hacia arriba. De este modo se produce la tos artificial.



La Maniobra de Heimlich no es apropiada en obesos, en embarazadas y niños menores de un año, por la ineficacia o por el riesgo de lesiones internas. En estos casos, esa «tos artificial» se puede conseguir ejerciendo presiones torácicas, similares a las pautadas para el masaje cardíaco, pero a un ritmo mucho más lento.

- Si la Maniobra de Heimlich no es efectiva (el accidentado no expulsa el cuerpo extraño), revisar la boca y alternar sucesivamente 5 palmadas en espalda con 5 compresiones abdominales (o torácicas según el caso).
- Si el accidentado pierde el conocimiento, se le colocará en el suelo boca arriba y se le practicará la Reanimación Cardiopulmonar, alternándola con 5 palmadas en la espalda y revisando periódicamente la boca.

B.2. Desobstrucción en menores de 1 año

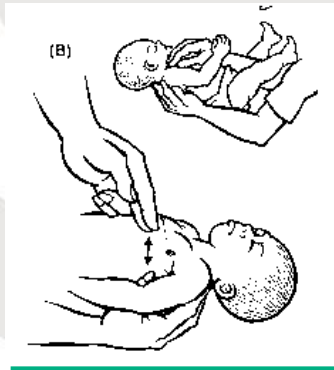
Como ya se ha indicado, la Maniobra de Heimlich no debe aplicarse por el riesgo de lesiones internas que supone. El mecanismo de actuación más adecuado es tratar de conseguir

la expulsión del cuerpo extraño aprovechando el efecto de la gravedad de acuerdo con la siguiente secuencia:

1. La persona que realiza la maniobra debe sentarse y apoyar el antebrazo que sostendrá al niño apoyado sobre el muslo.
2. Se colocará al bebé boca abajo, apoyado sobre un antebrazo. Se le sujetará firmemente por la mandíbula, y con los dedos pulgar e índice, se mantendrá la cabeza ligeramente extendida, procurando que quede en posición más baja que el tronco.
3. A continuación, golpear 5 veces con el talón de la otra mano en la zona interescapular, con golpes rápidos y moderadamente fuertes.



4. Cambiar al bebé al otro antebrazo en posición boca arriba, sujetando la cabeza con la mano y en posición más baja que el tronco.
5. Efectuar 5 compresiones torácicas con los dedos índice y medio, en la misma zona y de igual forma que en el caso del masaje cardíaco, pero más fuertes y más lentas.



6. Examinar la boca y retirar con cuidado, cualquier cuerpo extraño que sea visible, con el dedo en forma de gancho.
7. Comprobar que el niño respira espontáneamente:
 - Si respira, colocarlo en posición lateral de seguridad (P.L.S.) comprobando continuamente la respiración.
 - Si no respira, realizar respiración boca a boca-nariz y si no se observa movilidad torácica alguna, repetir toda la secuencia de desobstrucción.

13.6.-DESVANECIMIENTO O LIPOTIMIA

1. DEFINICIÓN

Es la pérdida de conocimiento breve, por disminución momentánea del riego sanguíneo del cerebro.

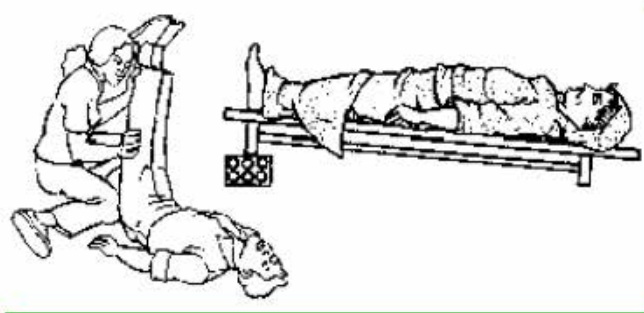
2. SÍNTOMAS

De forma previa a la pérdida de conocimiento, pueden aparecer:

- Malestar
- Sensación de mareo
- Zumbido de oídos
- Palidez
- Sudoración fría
- Temblor

3. ACTUACIÓN

- Sentar al accidentado haciendo que agache la cabeza entre las piernas o
- Tumbarle en el suelo boca arriba, levantándole los pies por encima del nivel del corazón.
- Aflojarle la ropa.
- Procurar que tenga suficiente aire: apartar curiosos, abrir ventanas...
- Si no recupera el conocimiento y se mantienen las constantes vitales, colocarlo en Posición Lateral de Seguridad (P.L.S.) hasta la llegada de asistencia médica especializada.



Lo que NO se debe hacer en caso de desvanecimiento o lipotimia:

- ✓ Dejar sólo a un niño inconsciente.
- ✓ Dar de beber o comer a un niño o persona semiconsciente o inconsciente.

13.7.-CONVULSIONES

1. DEFINICIÓN

Son movimientos tónico-clónicos del cuerpo, acompañados generalmente de pérdida de conocimiento, relajación de esfínteres, salida de espuma por boca y amnesia posterior.

2. ACTUACIÓN

- Dejar a la persona donde esté.
- Hacer seguro el lugar: apartar objetos para impedir que se golpee contra ellos.
- No intentar sujetarla durante las convulsiones.
- Evitar que se muerda la lengua: colocar un objeto blando entre sus dientes, excepto si la boca está cerrada.
- Tras la convulsión:
- Colocarla en Posición Lateral de Seguridad (P.L.S.).
- Explorarla por si existe alguna lesión.
- Permanecer junto a ella y tranquilizarla.

Lo que NO se debe hacer en plena convulsión:

- ✓ Sujetarla
- ✓ Trasladarla
- ✓ Darle de comer o beber
- ✓ Si tiene la boca cerrada, intentar colocar un objeto entre sus dientes.

13.8.-CONTUSIONES

1. DEFINICIÓN

Son lesiones de tejidos blandos causadas por el golpe directo de un agente externo.

2. SÍNTOMAS

- Dolor.
- Inflamación.
- Enrojecimiento de la piel y
- Según la localización, discreta impotencia funcional por el dolor.

3. ACTUACIÓN

- Aplicar hielo o paños humedecidos con agua fría sobre la zona afectada, durante periodos de 10 minutos con periodos de entre 15 y 20 minutos de descanso.
- Reposo y elevación de la zona afectada.
- Si aparece una deformidad de la zona: no manipular.
- En contusiones graves, inmovilizar la zona y evacuar al herido a un Centro hospitalario.



13.9.-HERIDAS

1. DEFINICIÓN

Discontinuidad de la piel. Al romperse la misma, su capacidad protectora disminuye y se incrementa el riesgo de infección.

2. TIPOS DE HERIDAS

Atendiendo al mecanismo u objeto que las produce, se pueden clasificar del siguiente modo:

a) Heridas Incisas: los objetos que las producen tienen filo.

- Bordes regulares limpios.
- Sangran mucho.
- Poco profundas.
- Se infectan poco.

b) Heridas Punzantes: causadas por objetos con punta.

- Son pequeñas y profundas.
- Sangran poco.
- Se infectan mucho.

c) Heridas Contusas: producidas por golpes de objetos que no tienen ni punta ni filo (puñetazo, martillazo...).

- De bordes y sangrado irregular.
- Se suelen infectar y complicar.

3. SÍNTOMAS

- Dolor: sobre todo en las sufridas en cara y manos.
- Hemorragia: arterial, venosa o capilar por destrucción de los vasos sanguíneos.
- Separación de los bordes de la piel afectada.

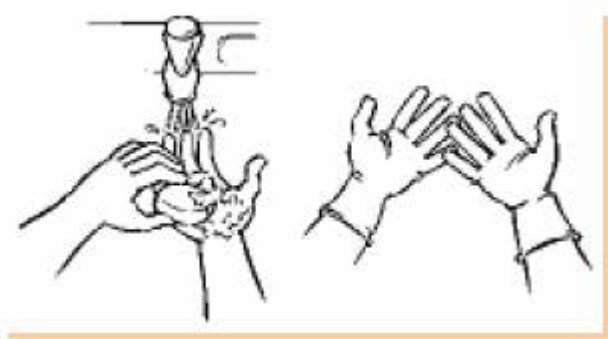
4. FACTORES DE GRAVEDAD

- Extensión: a mayor extensión, mayor gravedad.
- Profundidad: más graves cuanto más profundas sean.

- Localización: las más graves suelen ser las localizadas en manos, orificios naturales, tórax, abdomen y articulaciones.
- Suciedad: la presencia de cuerpos extraños y suciedad hacen más graves las heridas.

5. ACTUACIÓN

- Preparar gasas, antiséptico, tiritas, guantes, desinfectar pinzas y tijeras (limpiándolas con una gasa empapada en alcohol y luego secándola con otra estéril), etc., todo sobre una superficie limpia.
- Lavado de manos con agua y jabón.
- Ponerse guantes desechables.



- Descubrir la herida: recortar pelo, cabello, etc.
- Lavarla con abundante agua y jabón o con un antiséptico.
- Limpiarla con gasas estériles desde el centro hacia la periferia.



- Si se observan cuerpos extraños sueltos (tierra, piedrecillas, etc.), retirarlos realizando un lavado a chorro con suero fisiológico para arrastrarlos y/o con la ayuda de gasas estériles o pinzas. Si están incrustados no retirarlos.
- Secar la herida adecuadamente con unas gasas desde el centro de la misma hacia la periferia.
- Aplicar un antiséptico tipo povidona yodada.

- Cubrir la herida con un apósito estéril: usar las pinzas y nunca aplicar la gasa sobre la herida por la cara con la que se contacta para sujetarla.
- Fijar el apósito con esparadrapo o vendas.



- Si el apósito se empapa de sangre, colocar otro encima sin retirar el primero.
- Ante cualquier herida que no sea eminentemente superficial, tras limpiarla y cubrirla con un apósito estéril, se debe trasladar al herido a un centro asistencial: podría requerirse sutura.
- Siempre al finalizar, tras quitarse los guantes, es imprescindible lavarse las manos.

En caso de Heridas NO se debe:

- ✓ Manipularlas, a no ser que sean superficiales.
- ✓ Limpiarlas con algodón, pañuelos o servilletas de papel: desprenden hebras y pelusa que pueden provocar infecciones.
- ✓ Utilizar alcohol o lejía: queman la zona de la herida.
- ✓ Emplear pomadas o polvos con antibióticos: pueden dar lugar a alergias.
- ✓ Utilizar antisépticos colorantes: violeta de genciana, mercurocromo.
- ✓ Extraer cuerpos extraños enclavados, cualquiera que sea su localización.
- ✓ Manipularlas con las manos sucias o ponerla en contacto con objetos (trapos, vendas, etc.) en un estado higiénico inadecuado.

6. HERIDAS ESPECIALES

Consideraremos como tales las amputaciones traumáticas, las heridas perforantes en el tórax y las heridas perforantes en el abdomen. Todas ellas son heridas muy graves, por lo que el traslado al hospital, tras las actuaciones que a continuación se especifican, es urgente.

En todas ellas es imprescindible:

- Llevar a cabo la Evaluación Primaria y actuar en consecuencia.
- Evaluación secundaria.
- Tener presente que no se deben extraer cuerpos extraños enclavados.
- Cubrir la zona con material estéril o lo más limpio posible, húmedo y de mayor tamaño que la herida.
- Trasladar al accidentado al hospital de forma urgente, controlando signos vitales (consciencia, respiración, circulación, etc.).

6.1. Amputaciones Traumáticas

Implican importante pérdida de sangre.

Actuación:

- Cohibir la hemorragia (presión directa, elevación del miembro, compresión de la arteria correspondiente, e incluso torniquete si estimamos que existe riesgo de muerte). Ver parte de este anexo "Hemorragias".
- Controlar constantes vitales.
- Respecto al miembro amputado, es necesario lavarlo con suero fisiológico, cubrirlo con gasas estériles humedecidas con el suero, introducirlo en una bolsa de plástico y cerrarla, y finalmente introducir dicha bolsa en otra que tenga hielo y un poco de agua.
- Trasladar lo antes posible al herido y el miembro amputado, conjuntamente a ser posible, a un centro hospitalario.

6.2. Heridas perforantes del Tórax

Estas heridas pueden poner en peligro la vida del paciente si llega a romperse la pleura y entrar aire en el interior del tórax, lo que impide la respiración.

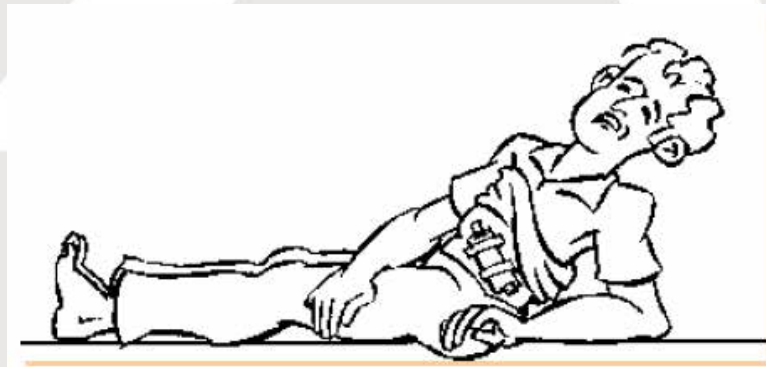
Síntomas:

- Dolor intenso en la herida que aumenta al respirar.
- Dificultad respiratoria acusada: el herido siente que se ahoga.
- Parece que el paciente "respira" por la herida: salida de sangre mezclada con aire, espumosa.

- Se oye una especie de silbido en la herida.
- Salida de sangre por la boca con golpes de tos.

Actuación: “Taponamiento parcial oclusivo”.

- Tapar la herida con una gasa.
- Colocar encima un trozo de plástico o papel de aluminio (que actúa como apósito impermeable) y fijarlo con esparadrapo, celofán, etc. por todos los extremos menos por uno. Este pequeño hueco hará de válvula que permita la salida del aire que entró e impidiendo nuevas entradas de aire.
- Aflojar las ropas que opriman.
- Vigilar las constantes vitales.
- Si hay un cuerpo extraño enclavado: NO extraerlo.
- Colocar al herido en posición semi-sentado para facilitar su respiración.



6.2. Heridas perforantes del Abdomen

Estas heridas pueden provocar shock por hemorragias importantes externas e internas, perforación del tubo digestivo y salida de asas intestinales al exterior.

Actuación:

- Cubrir la herida y cohibir la hemorragia con apósitos.
- Si hay salida de intestinos, cubrir con gasas o paño humedecido sin presionar ni manipular: no se debe NUNCA intentar reintroducirlos.
- JAMÁS extraer cuerpos enclavados.
- NO dar de comer, beber o suministrar medicamentos al accidentado.
- Colocarlo tumbado boca arriba con las piernas flexionadas.



13.10.-HEMORRAGIAS

1. DEFINICIÓN

Salida de sangre fuera del sistema circulatorio (fuera de las arterias, venas o capilares).

En un adulto, una pérdida de sangre de:

- Medio litro: es tolerado.
- Litro y medio: puede producir shock hipovolémico y muerte.
- Más de tres litros: produce la muerte rápidamente por colapso.

2. TIPOS DE HEMORRAGIAS

a) Según el destino de la sangre

- Externa: la sangre sale al exterior del organismo.
- Interna: la sangre sale del aparato circulatorio para alojarse en una cavidad.
- Exteriorizadas: siendo internas, salen al exterior por orificios naturales.

b) Según el origen de la sangre

- Hemorragia Capilar o Superficial. Compromete solo vasos sanguíneos superficiales que irrigan la piel. Generalmente es escasa y se puede controlar fácilmente. La sangre sale a modo de pequeños puntitos sangrantes.
- Hemorragia Venosa. Se caracteriza porque la sangre es de color rojo oscuro y su salida es continua, de escasa o de abundante cantidad.
- Hemorragia Arterial Se caracteriza porque la sangre es de color rojo brillante, su salida es abundante, a borbotones y en forma intermitente, coincidiendo con cada pulsación.

3. ACTUACIÓN EN CASO DE HEMORRAGIAS EXTERNAS

Debe seguirse la siguiente pauta:

- Lavarse las manos.
- Colocarse guantes.
- Evitar que el herido esté de pie por si se marea y cae.
- Tranquilizarlo.
- Detener la hemorragia.

SECUENCIA DE ACTUACIÓN PARA DETENER LA HEMORRAGIA:

PRIMERO: Compresión directa del punto sangrante

- Liberar la zona de la herida de ropas para ponerla al descubierto.
- Cubrir la herida con gasas, pañuelos (el material, que no desprenda hebras, más limpio del que se pueda disponer).
- Comprimir la zona afectada durante un mínimo de 10 minutos, elevando a la vez el miembro afectado, de forma que el punto sangrante se encuentre más alto que el corazón.
- No retirar nunca el apósito inicial. Si la herida sigue sangrando, añadir más gasas.
- Sujetar las gasas con vendaje compresivo.

SEGUNDO: Compresión directa del vaso sanguíneo correspondiente

- Si a pesar de lo anterior el accidentado sigue sangrando, comprimir con la yema de los dedos la arteria correspondiente a la zona de sangrado, contra el hueso subyacente y siempre por encima de la herida.



- Según la localización de la hemorragia, se debe presionar:

1. Hemorragia en miembros inferiores

Con la base de la palma de una mano en la parte media del pliegue de la ingle. La presión se hace sobre la arteria femoral. Esta presión disminuye la hemorragia en muslo, pierna y pie.



2. Hemorragia en cabeza-cuello

Con el dedo pulgar en la arteria carótida (en la cara lateral y zona media del cuello del lado de la hemorragia) y el resto de la mano en la parte posterior del cuello.

3. Hemorragia en hombros

Con el pulgar en la arteria subclavia (en el hueco existente, próximo al cuello, por encima del extremo de la clavícula, en el lado de la herida) y el resto de la mano en la parte posterior del hombro.

4. Hemorragia en brazos

Con el pulgar en la arteria axilar (en la parte media del hueco de la axila) y el resto de la mano en la parte posterior de la axila sin levantar el brazo.

5. H. en antebrazo y mano

Con los dedos en la arteria humeral y el resto de la mano en la parte posterior del brazo, con una ligera elevación del mismo.



No conviene olvidar que esta técnica reduce la irrigación de todo el miembro y no solo de la herida como sucede en la presión directa.

Por ello:

- Si la hemorragia cesa después de tres minutos de presión, debemos soltar lentamente el punto de presión directa.
- Si por el contrario continúa, debemos volver a ejercer presión sobre la arteria.

TERCERO: Torniquete

SIEMPRE DEBE SER LA ÚLTIMA OPCIÓN, y sólo se aplicará si:

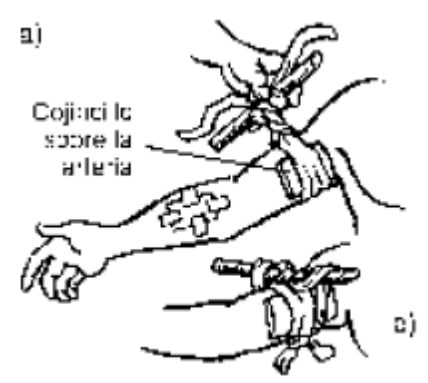
- Fracasan las medidas anteriores.
- La hemorragia persiste de forma que pueda implicar la pérdida de la vida del accidentado (por ejemplo en las amputaciones).
- El número de accidentados con lesiones vitales sobrepasa al de socorristas y no se puede estar atendiendo en todo momento a cada uno de ellos.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA:

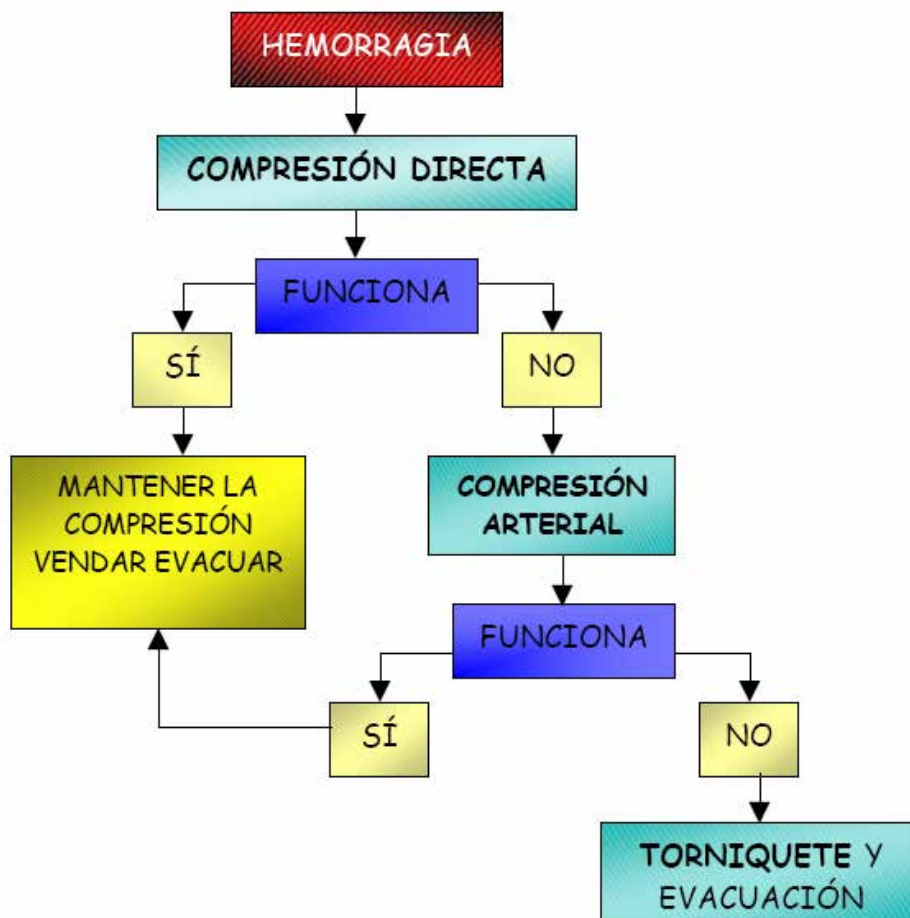
- Ejecutarlo en el extremo proximal del miembro afectado (lo más cerca posible del tronco o del abdomen según se trate del brazo o de la pierna respectivamente).
- Utilizar una banda ancha.
- Anotar la hora de colocación.
- Ejercer sólo la presión necesaria para detener la hemorragia.
- No aflojarlo nunca.

EJECUCIÓN

- Colocar la venda cuatro dedos por arriba de la herida.
- Dar dos vueltas alrededor del miembro.
- Hacer un nudo simple.
- Colocar una vara corta y fuerte y hacer dos nudos más.
- Girar la vara lentamente hasta controlar la hemorragia.
- Trasladar al herido a un centro sanitario.



ESQUEMA-RESUMEN DE ACTUACIÓN ANTE HEMORRAGIAS EXTERNAS



Lo que NO se debe hacer en caso de hemorragias externas:

- ✓ Quitar gasas empapadas.
- ✓ Torniquetes (excepto en los casos indicados).

4. HEMORRAGIAS INTERNAS

- Son difíciles de detectar y siempre precisan tratamiento médico urgente.
- Podemos sospechar una hemorragia interna por la existencia de fuertes traumatismos con síntomas y signos de fallo circulatorio:

- piel pálida fría y sudorosa
- pulso débil y rápido
- respiración rápida y superficial
- inquietud
- ansiedad
- somnolencia
- Deben tomarse medidas de soporte vital básico (vigilar consciencia, respiración y pulso, etc.), hasta la llegada de atención especializada o proceder a la evacuación urgente, preferentemente en ambulancia, controlando siempre los signos vitales (consciencia, respiración, circulación, etc.).

5. HEMORRAGIAS INTERNAS EXTERIORIZABLES POR ORIFICIOS NATURALES

a) EPIXTASIS

Es una hemorragia exteriorizada a través de la nariz y suelen ser consecuencias secundarias de traumatismos sobre la misma, subidas de tensión o dilataciones de las venas nasales hasta su ruptura. Actuación

- Ponerse guantes.
- Efectuar presión directa con los dedos sobre la ventana nasal sangrante contra el tabique nasal, durante 5-10 minutos, manteniendo siempre la cabeza de la persona inclinada hacia delante para evitar la aspiración de coágulos.



- Pedir al accidentado que respire por la boca.
- Pasado este tiempo, aliviar la presión y si la hemorragia no ha cesado, introducir una gasa mojada en agua oxigenada por la fosa nasal sangrante.
- Si no cesa, trasladar a la persona a un centro sanitario sin quitarle la torunda de gasa y sin que se suene la nariz.

b) OTORRAGIA

Es la salida de sangre por el oído y signo indirecto de fractura de base de cráneo en traumatizados.

Actuación

- No taponar el oído sangrante. No limpiar la sangre.

- Soporte vital básico: no dejarle mover la cabeza, no darle de beber ni comer, abrigo, vigilar respiración, etc.
- Contactar con servicio especializado de forma urgente

13.11.-QUEMADURAS

1. DEFINICIÓN

Las quemaduras son lesiones de los tejidos blandos, producidas por agentes físicos (llamas, radiaciones, electricidad, etc.) o químicos. Una quemadura grave puede poner en peligro la vida del accidentado y requiere atención médica inmediata.

En un traumatismo o una crisis convulsiva, por ejemplo, el socorrista poco puede hacer para alterar la gravedad del accidente. Sin embargo, en las quemaduras, se puede actuar sobre las causas, apagando el fuego, bajando la temperatura de un líquido hirviendo, etc., de manera que la lesión final será menos grave de lo que habría sido si no se hubiera intervenido.

2. GRAVEDAD DE LAS QUEMADURAS

La gravedad de una quemadura está determinada por diversos factores: extensión, profundidad, localización en el cuerpo, edad del quemado y estado físico, afectación de vías respiratorias y lesiones concomitantes.

De todos ellos, la extensión es el factor clave para determinar la gravedad, por su relación estrecha con la pérdida de líquidos y el shock.

Las quemaduras son más graves en niños y ancianos: en los primeros por su menor capacidad de defensa y en los últimos por el mayor porcentaje de agua que contienen sus tejidos y que se pierde en mayor cuantía ante una quemadura, con el consiguiente riesgo de deshidratación.

Según la localización, las quemaduras son más graves en las zonas de las manos, cara y genitales.

3. CLASIFICACIÓN DE LAS QUEMADURAS

A) SEGÚN EL AGENTE CAUSAL

- Q. Térmicas:

Producidas por la acción de un agente a alta temperatura (llamas, sólidos, líquidos y gases calientes o vapor, radiación solar).

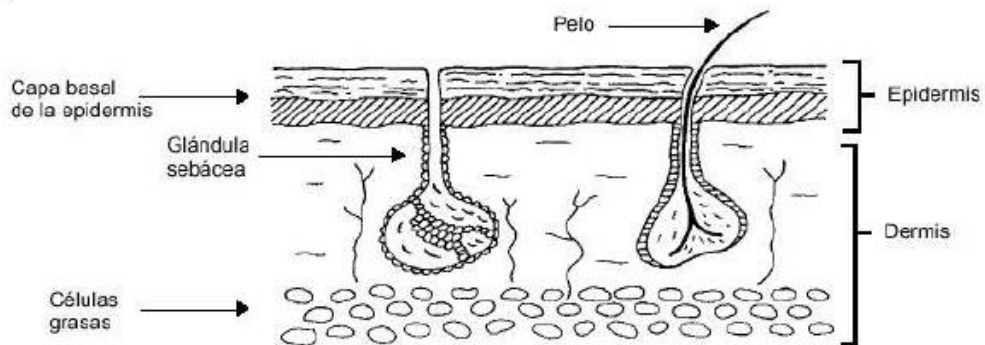
Por congelación: debida a la acción de un agente a baja temperatura.

- Q. Químicas: por la acción de sustancias y productos químicos.

- Q. Eléctricas: derivadas del paso de corriente eléctrica.

B) SEGÚN LA PROFUNDIDAD

□Q. de Primer grado: afectan a la capa superficial de la piel (epidermis), que no resulta destruida, sino simplemente irritada. Provocan dolor y enrojecimiento. A esta lesión se le denomina ERITEMA. La curación es espontánea en 3 ó 4 días. Ej.: las quemaduras solares.



□Q. de Segundo grado: la lesión que producen es más profunda y afecta a la epidermis y a un espesor variable de la dermis. Se caracterizan por la aparición de ampollas rojizas y húmedas, llenas de un líquido claro (FLICTENAS) y cierto dolor. La curación con métodos adecuados se produce entre 5 y 7 días.

□Q. de Tercer grado: se produce una destrucción profunda de todas las capas de la piel e incluso tejidos más profundos. Se caracterizan por una lesión de aspecto entre lo carbonáceo y el blanco nacarado (ESCARA) y por ser indoloras debido a la destrucción de las terminaciones nerviosas de la zona.

C) SEGÚN LA EXTENSIÓN

Una quemadura es más grave cuanto más superficie de la piel afecte.

Para calcular la extensión de una quemadura, se suele utilizar “la regla de los nueve” que implica dividir a la superficie corporal en áreas que representan el 9% o múltiplos de esta cantidad, del total de la superficie corporal.

“Regla de los 9”

Cabeza y cuello 9%

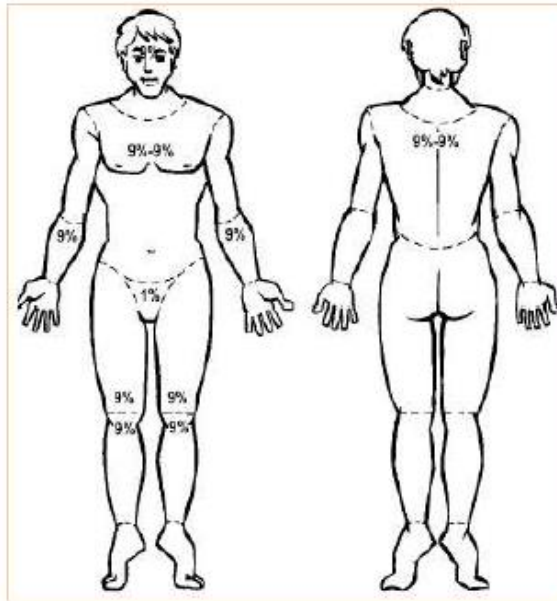
Tronco anterior 18 %

Tronco posterior 18 %

Una extremidad superior 9%

Una extremidad inferior 18 %

Zona genital 1 %



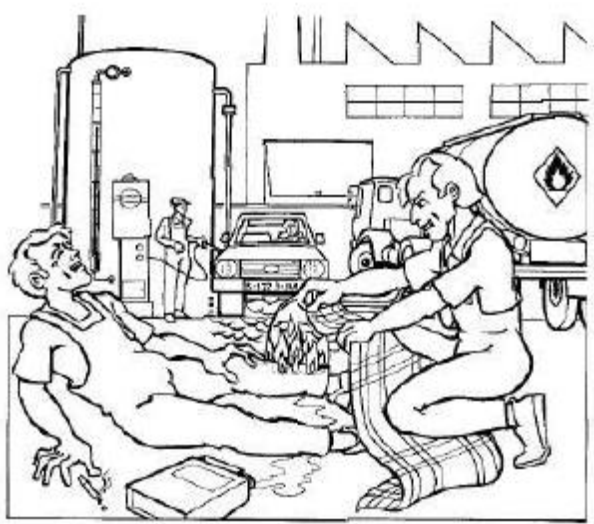
Atendiendo a la extensión (porcentaje de superficie corporal quemada S.C.Q.), las quemaduras se clasifican del siguiente modo:

- Q. Leve: menos del 15% de SCQ.
- Q. Moderada: del 15 al 49 % de SCQ.
- Q. Grave: del 50 al 69 % de SCQ.
- Q. Masiva: más del 70% de SCQ.

4. INCENDIOS Y QUEMADURAS TÉRMICAS POR EL CALOR

Actuación en Incendios

- El rescatador se asegurará de que no corre peligro.
- Si debe acudir a una zona en llamas o entrar sólo en un edificio: llevar un pañuelo mojado en agua fría en la cara y desplazarse arrastrándose por el suelo, con una cuerda de seguridad.
- Intentar eliminar la causa (apagar fuego) y, si no es posible, apartar al herido de la fuente de calor.
- Si el herido está en llamas y corriendo, tenderlo en el suelo y apagarle el fuego cubriéndole con una manta que no sea sintética. Si no tenemos nada, le haremos rodar por el suelo.



- Valorar al quemado: signos vitales (conciencia, respiración, circulación, etc.), tener presente que puede padecer asfixia por inhalación de humos (intoxicación por monóxido de carbono) aparte de la quemadura.
- Proceder a practicar reanimación cardiopulmonar (R.C.P.) si fuera necesario.
- Tranquilizar al herido.
- Retirar vestiduras y objetos que puedan comprimir como anillos pulseras, cinturones, etc. cuidadosa y rápidamente. NUNCA se retirarán las ropas adheridas a la piel. Si es necesario, se cortarán las ropas.

Actuación en quemaduras térmicas

- Lavarse las manos y colocarse unos guantes.
- Exponer la zona quemada bajo un chorro de agua (nunca hielo) durante 10 minutos por lo menos.



- Cubrir la zona con gasas estériles, a ser posible empapadas con suero fisiológico o agua.
- Sujetar las gasas con un vendaje que no oprima: nunca comprimir.
- Elevar la zona afectada para evitar la inflamación.
- En grandes quemados abrigoles para evitar que se enfríen.
- Trasladar a un hospital: en grandes quemados en posición lateral de seguridad (P.L.S.) para evitar la aspiración de un posible vómito.

Algunas observaciones

- Si la quemadura es en los dedos, colocar gasa entre los mismos antes de poner la venda: cada dedo debe ser vendado uno por uno, individualmente.
- En caso de quemaduras en la cara, cubrirlas con gasa estéril o tela limpia, abriendo agujeros para ojos, nariz y boca.
- En quemaduras por líquidos calientes, si no tenemos agua a mano, retirar rápidamente la ropa mojada por el líquido y como último recurso secar la piel, sin frotar, con ropa absorbente.
- Los gases calientes pueden producir quemaduras en el aparato respiratorio superior debidas a la inhalación de los mismos. Las mismas pueden poner en peligro la vida del accidentado por asfixia, ya que producen inflamación de las vías respiratorias. La actuación debe ir dirigida a procurar una adecuada permeabilidad de las vías respiratorias y el traslado urgente a un centro hospitalario.

En las Quemaduras NO se debe:

- ✓ Aplicar pomadas, antisépticos con colorantes, remedios caseros, hielo o agua helada.
- ✓ Enfriar demasiado al paciente: sólo la zona quemada.
- ✓ Romper o pinchar las ampollas. Las ampollas contienen un líquido que protege la zona de una posible infección.
- ✓ Comprimir la zona quemada con el vendaje.
- ✓ Correr cuando el cuerpo está en llamas.
- ✓ Despegar la ropa o cualquier otro elemento pegado al cuerpo.
- ✓ Vendar dedos juntos.
- ✓ Dejar sola a la víctima.
- ✓ Demorar el transporte al centro hospitalario.

Resumen de actuación en Quemadura Térmica:

- Eliminar la causa.
- Refrigerar con agua.
- Cubrir la zona lesionada.
- Vigilar signos vitales si fuera necesario.
- Evacuar a un centro sanitario.

5. QUEMADURAS QUÍMICAS

Se producen cuando la piel entra en contacto con productos ácidos, álcalis fuertes u otras sustancias corrosivas.

La principal característica es que la lesión causada continúa progresando y profundizando en los tejidos subyacentes mientras no se elimine la sustancia agresora. De ahí que en la actuación, el lavado deba ser de mayor duración, para arrastrar y diluir el producto.

Los accidentes de este tipo suelen ser frecuentes en los Laboratorios donde se trabaja con productos químicos de las características mencionadas, aunque sea en pequeñas cantidades. Es importante que todos los trabajadores estén informados de las propiedades de los productos utilizados (las etiquetas y fichas de seguridad son instrumentos muy adecuados para conseguir este objetivo). En esos documentos se incluye, entre otros contenidos, información acerca de los primeros auxilios ante contacto con piel y mucosas e intoxicaciones.

Actuación

- Retirar la ropa de la zona afectada lo más pronto posible (a mayor tiempo de contacto de la sustancia con la piel, mayor gravedad y profundidad).
- Lavar inmediata y abundantemente con agua, al menos durante 20 ó 30 minutos (lavado prolongado), teniendo especial cuidado con las salpicaduras.



- El agua puede ser aplicada directamente del grifo del lavabo o mediante diversos dispositivos como las duchas de seguridad o en su defecto las duchas convencionales y las duchas lavavajillas o lavavajillas portátiles.
- Acudir a un centro sanitario.
- Durante el transporte, se puede continuar aplicando agua con una pera, botella, etc.

6. QUEMADURAS ELÉCTRICAS

La electricidad provoca muchos accidentes, incluso mortales, debidos a:

- Shock eléctrico: electrocución.
- Quemaduras o trastornos cardiovasculares o nerviosos: electrización.

Las quemaduras producidas por la electricidad son profundas y suelen ser graves debido a que la cantidad de tejido afectado es mucho mayor de lo que la herida de la piel indica, y porque esta lesión puede ir acompañada de parada cardíaca. La electricidad entra por un punto del organismo y sale por otro, destruyendo a lo largo de su recorrido músculos, nervios, vasos sanguíneos, etc., liberándose una sustancia llamada mioglobina al torrente circulatorio que puede producir daño renal.

ACTUACIÓN: la prioridad será el P.A.S. (Proteger, Avisar y Socorrer).

1º) Rescate del accidentado

- Antes de tocar al accidentado, desconectar la corriente eléctrica.

- Si no ha sido posible cortar la energía, despegar al accidentado del elemento en tensión, haciendo tracción sobre uno u otro a distancia, con la ayuda de utensilios no conductores (palos, cuerdas, etc.). Además, el socorrista debe aislarse del suelo con calzado no conductor, banquetas aislantes, cajones de madera... y protegerse las manos (guantes aislantes, ropa seca...)

2º) Apagar las llamas

- Nunca utilizar agua, ya que se podría reproducir la electrocución, incluso del socorrista.

3º) Examen general

- Valorar al accidentado: signos vitales (conciencia, respiración, circulación, etc.).
- Proceder a practicar reanimación cardiopulmonar (R.C.P.) si fuera necesario.
- En caso de electrocución, se insistirá en la reanimación, incluso en accidentados que lleven varios minutos sin pulso, respiración, presenten cianosis y pupilas dilatadas ya que, en muchas ocasiones, se puede recuperar al paciente sin secuelas neurológicas. Por tanto la reanimación cardiopulmonar debe ser ininterrumpida y duradera.
- Buscar y atender otras posibles lesiones: fracturas, hemorragias...
- Abrigar al accidentado.
- Si está consciente, darle agua bicarbonatada (una cuchara sopera en ½ litro de agua), para prevenir la acidosis de los quemados.

4º) Atender las zonas de entrada y salida de la descarga eléctrica

- Aplicar agua y cubrir con gasas y paños limpios.

5º) Traslado a centro sanitario

- En reposo, en posición lateral de seguridad (P.L.S.) si fuera posible, bajo vigilancia y bien abrigado.
- Aunque las lesiones sean mínimas, recabar SIEMPRE la asistencia especializada, pues pueden aparecer lesiones tardías.

13.12.- TRAUMATISMOS OSTEOMUSCULARES

Los traumatismos son un tipo de lesión muy frecuente que, por otra parte, raramente ponen en peligro la vida del accidentado, pero sí pueden conducirlo a un estado de shock como consecuencia del dolor.

No son prioritarios en la atención de urgencia.

Por otro lado, puede darse la circunstancia de que el accidentado sea un politraumatizado y tener varios tipos de lesiones, algunas de mayor gravedad que la traumatológica en sí, que requieran atención prioritaria.

En la actuación ante los traumatismos hay que tener siempre presente tres premisas básicas:

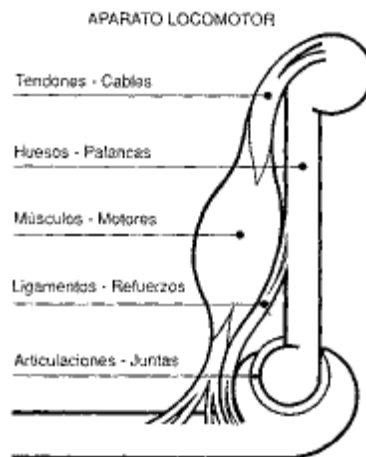
- 1º. Valorar al accidentado: signos vitales (conciencia, respiración, circulación, etc.) y proceder a practicar reanimación cardiopulmonar (R.C.P.) si fuera necesario.
- 2º. Ante lesiones traumáticas, inmovilizar la zona afectada.
- 3º. Trasladar en condiciones adecuadas. Más adelante se explica cómo debe transportarse al accidentado en función de la lesión y su localización.

1. CONCEPTOS

Los traumatismos son lesiones de tejidos causadas por agentes mecánicos, generalmente externos.

Los componentes fundamentales del aparato locomotor son: los huesos, los músculos, los tendones, los ligamentos y las articulaciones.

- Los huesos conforman el esqueleto que, además de servir como almacén del organismo, actúa como protector envolviendo a órganos vitales:
- El cráneo: en su interior se aloja el cerebro.
- La columna vertebral: protege a la médula espinal.
- La caja torácica: delimitada por las costillas que se unen por detrás a las vértebras y por delante al esternón, protege al corazón, pulmones y grandes vasos.
- La pelvis: protege a la vejiga, el recto y el útero.
- Los huesos de las extremidades: conforman el almacén, soportan el peso del cuerpo y facilitan su movimiento.
- Las articulaciones permiten la unión entre dos o más huesos facilitando el movimiento. En su interior, el líquido articular facilita el desplazamiento de las superficies articulares de los extremos óseos que se articulan y los meniscos protegen dichos extremos óseos.
- Los ligamentos, entre otras funciones, mantienen estables las articulaciones.
- Los tendones actúan traccionando o relajando los músculos.
- Los músculos, que rodean a los huesos, son los motores del movimiento mediante sus contracciones y relajaciones.



Todas estas estructuras pueden resultar dañadas en los traumatismos, dando lugar a distintos tipos de lesiones de las que, a continuación, se tratan las más relevantes.

2. ESGUINCES

Conocidos coloquialmente como torceduras, consisten en una lesión por distensión de los ligamentos articulares a consecuencia de un traumatismo o sobrecarga articular.

Síntomas

En la zona afectada aparece dolor, hinchazón, movilidad dolorosa y a veces hematoma.

Actuación

- Aplicar hielo o paños humedecidos con agua fría sobre la zona afectada.
- Inmovilizar con un vendaje compresivo (pero sin oprimir) o con cabestrillo, según la zona: vendar desde la parte distal hasta la proximal. Por ejemplo, en un esguince de tobillo se vendará desde la raíz de los dedos hasta la flexura de la rodilla.
- Mantener la zona afectada en alto.
- No apoyar el miembro hasta que lo revise un Médico.

3. LUXACIONES

En estas lesiones, hay una pérdida de la congruencia articular (el hueso se “sale de su sitio”), que puede ir acompañada de:

- Rotura de los ligamentos que mantienen estable la articulación.
- Rotura de las fibras musculares que envuelven la articulación.
- A veces puede haber una fractura añadida de las superficies óseas articulares implicadas.



Síntomas

- Dolor e inflamación en la articulación.
- Pérdida de movilidad de la articulación.
- Deformidad en la zona afectada.

Actuación

- Comprobar:
- Normalidad del pulso.
- Sensibilidad de la zona.
- Contracción muscular.
- Inmovilizar el miembro afectado en la posición que lo encontremos, mediante un vendaje adecuado y si es en el brazo hacer un cabestrillo con un pañuelo triangular.
- Mantener en reposo y elevada la articulación.
- Evacuar a un centro hospitalario, con carácter urgente si:
- Están alteradas las constantes vitales.
- Aparece frialdad o palidez del miembro afectado debido a un compromiso vascular.
- El accidentado nota hormigueo o acorchamiento por afectación de los nervios de la zona.
- Hay ausencia o disminución de la contracción muscular.

En caso de Luxación No se debe:

- ✓ Intentar **reducirla** (intentar colocar los huesos en su sitio).
- ✓ Forzar al accidentado a que mueva la articulación.
- ✓ Aplicar pomadas antiinflamatorias ni suministrar analgésicos (para no enmascarar los síntomas).

4. FRACTURAS Y FISURAS

Una fractura es la pérdida de la continuidad de la superficie de un hueso (rotura total del hueso). En las fisuras, la rotura es incompleta.

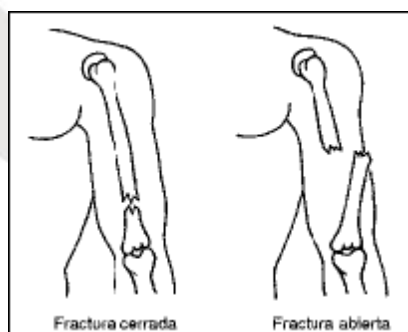
Mecanismo de producción

El mecanismo más frecuente es un traumatismo o golpe directo en la zona lesionada, aunque hay casos en los que el golpe es a distancia de la lesión, por ejemplo, las fracturas vertebrales ocasionadas por una caída de altura en posición de pie.

Asimismo pueden aparecer fracturas como consecuencia de enfermedades, sin que estén asociadas a traumatismos.

Tipos de fracturas

- Cerradas: la piel de la zona fracturada está indemne.
- Abiertas: la piel de la zona está rota y existe alto peligro de infección.



Síntomas

- Dolor intenso en la zona de fractura.
- Deformidad: si se ha producido en una de las extremidades, al compararla con la ilesa, se aprecia mejor la diferencia.
- Impotencia funcional: imposibilidad de mover el miembro afectado.

- Herida y hemorragia de la zona, en las fracturas abiertas.
- Otros:
 - o Sensación de “roce” de fragmentos.
 - o Sonido o chasquido característico.
 - o Hematoma: en la zona de fractura o a distancia.
 - o Hinchazón: debida a la extravasación de líquidos.
 - o Acortamiento del miembro fracturado: cuando la fractura es en un hueso largo.
 - o Puede aparecer shock: por el dolor o por existencia de hemorragia interna.

Actuación

- Aplicar la conducta PAS: hacer seguro el lugar de los hechos para el accidentado y para el socorrista, pedir ayuda y socorrer al herido.
- Llevar a cabo la Evaluación del accidentado (primaria y secundaria) a fin de priorizar la actuación.
- Evitar cualquier movimiento innecesario que pudiera ocasionar otras lesiones añadidas.
- En fracturas abiertas, cubrir la herida con apósitos o pañuelos limpios, antes de inmovilizar (tener presente el peligro de infección que conllevan estas fracturas)
- No moverlo antes de inmovilizar la fractura.
- Inmovilizar la fractura en la misma posición que la encontremos: NUNCA intentar realinear el miembro fracturado.
- Especial cuidado en fracturas de cráneo y columna vertebral: no mover.
- Solicitar ayuda sanitaria o trasladar a un centro sanitario de la forma más estable posible.

La inmovilización:

Objetivo: reducir el movimiento, evitar el empeoramiento de la fractura, prevenir complicaciones por daños de estructuras vecinas, aliviar el dolor y evitar el shock.

Actuación:

- 1º. Tranquilizar al accidentado y explicarle cualquier maniobra que tengamos que realizar antes de llevarla a cabo.

- 2º. Quitarle anillos, relojes, descubrir de ropa la zona afectada, cortándola si fuera preciso.
- 3º. Inmovilizar: colocar una férula. Hay dos técnicas:
 - Utilizar el cuerpo del accidentado como soporte con ayuda de pañuelos en forma de vendas, pañuelos triangulares, etc. Ejemplos: fractura de clavícula, de dedos de la mano, de extremidad inferior...
 - Utilizar elementos rígidos o férulas, que pueden ser improvisadas con tablas, palos, cartón...
- 4º. Inmovilizar en posición funcional (si se puede) y con los dedos visibles (ver apartado 8º).
- 5º. Colocar material de amortiguación entre férula y superficie corporal: algodón, tela...
- 6º. Sujetar en tres o cuatro sitios, inmovilizando siempre las articulaciones proximal y distal para asegurar que la zona fracturada no se mueva.
- 7º. No sujetar en el lugar de la fractura.
- 8º. Comprobar periódicamente que no interrumpe la circulación sanguínea (color violáceo de los dedos, piel fría, dolor, etc.): no apretar.
- 9º. Evacuar siempre a un centro hospitalario.
- 10º. NUNCA reducir la fractura.

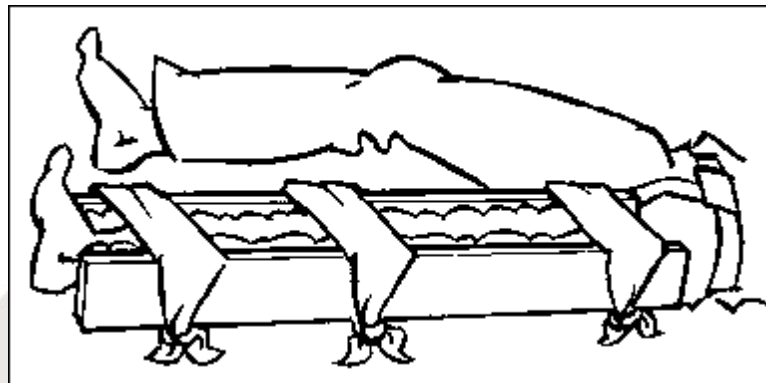
Formas de llevar a cabo diversas inmovilizaciones

- F. de costillas: No colocar vendaje alguno. Se trasladará al herido semisentado o acostado sobre el lado fracturado.
- F. del brazo: Se colocarán dos férulas, una desde el hombro hasta el codo y otra desde la axila hasta el antebrazo, que se sujetarán con vendas. Además, con un cabestrillo sujeto al cuello se mantendrá el antebrazo cruzado delante del pecho.



- F. de codo:
 - o Si no puede doblar el codo, se colocará una tablilla desde la axila hasta el antebrazo.
 - o Si puede doblar el codo, se sujetará el brazo sobre el pecho con un cabestrillo.

- F. de antebrazo: colocar el antebrazo entre dos tablillas sujetas y sostenerlo cruzado delante del pecho con un cabestrillo.
- F. de cadera: inmovilizar con una férula que vaya desde la axila hasta el pie y con otra desde la ingle hasta el pie.
- F. de fémur: se inmovilizará prácticamente igual que la anterior. Si no se dispone de férulas, se vendará la extremidad afectada (con cuerdas, cintas...) junto a la sana, desde la cintura hasta los pies.



FRACTURAS ESPECIALES

1. Fractura de la base del cráneo

El cráneo alberga en su interior el Sistema Nervioso Central. Las fracturas de la base del cráneo suelen ser debidas a traumatismos craneoencefálicos, causados generalmente por accidentes de circulación o caídas.

Síntomas

- Pérdida del conocimiento (no se da en todos los casos).
- Pupilas asimétricas (de distinto tamaño).
- Salida de sangre o de un líquido claro, como agua o blanquecino (líquido cefalorraquídeo), por el oído o por la nariz.

2. Fractura de la columna vertebral

En el interior de la columna vertebral se aloja la médula espinal y los nervios raquídeos que salen de ella e inervan todos los músculos del cuerpo.

Ante cualquier traumatismo localizado en el tronco (tórax y abdomen), se debe tener en cuenta que puede existir una fractura de columna.

Todas las fracturas de columna son graves, pero las del tracto cervical revisten una especial gravedad, porque pueden producir la paralización de las cuatro extremidades del paciente (tetraplejía) e incluso la muerte.

Síntomas

- Dolor intenso.
- Disminución o pérdida de la sensibilidad y movilidad de las extremidades (en función de la localización de la fractura).

3. Actuación en ambas situaciones

- Tener presente la conducta P.A.S.
- Evaluación y actuación según prioridad de las lesiones.
- Inmovilización: no tocar o mover al herido, salvo fuerza mayor.
- Si está consciente, indicarle que debe permanecer inmóvil.
- No limpiar la sangre del oído, en su caso.
- Pedir una ambulancia, para trasladarlo en condiciones adecuadas.
- Permanecer a su lado, controlando consciencia, respiración y pulso, abrigarlo para que no se enfríe y darle apoyo psicológico.
- En caso de tener que movilizarlo, se debe intentar evitar cualquier movimiento que provoque, agrave o haga definitiva una lesión medular. Algunas premisas de actuación serían:
 - No provocar la flexión de su espalda, no doblar nunca al herido, no hacerle sentarse, ni transportarlo cogiéndolo de las axilas y rodillas.
 - No flexionarle ni girarle la cabeza.
 - Moverle lo imprescindible, y siempre formando un BLOQUE RÍGIDO “cabeza-cuello-tronco-extremidades”. Los movimientos deben ser suaves y sincronizados.
 - Trasladar al herido sobre superficie dura (camilla, tablón, puerta) acostado boca arriba, rellenando los huecos con almohadas u otros elementos blandos.
 - Para colocar al herido en la camilla se necesitan como mínimo cuatro personas (lo ideal serían al menos cinco): mientras tres o cuatro sujetan y elevan con movimientos suaves y sincronizados el cuerpo en bloque, otra deslizará la camilla debajo del cuerpo.
 - Si no disponemos de estos medios, sólo moveremos al accidentado si es imprescindible.
 - Acompañarle en todo momento, controlando sus constantes vitales (consciencia, respiración, pulso, etc.) periódicamente.

13.13.-LESIONES OCULARES

Generalmente estas lesiones suelen deberse a la proyección de fragmentos o partículas sólidas (tierra, polvo, virutas, esquirlas de metal, fragmentos originados tras la ruptura de recipientes de vidrio, etc.) o por salpicaduras de productos químicos o gases corrosivos. Con menor frecuencia se derivan de traumatismos (balonazos, politraumatizados), los cuales deberán ser tenidos en cuenta en la valoración inicial del accidentado por parte del socorrista, ya que pueden ser prioritarios en la atención, por el compromiso vital que pueden implicar. La función visual será prioritaria si no hay otras lesiones.

Teniendo en cuenta la delicadeza e importancia del órgano de la visión y la gran ansiedad que generan en el herido (hay que tratar de tranquilizarlo al respecto), las lesiones oculares deben considerarse graves aunque puedan parecer triviales en comparación con las sufridas en otras partes del cuerpo. Siempre deben ser valoradas por un Médico tras la práctica de los primeros auxilios.

1. CONTUSIONES DEL GLOBO OCULAR

Suelen derivarse de golpes directos en el ojo, con objetos o herramientas.

Síntomas

- Inicialmente el herido puede notar simplemente un ligero dolor debido al traumatismo, sin manifestar alteraciones en la visión.
- Pasado un tiempo, unas horas, puede notar pérdida de visión, visión turbia, doble o visión con “lucecitas”.

Actuación

- No manipular el ojo.
- No aplicar nada en el ojo.
- Cubrirlo con un apósito estéril y fijarlo con esparadrapo o venda.

Si resultan afectados los dos ojos se cubrirán por separado.

- Trasladar con urgencia al accidentado a un centro sanitario, tumbado boca arriba, con la cabeza ligeramente elevada.

2. CUERPOS EXTRAÑOS

La penetración de cuerpos extraños de diferente naturaleza (hierro, cristal, polvo, insectos, etc.), en los ojos es frecuente en accidentes por proyección de fragmentos. El daño que pueden provocar depende de si se han enclavado o no, de la profundidad a la que hayan

penetrado, de su naturaleza y de si están o no infectados. En muchos casos las partículas se adhieren a la superficie interna del párpado superior, por lo que a simple vista no se localizan y sólo se aprecian tras evertir el párpado.

Síntomas

El herido nota molestias (e incluso dolor) y sensación de que algo le ha entrado en el ojo. Le molesta la luz y lagrimea constantemente.

Actuación

- No manipular ni frotar el ojo innecesariamente.
- Si el accidentado usa lentillas, removerlas y conservarlas en un bote con suero fisiológico.
- Entreabrir el ojo y pedirle que lo mueva para localizar el objeto.
- Tras localizarlo, si el cuerpo extraño no está enclavado, lavar el ojo con agua o suero fisiológico abundantes, intentado que el agua arrastre fuera del ojo el objeto.
- Si esto no da resultado, pedirle que parpadee y, con una buena iluminación, tratar de extraerlo suavemente, con una gasa o la punta de un pañuelo limpio (no con algodón).
- Si el cuerpo extraño está enclavado:
 - No intentar extraerlo con nada y mucho menos con ayuda de elementos punzantes o cortantes.
 - Colocar una gasa estéril sobre el ojo sin comprimirlo y sujetarla con una venda o esparadrapo.
 - Trasladar al accidentado urgentemente al médico, tumbado boca arriba.

Nota: Las partículas metálicas, deberán ser siempre extraídas por un Especialista y lo antes posible, ya que sufren cambios degenerativos que afectan en profundidad a las membranas del ojo.

3. QUEMADURAS POR AGENTES QUÍMICOS

Estas quemaduras son graves de entrada y a largo plazo.

Sea cual sea el agente químico, (ácidos, bases), la precocidad y la calidad del lavado son fundamentales en la actuación en primeros auxilios. El exceso de lavado en las quemaduras, no es nunca perjudicial; el lavado insuficiente, desgraciadamente muy común, sí lo es.

Si bien no hay diferencia en lo que concierne a la forma de presentación del producto (líquido, polvo), hay que distinguir entre los álcalis y los ácidos:

- Los ácidos (sulfúrico, clorhídrico, nítrico, crómico, etc.) provocan de entrada una necrosis tisular (destrucción de los tejidos) máxima, que se opone a la penetración ulterior de sustancia.
- Las bases (lejía, cal viva, sosa, amoníaco, potasa, etc.) se difunden al interior del globo ocular, de manera prolongada y retardada. Las lesiones tienden a agravarse con el tiempo.

Actuación

- Lavado inmediato y prolongado con agua abundante (bajo el grifo o en los lavajos especiales) o suero fisiológico estéril: agua a chorro continuo y baja presión durante al menos 20 ó 30 minutos.
- Este lavado debe irrigar abundantemente el interior de los párpados.
- Hay que tener en cuenta que el herido cerrará instintivamente los párpados, por lo que éstos se deben separarse ampliamente con los dedos. A veces se necesita la ayuda de otra persona.
- El lavado puede seguir realizándose durante el transporte.
- Cubrir el ojo con gasa estéril y fijar con esparadrapo o venda.
- Trasladar a un centro sanitario, tumbado boca arriba.

4. QUEMADURAS POR ACCIÓN DEL CALOR

Pueden deberse a:

- Llamas: son poco peligrosas para el ojo, ya que los reflejos del párpado y el lagrimeo actúan a tiempo. Suelen producir afecciones palpebrales con combustión de pestañas y cejas.
- Proyección de metales fundidos: la gravedad dependerá de la temperatura de fusión del metal en cuestión.
- Las derivadas de líquidos calientes (agua o aceite hirviendo): son en general poco graves, ya que se enfrían rápidamente. La lesión no suele ir más allá de una descamación epitelial sin gravedad.
- Las producidas por la electricidad (arcos eléctricos): suelen ser graves debido a las altísimas temperaturas alcanzadas.

Actuación

- _ Hay que intentar evitar el lavado ocular, ya que las lesiones son máximas de entrada.
- _ Oclusión binocular con gasa estéril y sujeción con esparadrapo.
- _ Traslado a un centro sanitario.

LO QUE NO SE DEBE HACER EN LESIONES OCULARES

- ✓ Retirar cuerpos extraños enclavados.
- ✓ Frotar el ojo.
- ✓ Utilizar algodón para retirar un cuerpo extraño.
- ✓ Colocar algodón como apósito ocular.
- ✓ Instilar colirios, pomadas, etc.
- ✓ Manipular el ojo innecesariamente y mucho menos usar instrumentos cortantes o punzantes.
- ✓ Comprimir el vendaje del ojo.
- ✓ Lavar con poca agua y durante poco tiempo en quemaduras químicas o tratar de neutralizarla: lavar una quemadura por ácido con una base y viceversa.

13.14.-CUERPOS EXTRAÑOS EN NARIZ Y OÍDOS

Este tipo de accidentes generalmente afecta a niños y suelen ser causados por piezas de juguete, legumbres, bolitas, pipos, etc.

A) Cuerpo extraño en nariz

Síntomas: Ocasionalmente, inflamación de la nariz, secreción nasal sanguinolenta, dificultad para respirar, etc.

Actuación

- Tapar con uno de los dedos la fosa nasal libre y pedir a la víctima que se suene. La corriente de aire así provocada suele bastar.
- Si el objeto no es expulsado y es visible en el interior de la fosa nasal, y siempre que no sea esférico (pues en ese caso podríamos introducirlo más adentro), podemos intentar extraerlo con ayuda de unas pinzas y una fuente de iluminación adecuada.
- Si lo anterior no basta, trasladarla a un Centro sanitario.

B) Cuerpo extraño en oído

Síntomas: Dolor por inflamación, audición disminuida, zumbidos, etc.

Actuación

- Observar con una buena fuente de iluminación y, si el objeto es accesible, intentar extraerlo con ayuda de unas pinzas y con cuidado (excepto si es esférico, por la razón antes indicada).
- Si se ha introducido profundamente en el interior del oído, no intentar sacarlo y trasladar al accidentado a un Centro Sanitario.

NO SE DEBE

- ✓ Manipular en el interior de nariz u oído con objetos punzantes o cortantes.
- ✓ Introducir agua para hacer salir el cuerpo extraño, pues puede aumentar el volumen del mismo y/o dañar estructuras internas.
- ✓ Usar pinzas si el objeto es esférico: podría introducirse más adentro.

13.15.-PICADURAS Y MORDEDURAS

Las picaduras y mordeduras son lesiones que inicialmente afectan al tejido blando pero que, según la evolución y la respuesta orgánica de cada individuo, pueden comprometer todos los sistemas, incluso causar la muerte si la atención no es rápida y adecuada, especialmente si se trata de personas que sufren reacciones alérgicas graves.

Actuación General

- Mantener en reposo la zona afectada para impedir la extensión del veneno a través de la circulación sanguínea.
- Limpiar la herida con agua y jabón.
- Aplicar frío sobre la zona, para disminuir la difusión del veneno y combatir la reacción inflamatoria que suele seguir a la picadura y mordedura.

En Picaduras y Mordeduras NO SE DEBE:

- ✓ Aplicar barro ni saliva ya que la zona se podría infectar.
- ✓ Rascarse ni frotarse la zona afectada.
- ✓ Realizar ningún tipo de incisión sobre la herida, pues se aumentaría la superficie de extensión del veneno y el riesgo de infección de la herida.
- ✓ Succionar la herida: además de no ser eficaz (se extrae muy poca cantidad de veneno), es peligroso, ya que si tuvieramos lesiones en el interior de la boca, podríamos absorber el veneno a través de ellas.

A continuación se incluye información específica relativa a algunas de las picaduras / mordeduras más usuales:

1. PICADURAS DE ABEJAS Y AVISPASSíntomas

A) Locales

- Dolor.
- Inflamación.
- Enrojecimiento y picor de la piel en el área de la picadura.

B) Generales (Pueden aparecer por reacción alérgica al veneno)

- Picor generalizado.
- Inflamación de labios y lengua.
- Dolor de cabeza, estómago, malestar general.
- Sudoración abundante.
- Dificultad para respirar.
- Paro cardiorrespiratorio.

Actuación

- Tranquilizar a la persona y mantenerla en reposo.

- Retirar el aguijón con unas pinzas, procurando no comprimir sobre la parte superior del aguijón, ya que exprimiríamos el veneno en el interior de la herida.
- Aplicar compresas de agua fría sobre el área afectada para reducir la inflamación, disminuir el dolor y la absorción del veneno.
- Si la persona presenta reacción alérgica, trasladarla rápidamente a un centro médico.
- Si la picadura es en la boca, hacer a la víctima que chupe un cubito de hielo durante el traslado al centro médico (para que se inflame la garganta lo menos posible y pueda seguir respirando).

2. PICADURAS DE ESCORPIÓN

Síntomas

- Inflamación local y dolor intenso.
- Necrosis del área afectada.
- Adormecimiento de la lengua y aumento de salivación.
- Calambres, convulsiones.
- Shock, paro respiratorio o paro cardiorrespiratorio.

Actuación

- Lavar la herida y aplicar compresas frías.
- Traslado rápido de la víctima a un centro sanitario.

3. MORDEDURA DE PERROS, GATOS, RATAS, MURCIÉLAGOS.

Estas mordeduras pueden ser graves si el animal padece rabia, por lo que, siempre que sea posible, conviene capturar al animal para que sea examinado por un veterinario.

Actuación

- Lavar la herida con agua y jabón.
- Cubrir la herida con un apósito estéril.
- Trasladar al accidentado a un centro sanitario donde el médico decidirá el tratamiento adecuado para prevenir el contagio de la rabia, afección por tétanos, etc.

13.16.-INTOXICACIONES

1. CONCEPTOS GENERALES

Algunos productos, si penetran en el organismo, aunque sea en pequeñas cantidades, son peligrosos para la salud. Sus efectos nocivos pueden aparecer de forma inmediata (accidente) o tras un largo periodo de tiempo (enfermedad).

Tóxico: cualquier sustancia que, si penetra en el organismo en una cantidad suficiente, es capaz de producir efectos adversos en el organismo.

Vías de entrada de los tóxicos en el organismo:

- *Cutánea:* a través de la piel y mucosas.
- *Respiratoria:* por inhalación a través del sistema respiratorio.
- *Digestiva:* por ingestión.
- *Parenteral:* a través de heridas o discontinuidades de la piel.

Intoxicación: es la reacción del organismo a la entrada de cualquier sustancia tóxica (veneno) que causa lesión o enfermedad y, en ocasiones, la muerte.

Los principales factores que influyen en las intoxicaciones son:

- Variables individuales: edad, sexo, enfermedades previas...
- Características del tóxico: propiedades físico-químicas, modos de entrada en el organismo, formas de actuación en el organismo...
- Parámetros ambientales: ventilación, presencia de otros productos...

2. ALGUNAS CONSIDERACIONES EN RELACIÓN CON LA UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Cuando se trabaja con productos químicos, lo principal y lo primero, es conocerlos para evitar accidentes o enfermedades derivadas del uso de los mismos. Las etiquetas y fichas de seguridad de los productos contienen la información necesaria para poder utilizarlos adecuadamente.

Pueden acaecer intoxicaciones agudas por inhalación de diversas sustancias (tóxicas, neurotóxicas, asfixiantes, etc.), debido a fugas, derrames, vertidos, explosiones e incendios (inhalación de humo y gases tóxicos) o por ingestión accidental de productos químicos (almacenados en envases cuyo contenido no está identificado).

En menor medida pueden aparecer intoxicaciones crónicas, cuando se produce exposición a determinados productos de forma prolongada en el tiempo sin las debidas medidas de prevención y protección tanto individuales como colectivas, (las mismas deben especificarse en la ficha de seguridad para cada producto y tarea).

Se debe evitar comer o beber en las zonas donde se manejen productos químicos y almacenar alimentos destinados al consumo humano junto a los mismos, pues estas prácticas pueden dar lugar a ingestas significativas de diversos tóxicos.

También se deben proteger adecuadamente las zonas de piel que puedan entrar en contacto con productos químicos, pues hay tóxicos que penetran vía dérmica en cantidades importantes y productos, que sin ser tóxicos, pueden causar enfermedades y trastornos varios (dermatitis, sensibilización cutánea, eczema, etc.).

Algunas precauciones a tener en cuenta en el cuidado de la piel:

- Higiene personal:
 - Es norma higiénica básica, el lavado de manos al entrar y salir del lugar de trabajo y siempre que haya tenido contacto con algún producto químico.
 - Ducha diaria al final de la jornada y, si es posible, antes de salir del trabajo.
 - Limpieza periódica de manos y zonas expuestas durante el trabajo.
 - Siempre antes de comer: lavar manos, antebrazos y cara (boca).
- Lavado de manos:
 - Escoger el tipo de limpiador según la suciedad. En general, el agua y jabón son suficientes, pero de no ser así se tendrá en cuenta lo siguiente:
 - Poca suciedad: limpiador de pH neutro, sin disolventes y con menos de un 10% de tensioactivos.
 - Suciedad media y tenaz: detergente de pH ligeramente alcalino, sin disolvente para las grasas, y con menos de un 30% de disolvente para colas y pinturas.
- Evitar abrasivos: serrín, arena, jabón en polvo, pastillas de jabón.
- Procedimiento:
 - Usar sólo la cantidad de producto necesaria.
 - Frotar a fondo: primero sin agua y luego con poca.
 - Aclarar con abundante agua.
- Secado de manos:
 - Evitar secadores de aire caliente.
 - Usar toallas suaves de papel.

- Realizar el secado en forma de pequeños “toques” sobre la piel.
- Heridas en la piel: siempre cubiertas con apósitos impermeables, previa cura local.
- Protección de la piel:
 - Usar equipos de protección individual (guantes), adecuados para cada producto y tarea.
 - Utilizar productos protectores específicos, en caso necesario.

3. SINTOMATOLOGÍA GENERAL DE LAS INTOXICACIONES

Aunque cada tóxico puede producir manifestaciones diferentes, en líneas generales, son signos de una posible intoxicación:

- Extrema debilidad y fatiga.
- Malestar, sensación de mareo.
- Náuseas y/o vómitos, dolor abdominal, diarrea.
- Tos, dificultad respiratoria que puede llegar a parada cardiorrespiratoria.
- Lagrimeo, visión borrosa.
- Dolor de cabeza, confusión, desasosiego, obnubilación, pérdida del conocimiento, convulsiones.
- Quemaduras en labios y alrededor de la boca en forma de manchas blancas o amarillentas en caso de ingestión de productos químicos de tipo corrosivo, como la lejía.

4. ACTUACIÓN ANTE INTOXICACIONES

La vía de entrada condiciona el tipo de intoxicación (dérmica digestiva, respiratoria) y el mecanismo de actuación frente a ellas.

A) Intoxicación por vía dérmica.

Se actuará según lo explicado en “Quemaduras químicas”.

B) Intoxicación por inhalación (conducta P. A. S.):

_ Proteger:

- Evitar actuar solo.
- Valorar la posible causa: observar, conocer.

- Si el accidentado está en un recinto cerrado (pozo, fosa séptica, laboratorio etc.), es imprescindible, antes de entrar, protegerse con mascarillas filtrantes adecuadas al producto que supongamos causante del accidente o un equipo de respiración autónomo (si no estamos seguros de que estamos bien protegidos, dejaremos que el rescate lo efectúen los bomberos). Además es conveniente atarse una cuerda a la cintura para que podamos ser rescatados en caso de desvanecimiento. En caso de incendio, si hay humo denso, entraremos agachados o arrastrándonos por el suelo, con un trapo húmedo protegiendo boca y nariz.

- Si es posible, abrir puertas y ventanas para ventilar.

- Evitar encender fuego o accionar interruptores de luz, porque pueden provocar explosiones.

- Retirar al accidentado del ambiente tóxico.

_ Avisar: averiguar el producto causante (mediante los datos del envase, por ejemplo) y llamar a los servicios de urgencias 112 y/o al Instituto Nacional de Toxicología (I.N.T.) 915620420.

_ Socorrer:

- Tranquilizar al accidentado.

- Administrarle oxígeno si se dispone del mismo.

- Colocarlo en un lugar bien aireado y libre del tóxico.

- Controlar periódicamente sus constantes vitales y si fuera necesario, practicar reanimación cardiopulmonar.

- Si el accidentado está inconsciente, colocarlo en posición lateral de seguridad para que, si vomita no aspire los vómitos.

- Trasladarlo al hospital y evitar que se enfríe.

C) Intoxicación por ingestión (conducta P. A. S.):

_ Proteger:

- Usar guantes desechables para evitar una eventual intoxicación del socorrista.

- Retirar, en su caso, el producto que el accidentado esté ingiriendo e informarse de lo que ha pasado: mediante testigos o examinando los alrededores.

_ Avisar: averiguar cuál es el producto causante (mediante los datos del envase, etc.) y llamar a los servicios de urgencias 112 y/o al Instituto Nacional de Toxicología (I.N.T.) 915620420.

_ Socorrer:

- Tranquilizar al accidentado.

- Seguir las instrucciones recibidas por los servicios especializados.

- No darle de beber ni comer.

- No provocar el vómito en caso de cáusticos, inconsciencia o convulsiones.
- Controlar constantes vitales y si fuera necesario, practicar reanimación cardiopulmonar.
- Si el accidentado está inconsciente, colocarlo en posición lateral de seguridad para que, si vomita no aspire los vómitos.
- Trasladar al hospital y evitar que se enfríe.

CONCLUSIÓN:

- ✓ Aplicar en todo momento las medidas preventivas mencionadas en la ficha de seguridad / etiqueta de los productos.
- ✓ Leer las pautas de primeros auxilios de las fichas de seguridad.
- ✓ En caso de accidente llamar y actuar según las indicaciones que se vayan recibiendo del 112 ó del I.N.T. (915620420).
- ✓ Nunca provocar el vómito.
- ✓ No olvidar nunca que se pueden producir intoxicaciones a través de la piel.

13.17.-ALGUNAS PREMISAS DE ACTUACIÓN EN LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

Hoy en día son muy frecuentes los desplazamientos en vehículos, públicos o privados, tanto en el ámbito laboral como en el extralaboral, por lo que no puede descartarse que seamos testigos de un accidente, situación ante la que tendríamos deber de socorro.

Ante estas situaciones es especialmente importante tener en cuenta la "Conducta P.A.S." (Proteger, Avisar y Socorrer):

Proteger:

- Estacionar nuestro vehículo fuera de la calzada, teniendo la precaución de hacerlo de forma que no obstaculicemos el acceso de los equipos de socorro.
- Antes de salir del coche, ponerse el chaleco de alta visibilidad.
- Señalizar adecuadamente la zona para evitar choques o atropellos (triángulos de emergencia, intermitentes, etc.)
- Si es posible, despejar la calzada y dirigir el tráfico para evitar aglomeraciones de coches.
- Hacer un análisis del lugar y circunstancias de los hechos: puede haber otros riesgos añadidos (explosión...), víctimas atrapadas o que hayan salido despedidas, etc.
- Quitar el contacto del vehículo accidentado.

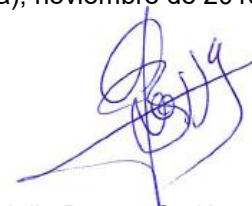
- Echar el freno de mano para impedir que el vehículo accidentado se mueva.
- No tocar la palanca de cambios del vehículo accidentado.
- Si hay gasolina, tapparla con tierra.
- Evitar fumar en la zona del accidente.

Avisar a los servicios de emergencia: 112.

Socorrer: Practicar los primeros auxilios:

- No debe moverse a las víctimas a no ser que corran peligro (el vehículo arde, víctima en parada cardio-respiratoria, etc.).
- En el caso de tener que movilizar a un accidentado, se movilizará “En bloque” (no doblar cuello, tronco ni espalda), tal y como se explica en el apartado relativo a “Fracturas especiales” del capítulo XII “Traumatismos osteomusculares”.
- Nunca quitar el casco del motorista accidentado.
- En el resto de circunstancias y en espera del personal especializado, se aplicarán los primeros auxilios que se esté seguro de dominar.
- Si el accidentado tiene heridas sangrantes, usar los guantes del Botiquín de primeros auxilios.
- Cubrir al accidentado para que no se enfríe y tranquilizarlo.

Santa Cruz de Tenerife (España), noviembre de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Julio Brossa Gutiérrez', written over a large, faint watermark of a stylized 'E'.

José Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



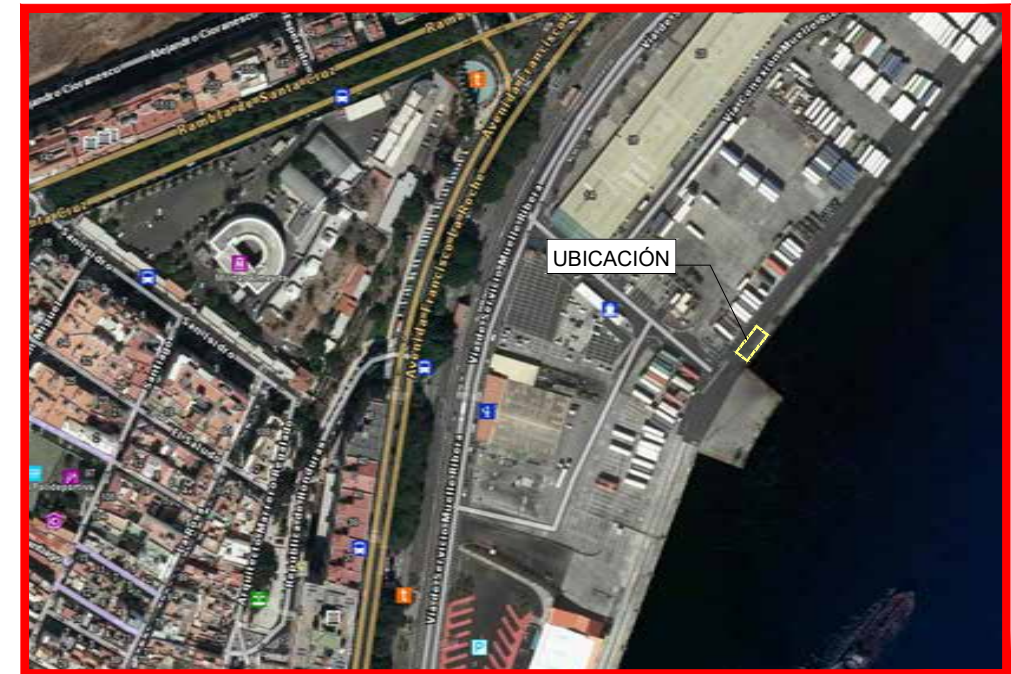
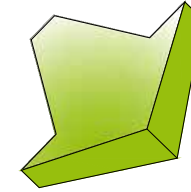
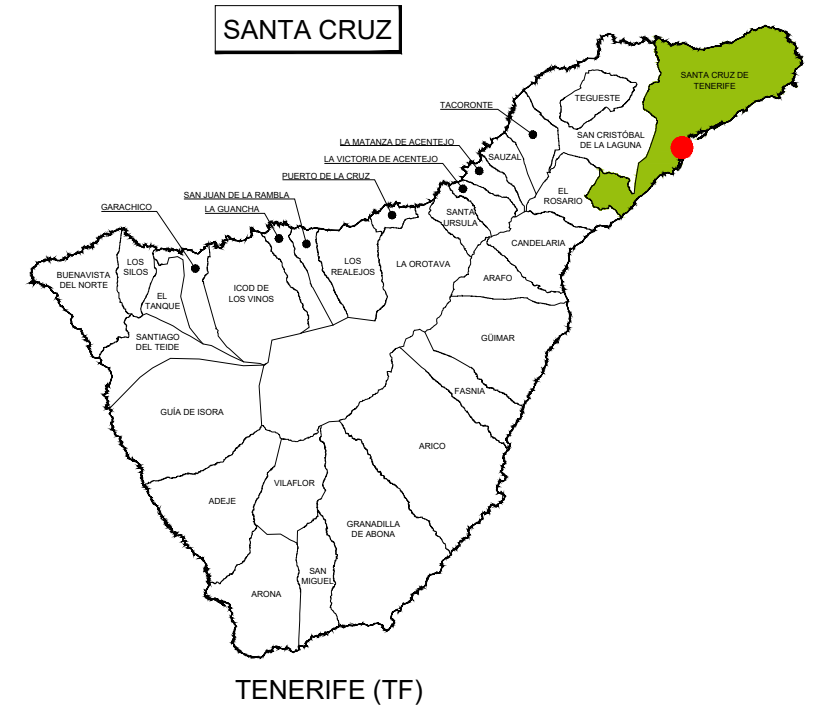
A large, light gray watermark of a stylized letter 'e' is centered on the page. It consists of a solid circular base with a thick, curved line extending from the top left, looping around the top and right, and ending in a horizontal bar that crosses the top of the circle.

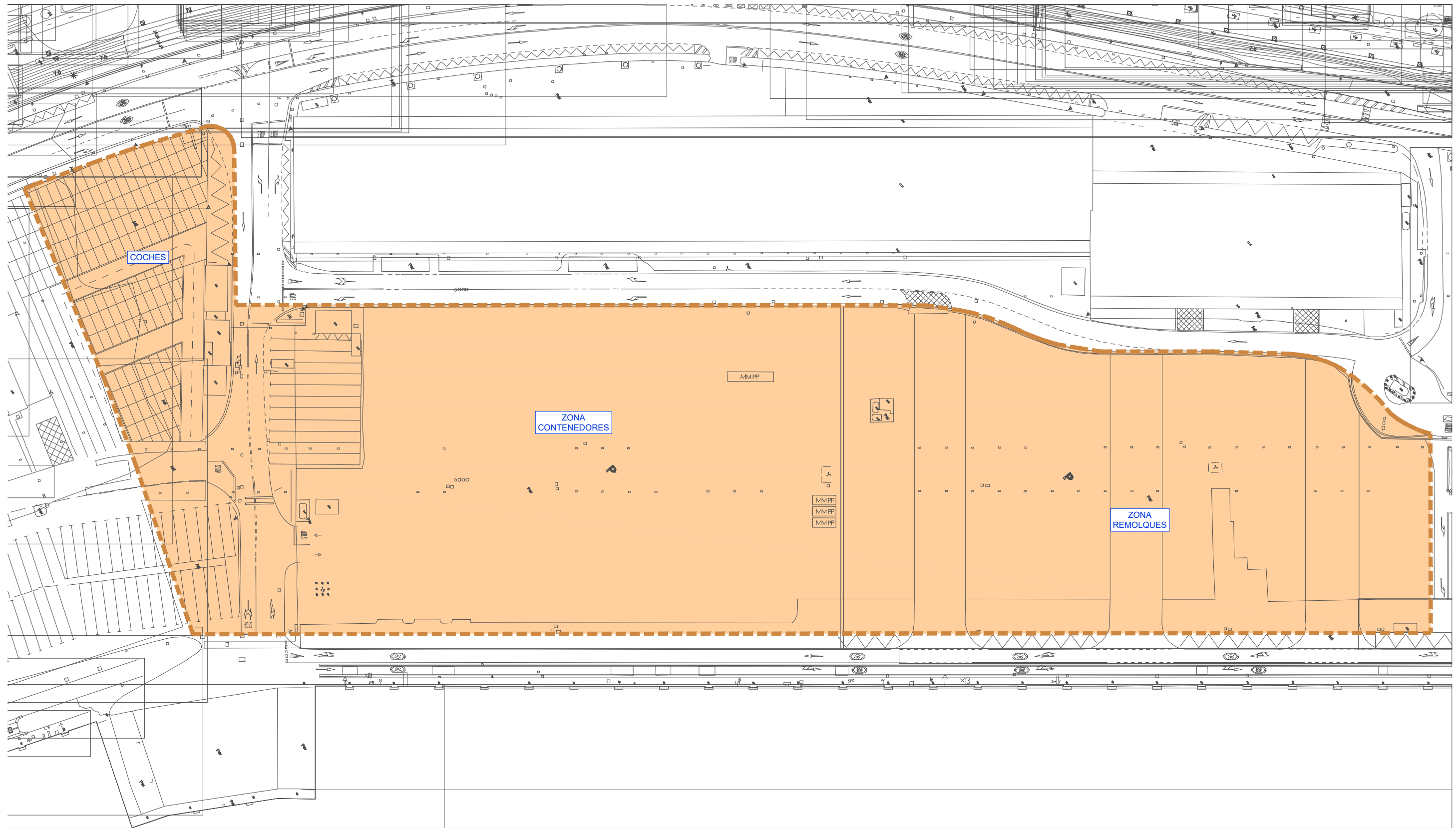
14.- CAPÍTULO 14: PLANOS





SITUACIÓN
TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
SANTA CRUZ DE TENERIFE





LEYENDA	
	Concesión de la Autoridad Portuaria

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

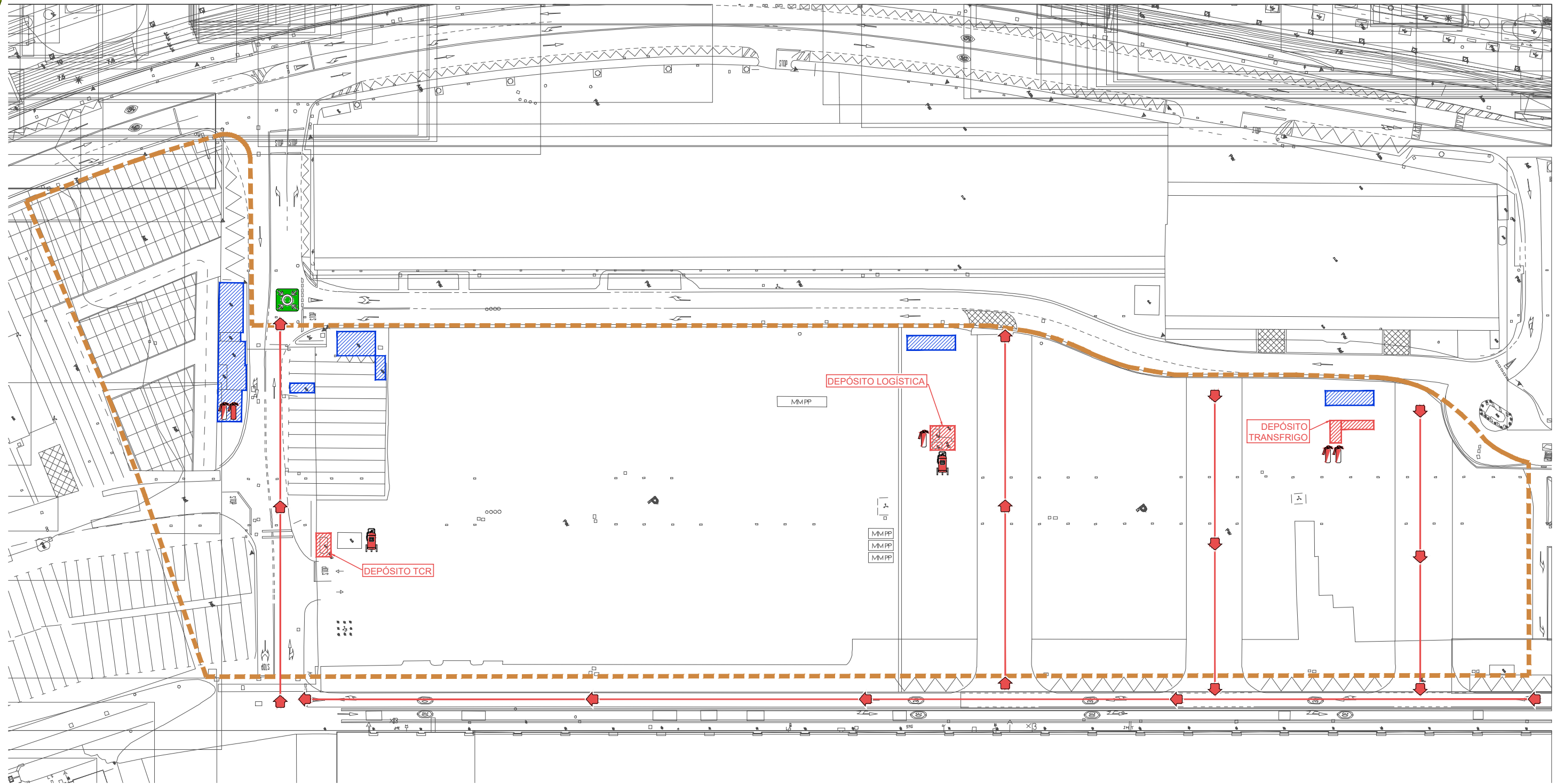
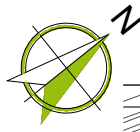
PLANO:
DISTRIBUCIÓN

TÍTULO: **PLAN DE AUTOPROTECCIÓN
TERMINAL DE CARGA RODADA (TCR)**

FECHA: NOVIEMBRE 2018
ESCALA: 1/1000

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: **2**



LEYENDA	
	Módulos Prefabricados
	Depósitos de Combustible
	Extintor 21A-113B (con cartel indicativo)
	Extintor CO ₂ (con cartel indicativo)
	Extintor de carro
	Ruta de Evacuación
	Punto de Reunión

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

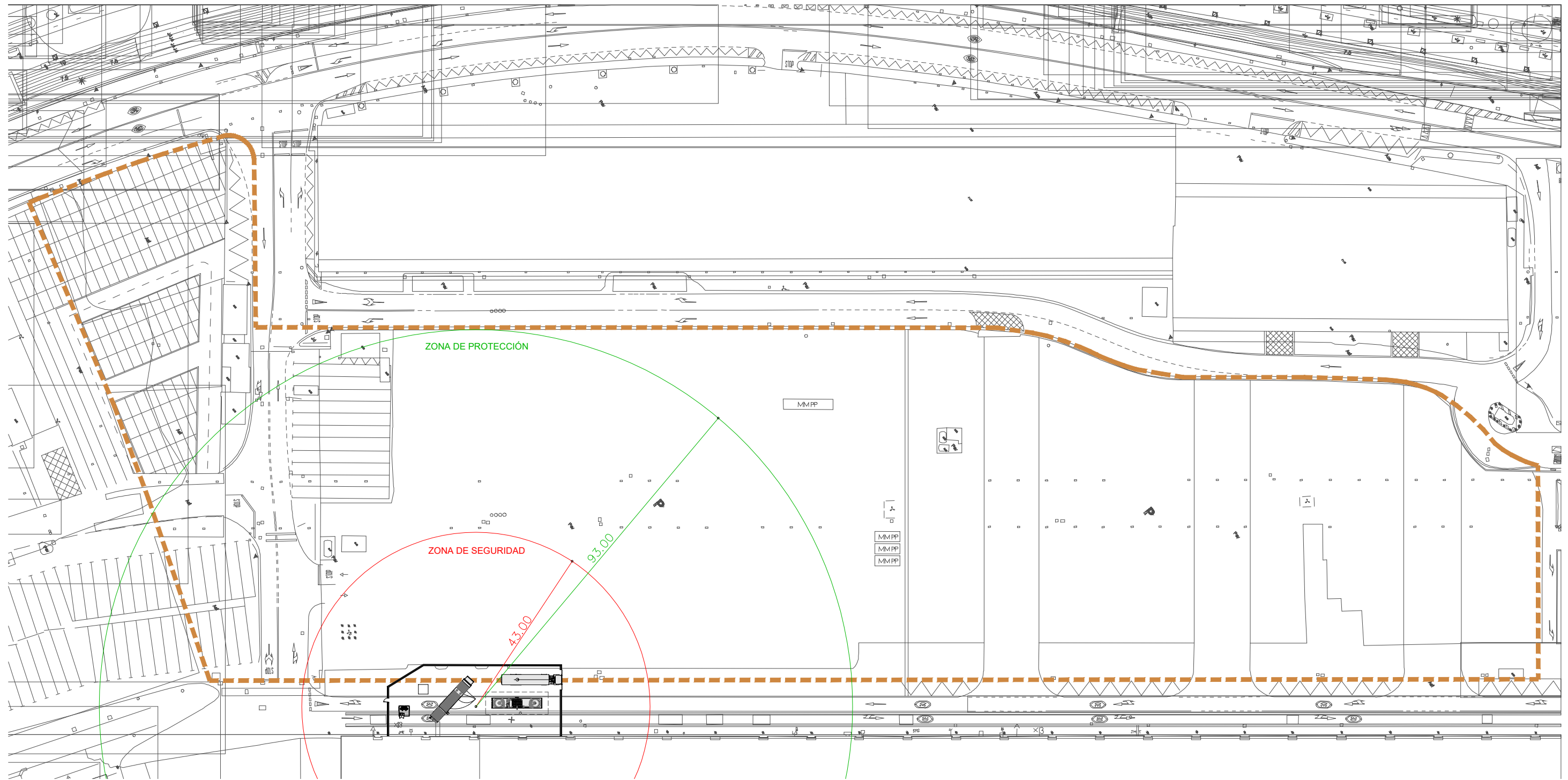
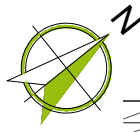
PLANO: PCI

TÍTULO: PLAN DE AUTOPROTECCIÓN
TERMINAL DE CARGA RODADA (TCR)

PLANO Nº: 3

FECHA: NOVIEMBRE 2018
ESCALA: 1/1000

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203



PENSAMOS, LUEGO CREAMOS



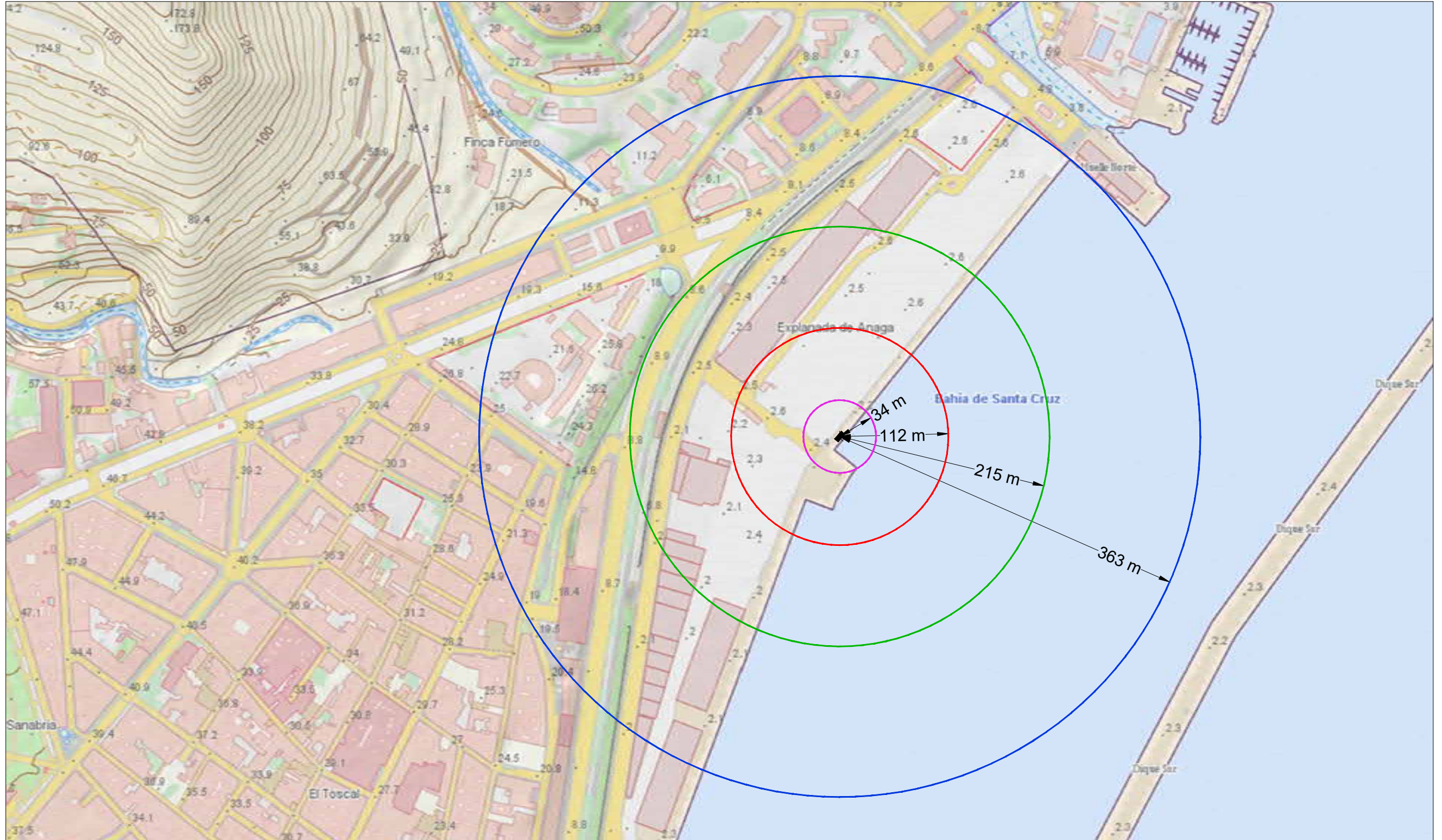
PLANO:
**DISTANCIAS DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN ISO/TS 18683:2015**





TÍTULO: **PLAN DE AUTOPROTECCIÓN
TERMINAL DE CARGA RODADA (TCR)**

FECHA: NOVIEMBRE 2018
ESCALA: 1/1000

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: **4**



LEYENDA	
	Radiación térmica inofensiva
	Quemaduras de primer grado (Exposición >20s)
	Zona de Intervención con trajes especiales (Bomberos)
	99% de mortalidad (Exposición >30s)

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS



PLANO:
**DISTANCIAS DE SEGURIDAD
EN CASO DE BLEVE**

TÍTULO: **PLAN DE AUTOPROTECCIÓN
TERMINAL DE CARGA RODADA (TCR)**

FECHA: NOVIEMBRE 2018
ESCALA: 1/1000

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: **5**





ANEXO I
ANÁLISIS DE RIESGOS
DE PLANTA SATÉLITE GNL

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	7
1.1.- SITUACIÓN ACTUAL DEL GAS NATURAL EN CANARIAS	7
1.2.- GAS NATURAL	7
1.3.- GAS NATURAL LICUADO	7
2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	9
2.1.- DESCRIPCIÓN DEL ANTEPROYECTO	9
2.2.- DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD MOTOR - ALTERNADOR	9
2.3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	12
3.- ESTUDIO DE LAS UBICACIONES	15
4.- CONDICIONES METEOROLÓGICAS	17
5.- MARCO NORMATIVO	19
5.1.- LEGISLACIÓN NACIONAL	19
5.2.- LEGISLACIÓN AUTONÓMICA	21
5.3.- LEGISLACIÓN MUNICIPAL	22
5.4.- DIRECTIVAS EUROPEAS	22
6.- ANÁLISIS DE RIESGOS	23
6.1.- MÉTODOS Y CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO	23
6.1.1.- NORMATIVA Y DOCUMENTACIÓN UTILIZADA PARA ESTABLECER LOS CRITERIOS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS	23
6.1.2.- ENTORNO EVALUADO	23
6.1.3.- MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS	23
6.2.- RIESGOS ASOCIADOS AL GL Y GNL	27
6.2.1.- RIESGOS TECNOLÓGICOS	30
6.2.1.1 Operaciones con Gas Natural Licuado	31
6.2.1.2 Operaciones con Gas natural	32
6.2.1.3 Fenómenos de tipo térmico	32
6.2.1.4 Fenómenos de tipo mecánico	35

6.2.2.- RIESGOS ANTRÓPICOS	37
6.2.2.1 Unidad generadora con almacenamiento de GNL	37
6.2.3.- Riesgos naturales	38
6.2.3.1 Lluvias (3 – [ID: 16])	39
6.2.3.2 Vientos Fuertes (3 – [ID: 17])	39
6.2.3.3 Maremotos: (3 – [ID: 18])	40
6.2.3.4 Terremotos (3 – [ID: 19])	40
6.2.3.5 Vulcanismo (3 – [ID: 20])	40
6.3.- ANÁLISIS DE PROBABILIDAD DE EVENTOS	41
6.3.1.- Riesgos tecnológicos	42
6.3.1.1 Probabilidad de riesgos tecnológicos asociados a fugas y escape de combustible	42
6.3.1.2 Probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible	45
6.3.2.- Riesgos antrópicos	48
6.3.3.- Riesgos naturales	49
6.4.- ANÁLISIS DE LAS CONSECUENCIAS.	50
6.4.1.- Ecuaciones <i>probit</i> para estimar las consecuencias de la radiación térmica	51
6.4.2.- Resultados del análisis <i>probit</i>	52
6.4.3.- Otros resultados	68
6.4.3.1 Justificación de distancias de seguridad y protección, según norma ISO/TS 18683:2015	69
6.5.- EVALUACIÓN DE RIESGOS	70
6.5.1.- Riesgos transporte GNL	70
6.5.1.1 Riesgos Tecnológicos	73
6.5.1.2 Riesgos Antrópicos	76
6.5.1.3 Riesgos Naturales	77
6.5.1.4 Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos	79
6.5.2.- Riesgos en carga y descarga de GNL	85
6.5.2.1 Riesgos Tecnológicos	87

6.5.2.2	Riesgos Antrópicos	93
6.5.2.3	Riesgos Naturales	95
6.5.2.4	Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos	99
6.5.3.-	Riesgos sistema de generación eléctrica con GNL	105
6.5.3.1	Riesgos Tecnológicos	107
6.5.3.2	Riesgos Antrópicos	114
6.5.3.3	Riesgos Naturales	116
7.-	PROGRAMA DE SIMULACIÓN PHAST	125
8.-	ESTUDIO DE EFECTO DOMINÓ CON INSTALACIONES PROPIAS Y VECINAS	126
8.1.-	TERMINAL DE CARGA RODADA (TCR)	126
9.-	ANÁLISIS DE SALVAGUARDAS Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO	131
10.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	135

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.-SITUACIÓN ACTUAL DEL GAS NATURAL EN CANARIAS

Actualmente, no existe infraestructura para el uso del gas natural en las islas, de manera generalizada, lo que incluiría una planta regasificadora para transformar el gas natural licuado en gas natural, y una red de distribución formada por gaseoductos. Es por ello que el medio disponible para tener gas natural en el archipiélago es el abastecimiento mediante buques metaneros y descarga de dicho combustible en forma de GNL en los puntos de consumo y/o almacenaje.

1.2.-GAS NATURAL

El gas natural es un combustible fósil formado por un conjunto de hidrocarburos en estado gaseoso. Se encuentra en la naturaleza como gas natural asociado cuando se extrae de yacimientos petrolíferos o de carbón, y como gas natural no asociado cuando se extrae de yacimientos independientes.

El principal componente del gas natural es el metano, que usualmente constituye un porcentaje muy alto del mismo (80% o más). Sus otros componentes son etano, propano, butano y otras fracciones más pesadas como pentano, hexano y heptano.

Generalmente contiene un 1% de impurezas como son nitrógeno, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, helio, monóxido de carbono, oxígeno, vapor de agua y otras sustancias que deben ser eliminadas antes de que el gas pueda ser utilizado.

El gas natural no requiere de plantas de refinado para procesarlo y obtener productos comerciales. Las impurezas que pueda contener el gas natural son fácilmente separadas por procesos físicos relativamente sencillos.

1.3.-GAS NATURAL LICUADO

El gas natural licuado (GNL) es gas natural que ha sido procesado para ser transportado en estado líquido, lo cual ocurre a una temperatura aproximada de -161°C a presión atmosférica. La licuefacción reduce el volumen del gas aproximadamente 600 veces, haciendo así más económico su transporte en grandes distancias, utilizando recipientes criogenizados. Es la mejor alternativa para monetizar reservas en sitios apartados donde no es económico llevar el gas directamente a través de los sistemas de gasoductos tradicionales, opción que resulta económicamente menos rentable y en algunos casos podría ser técnica o políticamente inviable. De esta manera, la tecnología de GNL hace que el gas natural esté disponible para su uso global.

El proceso de licuefacción del gas natural requiere de la extracción de otros materiales y componentes que pudieran estar presentes para evitar que se solidifiquen cuando el gas es enfriado a la temperatura del GNL (-161 °C). Los rangos de fracción molar típicos del gas natural licuado se muestran a continuación.

Component	Composition Range (mol%)
Nitrogen	0.00-1.00
Methane	84.55-96.38
Ethane	2.00-11.41
Propane	0.35-3.21
Isobutane	0.00-0.70
n-Butane	0.00-1.30
Isopentane	0.00-0.02
n-pentane	0.00-0.04

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En líneas generales, la iniciativa consiste en el diseño y montaje de una unidad móvil generadora de gas natural a partir de gas natural licuado que incorpora:

- Unidad de Sistema Motor-Alternador a Gas Natural
- Unidad compacta de almacenamiento y un equipo de regasificación de GNL
- Un grupo electrógeno de Baja Tensión, de 850 kW de potencia, alimentado por dicho combustible.
- Central Transformadora

La naturaleza de los múltiples elementos que conforman el proyecto justifica la realización del presente documento para tener en cuenta todos los posibles riesgos que pueden desencadenar en un accidente con consecuencias para las personas, activos, infraestructuras, medio ambiente e incluso la reputación de la entidad.

2.1.-DESCRIPCIÓN DEL ANTEPROYECTO

Se trata de un sistema móvil, no conectado a red, para suministrar energía eléctrica necesaria para mantener funcionando el HVAC, la iluminación y cualquier otro equipo a bordo de los buques de diferentes tipos, dando gran flexibilidad, permitiendo la parada total o parcial de los generadores diésel auxiliares. Además, este sistema permitirá una reducción de los gases de efecto invernadero (NOx, SOx y partículas particionadas) en comparación con los generadores auxiliares de los buques y del ruido.

El sistema consiste en dos contenedores marítimos de 40 pies, en uno de ellos se encuentra la unidad generadora y en otro el almacenamiento y la unidad de regasificación de gas natural, que alimenta al generador. Además, se ubicará un grupo electrógeno en la zona para proporcionar electricidad al generador y el sistema de control de los depósitos y un transformador de baja a media tensión.

2.2.-DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD MOTOR - ALTERNADOR

Se trata de una unidad compactada en el interior de un contenedor por los siguientes componentes:

- **Grupo electrógeno.** Motor SIEMENS modelo SGE-56SL alimentado a Gas Natural, junto a un alternador LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6 diseñados para proporcionar una potencia eléctrica máxima de 823 kWe a una tensión de 400 Vca y a 50 Hz.

- **Cuadro de Control y Potencia.** Para el control, maniobra y seguridad de todos los componentes del suministro mediante un automatismo dedicado, interruptor de protección del generador, formado por 1 módulo con un interruptor de potencia y de 2 cuadros más pequeños para el control del motor y de los servicios auxiliares propios del contenedor.
- **Rampa de gas.** Para el suministro de gas natural al motor en las condiciones adecuadas se hace necesaria la instalación de una rampa de gas con los siguientes elementos principales:
 - Válvula de corte de combustible
 - Filtro de partículas
 - Regulador
 - Válvulas solenoides
 - Control de fugas y control de estanqueidad
 - Manómetros, termómetros, válvulas de pulsador, etc.
- **Circuito de Gases de escape.** A través de un silencioso se atenuará el nivel acústico producido por los gases de escape a la salida del motor.
- **Sistema de refrigeración.** Formado por intercambiadores de placas (uno de Alta Temperatura y otro de Baja Temperatura), que con la ayuda de las bombas refrigeraran el motor gracias al agua marina que circulara por el circuito secundario de dichos intercambiadores.
- **Sistema de seguridad.** El contenedor está dotado de un sistema de seguridad que contempla diferentes medidas en las diferentes partes del equipo:
 - Sistema de detección de gas
 - Sistema de detección y extinción de incendios
 - Sistema de parada de emergencia
 - Puntos calientes
 - Seguridad eléctrica
 - Acceso al contenedor y salidas de emergencia
 - Acceso a la cubierta del contenedor
 - Válvula de corte de suministro de gas
 - Funcionamiento de los ventiladores



Los parámetros provisionales del motor, pendientes de la especificación de la composición del gas natural y la posible modificación del gas natural debido a los requisitos de certificación marina son:

SIEMENS SGE – 56 SL		
Potencia mecánica del motor	kW	985
Potencia nominal del motor eléctrico ($\cos\phi = 1$)	kWe	957
Voltaje	v	400
Velocidad	rpm	1500
Frecuencia	Hz	50
Consumo de combustible	kW	2464
Consumo de lubricante	g/kWh	0,20
Rendimiento mecánico	%	40
Rendimiento eléctrico	%	38,9

El generador se refrigerará por agua dulce, que a su vez será refrigerada por agua de mar. Este sistema estará integrado en el sistema de refrigeración.

El proceso de certificación de la unidad generadora será llevado siguiendo los requisitos y prácticas de Bureau Veritas.

2.3.-DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

El sistema de almacenamiento se encuentra dentro de un contenedor ISO de 40 pies), consta de dos tanques de GNL de 5 m³, en ambos extremos del contenedor y en la parte central el equipo de regasificación, que incluye una torre de gasificación, una caja eléctrica ATEX y una estación de regulación y odorización. Dicha organización permite una mejor distribución de las cargas y localiza el centro de gravedad en el centro del contenedor.

El contenedor ISO está diseñado para evitar el confinamiento de gas si ocurriese una fuga. Las principales características son:

Capacidad total GNL	5 m ³
Caudal de diseño	200 kg/h
Caudal medio	150 kg/h
Presión de diseño	8 bar
Presión de trabajo	3 bar
Presión de servicio	0,9 bar
Autonomía	30 h

Además, incluye varios sistemas, entre los que se destacan:

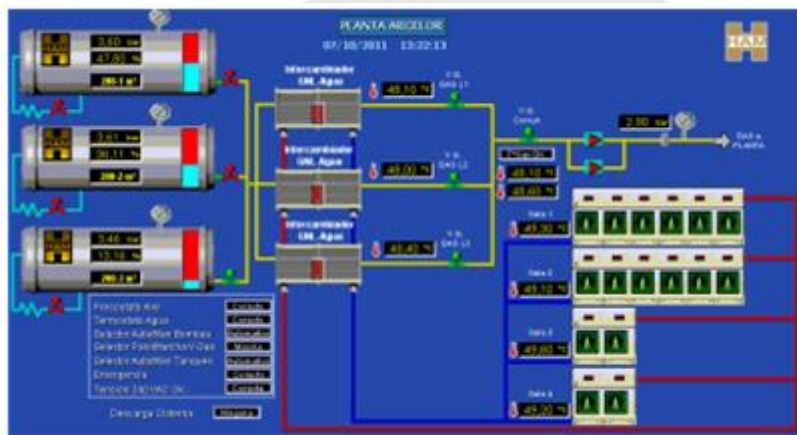
- Un sistema automático de aumento de presión en el interior del tanque (PBU);
- Un sistema de prevención de sobrellenado del tanque;
- Un sistema de llenado desde arriba (ducha) y fondo;
- Una pinza a tierra;
- Un sistema de regulación y odorización;
- Una válvula de seguridad que corta la planta en caso de que no se llegue a la temperatura mínima;
- Tres transmisores de temperatura del gas para evitar el corte de la planta por fallo en la instrumentación;
- Una línea de regulación de presión con regulador Fiorentini Norval DN50, y
- Transmisores de presión y nivel.

Equipamiento de control:

La planta será entregada con un panel de control basado en un autómata programable, que procesa las diferentes señales provenientes de la planta: temperaturas, niveles, presiones, etc. operando la planta de forma completamente automática.

El panel de control asegura el correcto funcionamiento de la planta teniendo en cuenta todos los avisos y alarmas que pudieran ocurrir. Viene provisto de una pantalla táctil para visualización e interacción con el usuario.

La planta está preparada para ser conectada remotamente a un sistema SCADA, como el mostrado a continuación:



Seguridad y confiabilidad de la planta:

- La planta está programada para su corte automático en caso de que la temperatura mínima del gas no pueda ser alcanzado para evitar daños a partes no criogénicas de la instalación.
- La válvula que corta la planta está duplicada para obtener redundancia (mecánica, eléctrica y neumáticamente independientes).
- El transmisor de temperatura de frío del depósito está triplicado para evitar fallos de instrumentación.
- La planta está provista de válvulas de seguridad para evitar un exceso de presión en el tanque, conectadas a una línea de ventilación.
- La línea de ventilación termina en un punto alto y está provista de un supresor de llama.
- Todas las tuberías limitadas por válvulas están provistas de una válvula de alivio de temperatura.

La temperatura a la que se encuentra el gas es -160°C . La presión es de 8 bares. Los tanques disponen de un sistema que impide que se sobrepase el nivel máximo del tanque. La capacidad de la planta de regasificación es de $180 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Consta de un panel de control que garantiza el correcto funcionamiento de la planta, provisto de pantalla táctil. Está programada para apagarse automáticamente en caso de no alcanzar la temperatura mínima, para evitar daños. Dispone además de válvulas de seguridad que disminuirán la presión a través de una línea de ventilación. La línea de ventilación está provista de un pararrayos.

El sistema estará certificado por Bureau Veritas, de acuerdo con las normas de aplicación.

En la instalación de los dos contenedores sobre muelle se debe tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- La distancia mínima entre contenedores o con respecto a cualquier objeto debe ser de 3,5 metros. Estas distancias de seguridad serán aumentadas cuando la normativa aplicable lo exija.
- La resistencia al suelo permitida será máximo de $2 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

La interfaz entre el barco y el módulo está formado por cinco conectores de conexión rápida (Tres conectores de fases, conexión a tierra y neutro), 24 Vcc, y 400 Vac trifásico para auxiliares. Sobre la cubierta del barco también estarán los cables de conexión

3.- ESTUDIO DE LAS UBICACIONES

Se ha hecho el estudio en el muelle de Ribera junto a la terminal de cruceros, analizando su viabilidad para el uso de **Gas Natural Licuado (GNL)**. Se muestra gráficamente a continuación la zona establecida.



El muelle de Ribera abarca la conocida terminal de carga rodada (TCR), que cumple la función de las descarga de mercancías procedentes de los buques en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Dicha terminal abastece tanto el mercado interior insular, como el mercado interinsular con el trasbordo de mercancías entre barcos.



Como terminal de carga, recoge mercancía proveniente de buques o barcos Ro-Ro (*Roll On – Roll Off*). Además de zona de almacenamiento de carga rodada, existen otras actividades independientes en las cercanías como se observa a continuación.



- En la **zona principal** de la terminal, se realiza la carga y descarga de contenedores de carga rodada mediante camiones. Esta zona incluye una subzona donde se almacenan equipos de frío y depósitos de combustible. Es en esta zona donde se quiere utilizar el sistema de almacenaje de GNL y suministro de electricidad a barcos.
- En la **zonas adyacentes** a la terminal de carga rodada, que incluyen los diferentes establecimientos marcados en la ilustración anterior. Se realizan actividades de diversa índole variables durante las jornadas de trabajo.

Algunas de las actividades desarrolladas son las siguientes:

- Actividad administrativa
- Trabajo de metal y soldadura
- Restauración de barcos
- Depósito de vehículos de limpieza
- Actividades de amarre
- Transporte – Logística
- Almacén de Fred Olsen
- Cruz Roja del mar
- Servicios de la Autoridad Portuaria del Puerto
- **Zonas cercanas.** La Terminal se encuentra situada entre la Terminal de Cruceros del Puerto y el Real Club Náutico de Tenerife.

4.- CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Se han estudiado los datos proporcionados de estaciones meteorológicas ubicadas en las zonas de influencia del presente análisis de riesgo, como son las velocidades de viento media y máxima mensuales para realizar un análisis de riesgos con mayor exactitud.

A continuación, se presentan tablas con un resumen de los cálculos realizados.

	PROMEDIO DE VELOCIDAD MEDIA (m/s)					
	DIQUE ESTE CENTRO			DIQUE ESTE NORTE		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Enero	2,915	3,198	2,508	3,236	4,330	2,821
Febrero	2,939	2,861	2,750	3,537	3,519	3,434
Marzo	3,067	2,969	2,626	4,058	3,240	3,135
Abril	2,830	2,832	2,644	3,514	3,119	2,485
Mayo	3,379	3,357	3,037	3,573	3,068	2,966
Junio	3,040	3,149	3,124	3,095	2,641	2,685
Julio	3,503	3,883	3,899	3,536	3,494	2,916
Agosto	3,896	3,180	3,328	3,603	3,888	3,103
Septiembre	2,446	2,706	2,637	2,573	2,998	3,411
Octubre	2,363	2,469	2,380	2,423	2,360	2,919
Noviembre	3,058	2,520	2,430	2,964	3,298	2,618
Diciembre	2,673	2,940	2,753	3,442	2,873	3,192
ANUAL	3,009	3,005	2,843	3,296	3,236	2,974

	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)*					
	DIQUE ESTE CENTRO			DIQUE ESTE NORTE		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Enero	20,210	17,170	12,030	21,140	15,870	13,690
Febrero	22,900	17,630	22,510	23,480	20,780	18,920
Marzo	17,940	18,810	16,150	20,010	17,190	19,310
Abril	17,440	13,930	18,250	19,740	15,510	17,410
Mayo	18,290	17,940	15,250	18,870	27,860	18,820
Junio	14,630	16,320	16,940	16,110	21,880	15,070
Julio	16,090	18,250	21,360	22,230	18,080	18,460
Agosto	17,060	15,600	18,720	22,010	16,060	16,900
Septiembre	11,990	12,610	13,380	12,300	12,800	15,690
Octubre	12,410	20,230	13,870	13,410	18,490	15,150
Noviembre	31,340	11,710	16,640	26,380	14,850	17,340
Diciembre	12,600	11,700	17,620	13,340	14,090	16,390
ANUAL	17,742	15,992	16,893	19,085	17,788	16,929

**Las velocidades máximas indicadas son los valores máximos observados en el periodo de toma de datos y se trata de valores puntuales.*

5.- MARCO NORMATIVO

5.1.-LEGISLACIÓN NACIONAL

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
 - Este reglamento que se enmarca en los ámbitos establecidos por la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos, y por la Ley 21/1992, de 16 de julio, de industria, tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones de distribución y utilización de combustibles gaseosos y aparatos de gas, con la finalidad de preservar la seguridad de las personas y los bienes.
 - Aplica a la instalación objeto de esta evaluación de riesgos, en el artículo 2.1 apartado d) Plantas satélite de GNL: Instalaciones de almacenamiento de gas natural licuado (GNL) con capacidad de almacenamiento geométrica conjunta de hasta 1.000 metros cúbicos y presión máxima de operación superior a 1 bar que tengan como finalidad el suministro directo a redes de distribución o instalaciones receptoras.
 - Es de especial aplicación la ITC-ICG-04. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL). Fija los requisitos técnicos esenciales y las medidas de seguridad a adoptar en el diseño, construcción, pruebas, instalación y utilización de Plantas Satélite de GNL. Hace referencia a la norma UNE 60210:2018. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL).
- Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo (Normativa ATEX), que transpone la Directiva 1999/92/CE, de 16 de diciembre.
 - Establece las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores que pudieran verse expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 97/2014, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
 - Extiende la aplicación de las normas del Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR 2015, última versión hasta la fecha) al transporte interno.
 - El ADR se encarga de clasificar, regular, concretar, establecer pautas y condiciones, etc., sobre productos, medios de transporte, señalización,

condiciones de manipulación, etc., relacionados con el transporte por carretera de productos peligrosos (entre los que se incluye el GNL).

- Real Decreto 1566/1999, sobre los consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable, que transpone la Directiva 96/35/CE, de 3 de junio.
 - Se deberá designar, de acuerdo con lo establecido en este Real Decreto, en función del modo de transporte y de las mercancías transportadas, al menos un consejero de seguridad encargado de contribuir a la prevención de los riesgos para las personas, los bienes o el medio ambiente inherentes a dichas actividades.
 - El consejero de seguridad podrá ser designado según este Real Decreto, previamente habiendo superado un examen, con funciones y obligaciones definidas en el documento.
- Ley 34/2007, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
 - Establece las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se modifica el protocolo de detalle PD-12 «Procedimientos a aplicar a las cisternas de gas natural licuado con destino a plantas satélite», de conformidad con la Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
 - Establece y define las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
 - Tiene por objeto de conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.
- Real Decreto 840/2015, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, que transpone parcialmente la Directiva 2012/18/UE, de 4 de julio de 2012.

- Tiene por objeto la prevención de accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la limitación de sus consecuencias sobre la salud humana, los bienes y el medio ambiente.
- Es de aplicación a los establecimientos según se definen en el artículo 3.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que transpone la Directiva 2004/35/CE, de 21 de abril.
 - Esta ley regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales, de conformidad con el artículo 45 de la Constitución y con los principios de prevención y de que «quien contamina paga».
- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas, que transpone la Directiva 2014/34/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (refundición).
- Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil.
- Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.

5.2.-LEGISLACIÓN AUTONÓMICA

- Decreto 67/2015, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Autoprotección exigible a determinadas actividades, centros o establecimientos que puedan dar origen a situaciones de emergencia en la Comunidad Autónoma de Canarias.
 - El objeto de este Reglamento es establecer y regular las medidas de autoprotección aplicables a actividades, centros, establecimientos, espacios, instalaciones y dependencias, públicas y privadas, susceptibles de generar situaciones de riesgo para las personas, sus bienes y el patrimonio colectivo, así como regular la elaboración, implantación material y mantenimiento operativo de los planes de autoprotección, su control administrativo y la integración de las actuaciones en emergencia en los correspondientes planes de emergencia de Protección Civil.

- Decreto 141/2009, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
 - Regula todos los procedimientos administrativos de puesta en servicio, certificación, ejecución y mantenimiento de instalaciones eléctricas en Canarias.
 - Es de especial interés el artículo 19, instalaciones móviles.
- Decreto 98/2015, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias (PLATECA).
 - Plan elaborado de acuerdo a la normativa europea, nacional y autonómica vigente en materia de Protección Civil y Atención de Emergencias.
- Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la Isla de Tenerife (PEIN de Tenerife).

5.3.-LEGISLACIÓN MUNICIPAL

- Ordenanza de protección del medioambiente contra la emisión de ruidos y vibraciones del Excmo. Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife.
 - Tiene por objeto regular la actuación municipal en cuanto a la protección del medio ambiente contra la perturbación producida por los ruidos y vibraciones en general.
 - En su consecuencia, quedan sometidas a su normativa, de obligatoria observancia en todo el territorio o ámbito del término municipal, todos los aparatos, construcciones, instalaciones, obras, vehículos, transportes y en general todas las actividades y comportamientos que produzcan ruidos o vibraciones que ocasionen molestias o peligros a los vecinos.
- Plan de emergencias municipal de Santa Cruz de Tenerife (PEMU).

5.4.-DIRECTIVAS EUROPEAS

- Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos.
 - Sirve de justificación al proyecto realizado.
 - Establece la obligación de prestación de suministro de GNL en todos los puertos de la Red Transeuropea de Transportes en el año 2020.

6.- ANÁLISIS DE RIESGOS

En este apartado se realizará el análisis de los riesgos relacionados con la operación del sistema con GN y el GNL. Se determinará cuáles son los factores de riesgo que tendrían causas más desfavorables y por lo tanto deben ser estudiados.

6.1.- MÉTODOS Y CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO

El presente documento tiene como objetivo realizar la Evaluación de Seguridad y Protección que sirva de base para desarrollar planes de respuesta a emergencias que permitan una rápida actuación en caso de incidentes.

6.1.1.- NORMATIVA Y DOCUMENTACIÓN UTILIZADA PARA ESTABLECER LOS CRITERIOS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

En la evaluación de riesgos relacionados con la implantación del GNL en Canarias se ha utilizado la siguiente normativa para establecer los criterios de evaluación:

- UNE 1473. Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño de instalaciones terrestres
- Plan territorial de emergencia de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias
- Plan territorial insular de emergencias de Protección Civil en la isla de Tenerife
- Plan insular de Protección Civil de Gran Canaria
- Planes de emergencia Municipales

6.1.2.- ENTORNO EVALUADO

Para la realización de esta evaluación de riesgos se considera la ubicación objeto de estudio:

- Dársena Anaga. Terminal de Carga Rodada (TCR)

6.1.3.- MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

En la evaluación de los riesgos se han definidos diferentes rangos de frecuencia y consecuencias, obtenidos, tras el estudio y combinación de la normativa comentada en el apartado anterior, siempre desde una visión conservadora y estricta.

Rangos de frecuencia

Los rangos de frecuencia clasifican la probabilidad con la que se evaluarán los distintos riesgos objeto de estudio. Se han definido un total de cinco rangos de frecuencia:

Rango	Descripción	Frecuencia
Rango 1	Frecuencia de ocurrencia superior a una vez cada 10 años	10^{-1}
Rango 2	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 10 años y una vez cada 100 años	10^{-1} a 10^{-2}
Rango 3	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 100 años y una vez cada 1.000 años	10^{-2} a 10^{-3}
Rango 4	Frecuencia de ocurrencia en el rango comprendido entre una vez cada 1.000 años y una vez cada 10.000 años	10^{-3} a 10^{-4}
Rango 5	Frecuencia de ocurrencia inferior a una vez cada 10.000 años	10^{-4}

Clases de consecuencias

Los rangos de consecuencias se clasifican en función de los efectos en cada tipo de accidente, con diferentes criterios pueden conllevar muertos, heridos o pérdida de combustible. Se han definido cinco clases de consecuencia:

	Criterio	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Accidentes mortales	Muertos	Más de 10	1 a 10	0	0	0
Accidentes con pérdida de tiempo	Heridos	Más de 100	11 a 100	2 a 10	1	0
Escape de combustibles	Toneladas	-	Más de 5	1 a 5	0,1 a 1	Menos de 0,1

Evaluación del riesgo

En este punto se presenta el método que se ha utilizado para evaluar la magnitud de los riesgos existentes y en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.

Se ha partido de la identificación de las situaciones de emergencia posibles que pudieren darse en los distintos entornos antes mencionados. A continuación se ha estimado la

probabilidad de que ocurran los hechos sugeridos y teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias se ha obtenido un riesgo para cada uno de los eventos.

Para la evaluación de riesgo del presente informe no se emplearán los valores absolutos de riesgo, probabilidad y consecuencia, sino unos niveles en una escala de cinco posibilidades. Así se hablará de **nivel de riesgo, nivel de probabilidad y nivel de consecuencias**. A continuación se muestra una tabla para cada nivel:

Nivel de consecuencias				
Clase	Accidentes mortales [Muertos]	Accidentes con pérdida de tiempo [Heridos]	Escape de hidrocarburos [Toneladas]	Valor
1	Más de 10	Más de 100	-	10
2	1 a 10	11 a 100	Más de 5	5
3	0	2 a 10	1 a 4,99	3
4	0	2	0,1 a 0,99	2
5	0	0	Menos de 0,1	1

Niveles de probabilidad		
Clase	Frecuencia	Valor
1	Superior a una vez cada 10 años	10
2	Comprendido entre una vez cada 10 años y una vez cada 100 años	5
3	Comprendido entre una vez cada 100 años y una vez cada 1.000 años	3
4	Comprendido entre una vez cada 1.000 años y una vez cada 10.000 años	2
5	Inferior a una vez cada 10.000 años	1

El nivel de riesgo se obtendrá multiplicando el nivel de probabilidad (NP) por el nivel de consecuencias (NC) para finalmente obtener el nivel de riesgo; A continuación se muestra la expresión:

$$NP \times NC = \text{Nivel Riesgo}$$

Una vez obtenido el riesgo de cada situación de peligro se ha clasificado en los siguientes rangos:

Clasificación de los riesgos evaluados	
Riesgo muy alto	$NR \geq 50$
Riesgo alto	$25 \leq NR < 50$
Riesgo medio	$15 \leq NR < 25$
Riesgo moderado	$9 \leq NR < 15$
Riesgo bajo	$NR < 9$

Aceptabilidad del riesgo

Se han definido tres niveles de aceptabilidad del riesgo, en combinación de las consecuencias y probabilidad del evento. Respetando la clasificación de los riesgos que se detalla en el apartado anterior, se definen los siguientes niveles de aceptabilidad:

- Nivel 3: Situación no deseada y que no puede ser permitida. Se requieren medidas correctoras (Inaceptable)
- Nivel 2: Situación que debe ser mejorada. Nivel para el que debe probarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo permaneciendo dentro de las prácticas razonables.
- Nivel 1: Situación normal (Aceptable)

Distribución para la evaluación:

EVALUACIÓN						
Rangos de frecuencia		Clase de consecuencias				
		5	4	3	2	1
Rango 1	> 0,1	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Rango 2	0,1 a 0,01	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
Rango 3	0,01 a 0,001	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Rango 4	0,001 a 0,0001	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
Rango 5	< 0,0001	Green	Green	Green	Green	Yellow

Aceptabilidad del peligro	
	Riesgo bajo (Situación normal)
	Riesgo medio (Situación ALARP)
	Riesgo alto (No aceptable)

Para la evaluación de los diferentes entornos estudiados se utilizará la aceptabilidad definida en el presente apartado.

6.2.-RIESGOS ASOCIADOS AL GL Y GNL

La implantación del sistema objeto de estudio en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife trae consigo una serie de riesgos propios, que se pueden definir de distintas maneras. Atendiendo al origen o causa, los riesgos se pueden clasificar en:

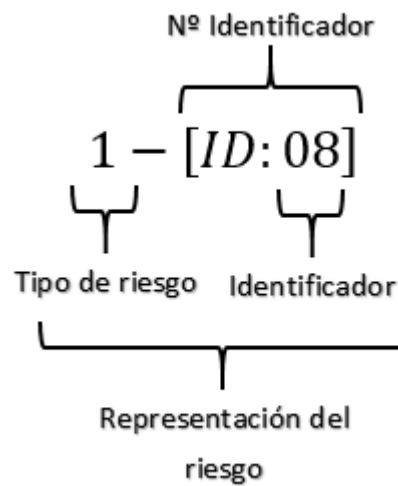
- Riesgos tecnológicos
- Riesgos antrópicos
- Riesgos naturales



Para la identificación de los riesgos, se ha utilizado un código numérico de dos cifras. Los identificadores se agrupan en función del tipo de riesgo que representan:

- Riesgos de origen tecnológico: se definen como Tipo 1 y les corresponde el rango entre [ID: 01] e [ID: 14].
- Riesgos de origen antrópico: se definen como Tipo 2 y son representados con los valores de [ID: 15] hasta [ID: 16].
- Riesgos de origen natural: se definen como Tipo 3 y sus identificadores son desde el [ID: 17] hasta el [ID: 21].

A continuación, se muestra un ejemplo de identificación de un riesgo:



A continuación, se muestra una tabla resumen con la identificación que se ha utilizado para la evaluación de los riesgos:

Origen	Evento	Riesgo	Tipo	ID	Nomenclatura
Tecnológico	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	1	01	1 - [ID: 01]
Tecnológico	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al gas	1	02	1 - [ID: 02]
Tecnológico	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nube – desencadenante de riesgos tecnológicos	1	03	1 - [ID: 03]

Tecnológico	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	1	04	1 - [ID: 04]
Tecnológico	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo de fuego	1	05	1 - [ID: 05]
Tecnológico	Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola de fuego	1	06	1 - [ID: 06]
Tecnológico	Expansión explosiva de vapor	Explosión - BLEVE	1	07	1 - [ID: 07]
Tecnológico	Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	Explosión - CVE	1	08	1 - [ID: 08]
Tecnológico	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	Explosión - UCVE	1	09	1 - [ID: 09]
Tecnológico	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	1	10	1 - [ID: 10]
Tecnológico	TRF – Transición rápida de fase	Sobrepresión – Onda de choque	1	11	1 - [ID: 11]
Tecnológico	Fallo en instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	1	12	1 - [ID: 12]
Antrópico	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	13	2 - [ID: 13]
Antrópico	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	14	2 - [ID: 14]
Antrópico	Impactos mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	15	2 - [ID: 15]
Natural	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	16	3 - [ID: 16]
Natural	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	17	3 - [ID: 17]

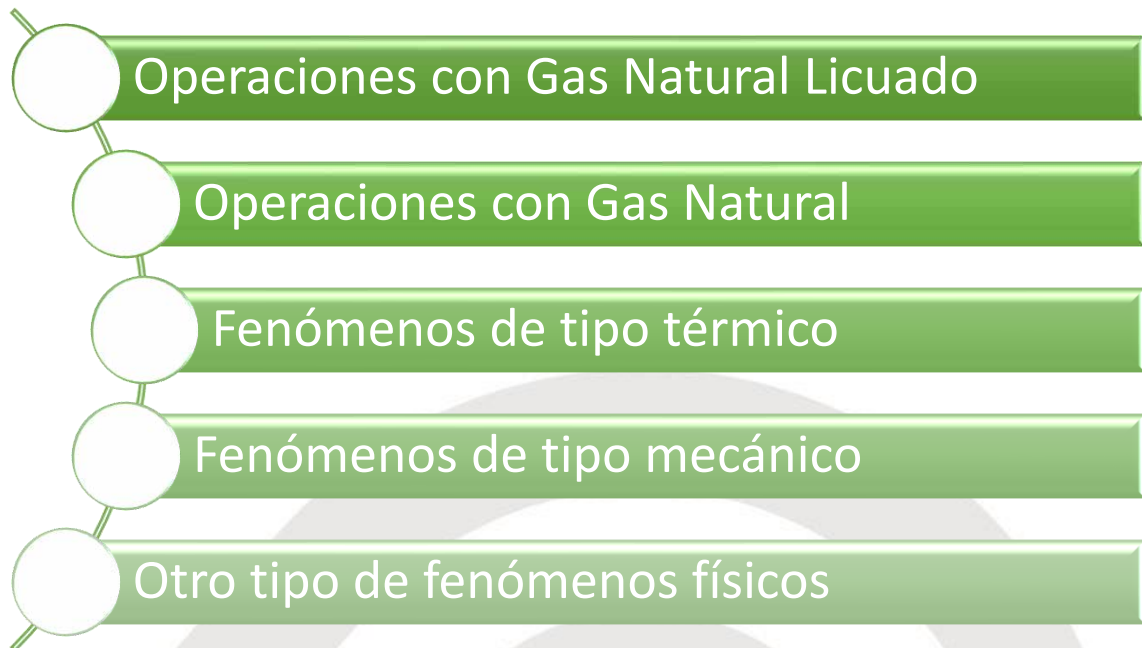
Natural	Maremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	18	3 - [ID: 18]
Natural	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	19	3 - [ID: 19]
Natural	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	3	20	3 - [ID: 20]

6.2.1.- RIESGOS TECNOLÓGICOS

En este apartado se describen los riesgos derivados del desarrollo tecnológico y la aplicación y uso significativo de las tecnologías durante la operación del GN y GNL en el sistema a implantar.

Las propiedades del gas natural en estado gaseoso (GN) y líquido (GNL) implican unos riesgos comunes a todos los entornos evaluados en el presente informe. Las situaciones, relativas a la manipulación de GN y GNL, listadas a continuación pueden generar peligro en las operaciones de carga y descarga, almacenamiento de GNL y generación de electricidad definidas en el proyecto objeto de estudio.

- Operaciones con GNL
- Operaciones con GN
- Fenómenos de tipo térmico
- Fenómenos de tipo mecánico
- Otro tipo de fenómenos físicos



6.2.1.1 Operaciones con Gas Natural Licuado

- Derrame de GNL (sin fuente de ignición) (1 – [ID: 01])

La exposición al GNL, que se encuentra a temperatura criogénica (-160 grados Celsius), puede tener consecuencias severas para las personas que entren en contacto con el líquido.

Las consecuencias de un accidente causado por un vertido de GNL son:

- El contacto directo con el GNL, que se encuentra en estado criogénico, puede ocasionar quemaduras, lesiones graves o incluso la muerte.
- El vertido de GNL sobre estructuras que no soporten temperaturas criogénicas puede provocar fractura frágil.

El vertido produce gas de evaporación de dos formas:

- Al perder presión una parte del GNL se transforma en GN por un fenómeno denominado flash.
- El contacto con una superficie produce la ebullición masiva del GNL.

En ambos casos el gas producido está a la misma temperatura que el GNL y por lo tanto puede causar los mismos daños a personas y estructuras, incluyendo daños a pulmones por bajas temperaturas, asfixia por desplazamiento del oxígeno en espacios confinados y congelación por exposición prolongada.

6.2.1.2 Operaciones con Gas natural

- Nube de gas (sin fuente de ignición) (1 – [ID: 02])

Una fuga en la instalación posterior al sistema de regasificación puede formar una nube de gas, que en un espacio confinado puede producir asfixia por desplazamiento del oxígeno.

Cuando el oxígeno del aire desciende a menos del 18% aparece el riesgo de asfixia, por lo que se puede comenzar a sentir mareos, cansancio y debilidad muscular. Si se desciende por debajo del 10%, las consecuencias son mayores, produciéndose pérdida de conocimiento y muerte por asfixia.

6.2.1.3 Fenómenos de tipo térmico

- Nube de gas (con fuente de ignición) (1 – [ID: 03])

Una pérdida de contención, tanto por vertido accidental de GNL como por fuga de gas posterior al sistema de regasificación, puede causar una nube de gas natural y de aire, que se puede inflamar cuando la concentración de gas natural está dentro del rango de 5% y 15% del volumen. La deflagración de la nube causa un incendio de llamarada ("flash fire").

Cuando la ignición no es instantánea, existe la posibilidad de que aumente el tamaño de la nube de gas y, por tanto, las consecuencias de un accidente serán mayores. Al aumentar el tamaño de la nube se incrementa la posibilidad de encontrar una fuente de ignición más alejada de la fuga. Si la fuga de gas es relativamente pequeña y no hay confinamiento de la misma, las consecuencias se ven reducidas, pudiendo llegar a ser despreciables.

Existe el riesgo de que tras producirse la ignición, la llama pueda retroceder hasta el origen de la fuga evolucionando en un incendio de charco, dando lugar a un incendio de charco o incluso en ruptura catastrófica del depósito.



- Derrame de GNL (con fuente de ignición) (1 – [ID: 04])

El incendio de charco se genera tras un derrame accidental de GNL, y normalmente es consecuencia de la deflagración de los gases de evaporación (1 - [ID: 03]). Para que se forme un charco de GNL, la cantidad de combustible liberado debe ser lo suficientemente grande para que la transferencia de calor con el aire no sea suficiente para vaporizar todo el gas licuado inmediatamente, y parte de él acaba formando un charco sobre la superficie. La potencia emitida por la superficie (SEP, *Surface Emissive Power*) de una llama procedente de un charco suficientemente grande de GNL suele estar por encima de los 200 kW/m² (El "límite soportable" para un bombero con traje estructural es del orden de 12,5 kW/m² con un tiempo de exposición prolongado).



- Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición) (1 – [ID:05])

Cuando ocurre una fuga de GNL/GN y el gas alcanza una fuente de ignición, la evolución de la deflagración de la nube (1 – [ID: 03]) puede alcanzar el origen de la fuga (o directamente encontrar una fuente de ignición en la zona de pérdida de contención) que puede estabilizarse originando una llama estacionaria y de forma alargada, denominada dardo de fuego o "jet fire".

Especialmente en espacios abiertos, las nubes de gas pueden viajar varios cientos de metros, alcanzando fuentes de ignición que se creían fuera del alcance.



- *Pérdida de contención total (con fuente de ignición) (1 – [ID: 06])*

El incendio por bola de fuego es un tipo de accidente que entraña mucho peligro. Este tipo de evento tiene lugar cuando un contenedor sufre una rotura, produciendo una fuga instantánea y masiva de combustible a la atmosfera. La fuga al encontrar una fuente de ignición genera un incendio de forma esférica y con un diámetro en función de la cantidad de material inflamable implicado. Es normalmente consecuencia de una explosión de tipo BLEVE (1 – [ID: 07]).



6.2.1.4 Fenómenos de tipo mecánico

- Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE, Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) (1 – [ID: 07])

Un líquido almacenado en un depósito presurizado, en su punto de ebullición o en sus proximidades y por encima de una determinada presión se evaporará con suma rapidez si se libera repentinamente debido a un fallo del sistema de presión. Este proceso de expansión violenta es conocido por provocar la proyección de partes enteras de depósitos rotos a varios cientos de metros.

El caso más frecuente que causa este tipo de accidente es un incendio que envuelve el depósito, haciendo ceder la estructura mecánica.

- Nube de gas confinada (con fuente de ignición) (1 – [ID: 08])

La explosión CVE (Confined Vapour Explosion) se produce en condiciones de confinamiento del material volátil. Ocurre cuando en un recinto confinado se produce un escape de gas natural o de gas de evaporación de GNL, que se encuentra dentro de los límites de inflamabilidad y entra en contacto con un punto de ignición que origina la combustión de la nube confinada.

En las instalaciones congestionadas se produce una situación de semiconfinamiento, definida entre los fenómenos de CVE y UVCE.

- Nube de gas no confinada (con fuente de ignición) (1 – [ID: 09])

Este tipo de explosión (UVCE, Unconfined Vapour Cloud Explosion) está asociada al escape masivo de gases. Se define como la combustión de la mezcla combustible-aire formada por la fuga y dispersión de una sustancia combustible en la atmósfera, dando lugar a temperaturas muy elevadas, y generando una onda de presión.

En función de la velocidad de propagación de la llama, el fenómeno puede resultar en una deflagración, si la velocidad es baja, o en una detonación, si la velocidad es alta. En el caso del gas natural es poco probable que cause una situación de explosión en entornos abiertos ya que el metano, componente principal del gas, tiene una velocidad baja de propagación de la llama.

- Rollover – Basculamiento de capas (1 – [ID: 10])

La norma UNE-EN ISO 16903:2015 define el término como se expone a continuación.

El basculamiento de capas se refiere al proceso que puede ocasionar la emisión de grandes cantidades de gas desde un depósito de GNL durante un corto periodo de tiempo. Esto podría producir una sobrepresión en el depósito para la que éste no está diseñado o protegido.

Es posible que en los depósitos de almacenamiento de GNL se puedan formar dos capas o células estratificadas estables, generalmente provocadas por una mezcla incompleta de GNL recientemente cargado en el depósito y de líquido de una densidad diferente en el fondo del depósito. Dentro de una misma capa la densidad del líquido es uniforme pero la capa del fondo se compone de líquido más denso que el de la capa superior. En consecuencia, debido a la fuga de calor en el interior del depósito, a la transferencia de calor y de masa entre las capas y a la evaporación en la superficie del líquido, se equilibra la densidad de las capas y finalmente se mezclan. Esta mezcla espontánea se denomina basculamiento de capas y si, como es el caso más frecuente, el líquido en la capa del fondo se sobrecalienta en relación a la presión en el espacio de vapor del depósito, el basculamiento de capas está acompañado de un incremento en la formación del vapor. Este incremento es algunas veces rápido e importante. En ciertos casos, el incremento de la presión en el depósito ha sido suficiente para causar el desenclavamiento de las válvulas de seguridad de sobrepresión.



- TRF – Transición rápida de fase (1 – IID: 11)

La norma UNE-EN ISO 16903:2015 define el término como se expone a continuación.

Cuando dos líquidos a diferente temperatura entran en contacto, puede producirse fuerzas de onda de choque en determinadas circunstancias. Este fenómeno, denominado transición rápida de fase (TRF), se puede producir cuando entran en contacto el GNL y el agua. Aunque no se produzca combustión, este fenómeno tiene todas las características de una explosión. Las transiciones rápidas

de fase resultantes de un vertido de GNL en agua han sido a la vez raras y con consecuencias relativamente limitadas.

- Fallo en instrumentación (1 – [ID: 12])

Un fallo en instrumentación debido tanto a defectos de fábrica como fallos humanos es una de las causas comunes que pueden desencadenar en riesgos para la salud de las personas, la instalación o el medioambiente.

6.2.2.- RIESGOS ANTRÓPICOS

Este tipo de riesgo está asociados al comportamiento de las personas, es decir, son situaciones de riesgo en la que el agente de la misma es el ser humano propiamente. En este apartado se documentan los riesgos de tipo antrópicos para el entorno evaluado.

6.2.2.1 Unidad generadora con almacenamiento de GNL

En este apartado se desarrollarán los posibles riesgos antrópicos que pueda sufrir la unidad generadora con almacenamiento de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se prevén riesgos de tipo:

- Terrorismo
- Actos vandálicos
- Impactos mecánicos

6.2.2.1.1 Terrorismo (2 – [ID: 13])

El riesgo de ataques terroristas tiene la incertidumbre de que no se puede determinar cuándo se pueden producir. Diferentes informes indican que los tanques de GNL y las plantas de regasificación son objetivos terroristas. En España existe el Plan de Prevención y Protección Antiterrorista para dar respuesta global e integral al riesgo de posibles ataques terroristas.

Los tanques de almacenamiento de GNL requieren de una fuerza considerable de destrucción para romper los sistemas de contención. Debido a esto, los incendios presentan el mayor riesgo por actos terroristas.

En el caso de colisionar un vehículo contra el depósito de almacenaje de GNL, el impacto ocasionado podría causar un incendio con el combustible del vehículo estrellado. El incendio producido podría afectar a los tanques de GNL originando una reacción en

cadena con el combustible almacenado produciendo mayores daños en la instalación y zonas adyacentes.

6.2.2.1.2 **Actos Vandálicos (2 – [ID: 14])**

Los actos vandálicos previstos son el posible sabotaje y hurtos en la instalación. Las consecuencias de los actos vandálicos pueden suponer una contraprestación en el funcionamiento de la instalación, pudiendo ocasionar riesgos tanto para los trabajadores como para los vándalos. Los hurtos podrían ocasionar paros en el funcionamiento del sistema por la reposición de los elementos.

6.2.2.1.3 **Impactos mecánicos (2 – [ID: 15])**

Los impactos mecánicos previstos son los posibles accidentes dado el tránsito de vehículos y mercancías generadas por el uso propio del puerto. Las consecuencias de estas acciones pueden suponer deterioros en los elementos de la instalación, pudiendo ocasionar paros en el funcionamiento del sistema, incluso en casos extremos pudiendo ocasionar un incendio con el combustible del vehículo estrellado. El incendio producido podría afectar a los tanques de GNL originando una reacción en cadena con el combustible almacenado produciendo mayores daños en la instalación y zonas adyacentes.

6.2.3.- **Riesgos naturales**

Los riesgos que se contemplan por fenómenos naturales están condicionados por las características geográficas y particulares de la región. En los entornos objeto de evaluación del presente informe existen o pueden producirse los siguientes riesgos de las siguientes condiciones:

- Lluvias
- Vientos Fuertes
- Maremotos
- Terremotos
- Vulcanismo



6.2.3.1 **Lluvias (3 – [ID: 16])**

Las lluvias en Canarias son un factor de riesgo para las infraestructuras. En las fases de diseño es muy importante la consulta de los Planes Hidrológicos Insulares de las islas, prestando especial importancia al estudio de los caudales en las diferentes cuencas de los barrancos y cauces naturales de las islas que afecten al entorno de estudio. El Consejo Insular de Aguas de la isla de Tenerife cuenta con estudios preliminares del riesgo de inundación hidrográfica. También es necesario tener en cuenta la metodología de cálculo y restricciones que vienen recogidas en dichos informes, en especial a lo referente al cálculo de caudales de avenida, dominio público hidráulico, zonas de afección y zonas inundables.

6.2.3.2 **Vientos Fuertes (3 – [ID: 17])**

La ubicación del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, al encontrarse en contacto directo con el medio marino, puede registrar vientos notables. Es muy importante en la fase de diseño tener presentes los vientos máximos registrados en cada zona.

Asimismo se deben tener presente los posibles efectos que una modificación del clima mundial, como consecuencia del efecto invernadero, pudiese tener en la isla de Tenerife. Con la posibilidad de un incremento de las tormentas tropicales, o incluso de huracanes, lo cual debería preverse en el diseño de los anclajes y sistemas de seguridad de todos los equipamientos. También tener en cuenta las rachas de viento a efectos de asegurar los elementos móviles o susceptibles de volar de los alrededores de la instalación a fin de minimizar el riesgo de que los mismos puedan impactar con otros elementos y provocar daños mayores.

6.2.3.3 *Maremotos (3 – [ID: 18])*

Las consecuencias más extremas de los maremotos son los tsunamis, que son producidas por agentes puramente geológicos, pudiendo formar olas de altura comprendida entre 15 y 30 metros con gran poder destructivo.

En Canarias solo se tiene registrado por el Instituto Geográfico Nacional un maremoto que tuvo lugar a principios del siglo XVIII, atribuido a una erupción submarina.

6.2.3.4 *Terremotos (3 – [ID: 19])*

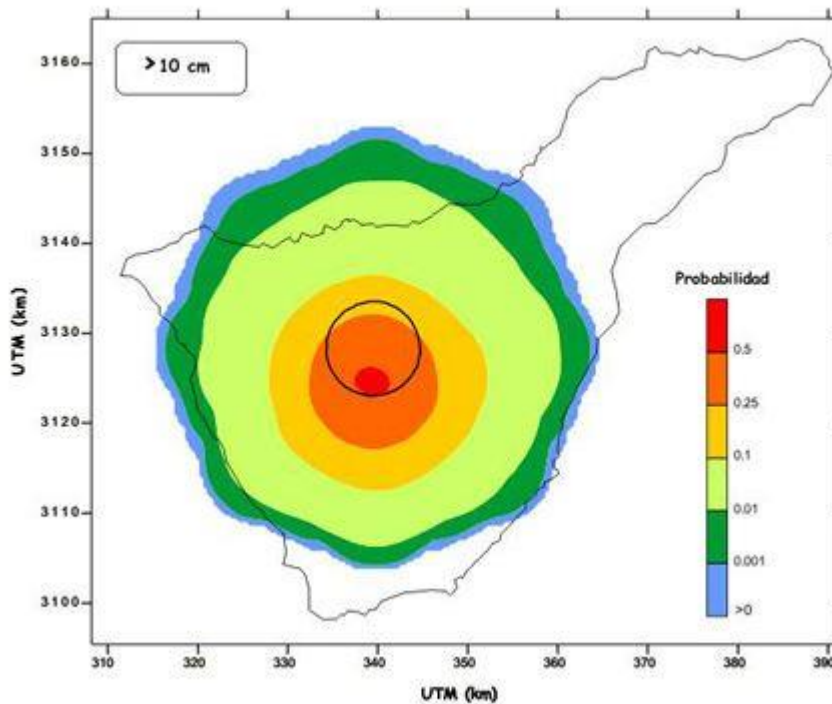
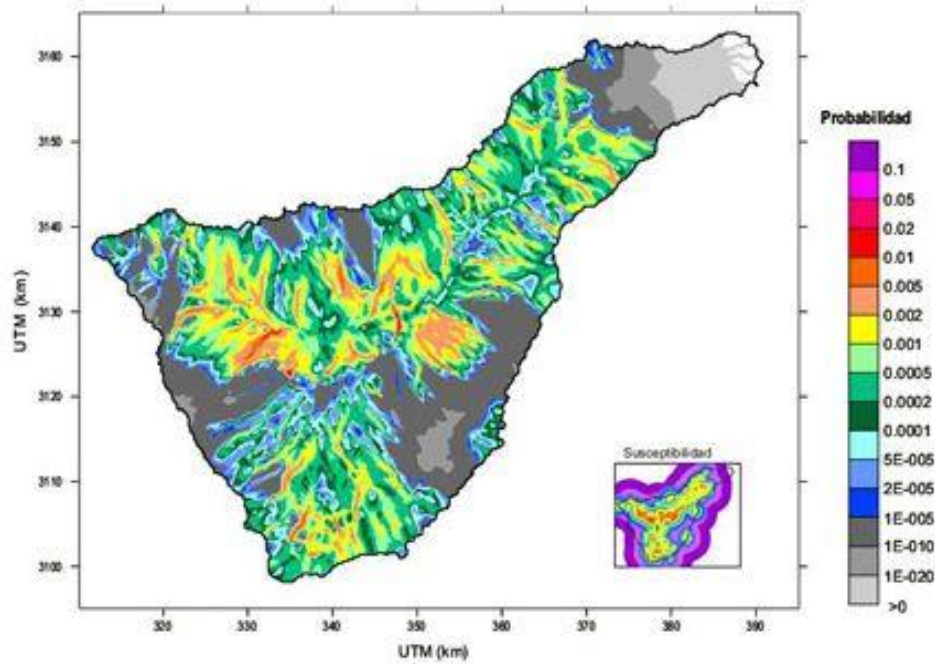
El origen volcánico de las Islas Canarias produce la actividad sísmica en las islas. La actividad sísmica está estrechamente relacionada con la actividad vulcanológica, registrándose, en los últimos años, por el Instituto Volcanológico de Canarias sismos de baja magnitud.

Los riesgos asociados a la integridad de los elementos de la implantación del GN y GNL, están cubiertos por la normativa sismorresistente española, que se debe cumplir. Los tanques de GNL son el mayor riesgo potencial y son diseñados para resistir la actividad sísmica.

6.2.3.5 *Vulcanismo (3 – [ID: 20])*

Canarias es la única región del territorio español volcánicamente activa. Existe un riesgo constante de erupciones, como la erupción submarina registrada en la costa próxima a El Hierro.

En la etapa de planificación y diseño se deben considerar los mapas de peligrosidad volcánica, que definen la probabilidad de que pueda producirse un fenómeno adverso producido por una erupción. Los mapas de peligrosidad de Tenerife se encuentran publicados en el Instituto Geográfico Nacional y se muestran a continuación.



6.3.-ANÁLISIS DE PROBABILIDAD DE EVENTOS

La probabilidad de los eventos estudiados en los apartados anteriores está determinada desde guías internacionales recomendadas, registros de datos históricos y documentos oficiales de emergencias en Canarias. Respetando la clasificación definida de los eventos posibles, se analiza en los siguientes:

- Riesgos tecnológicos
- Riesgos antrópicos
- Riesgos naturales

6.3.1.- Riesgos tecnológicos

La probabilidad de los riesgos tecnológicos estudiados se evalúan según la guía internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. Con este documento se evalúan los riesgos tecnológicos asociados a fugas y escape de combustible. Se representa en forma de árbol de eventos en los párrafos posteriores.

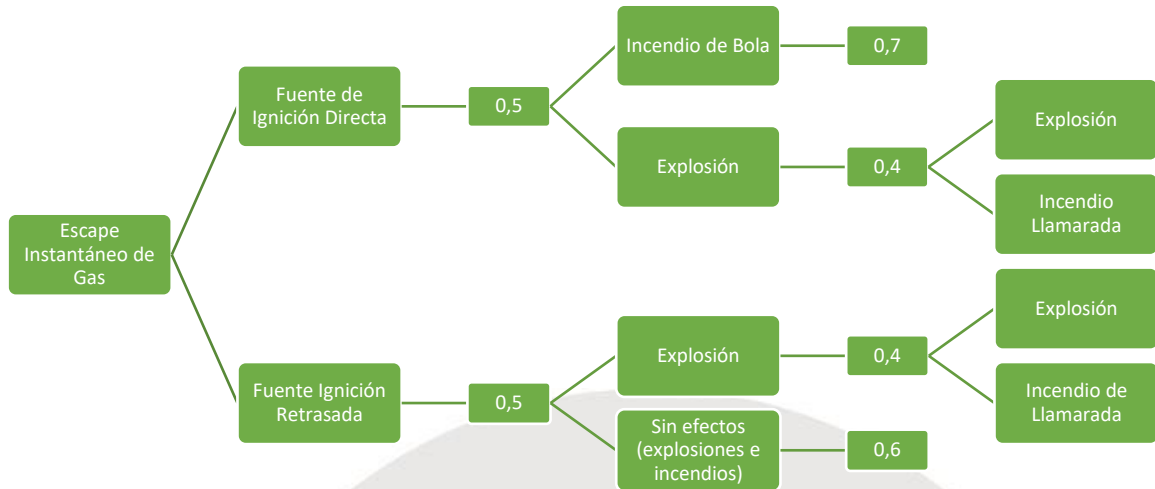
La probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible se evalúa, al igual que riesgos asociados, según la guía internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. Se estudian los procesos de funcionamiento general del sistema y el proceso de carga y descarga del depósito de GNL.

Para las diferentes localizaciones objeto de estudio en el presente documento, se estudian cuatro escenarios que presentan riesgos, y pueden derivar en eventos dañinos para las personas y estructuras cercanas.

6.3.1.1 Probabilidad de riesgos tecnológicos asociados a fugas y escape de combustible

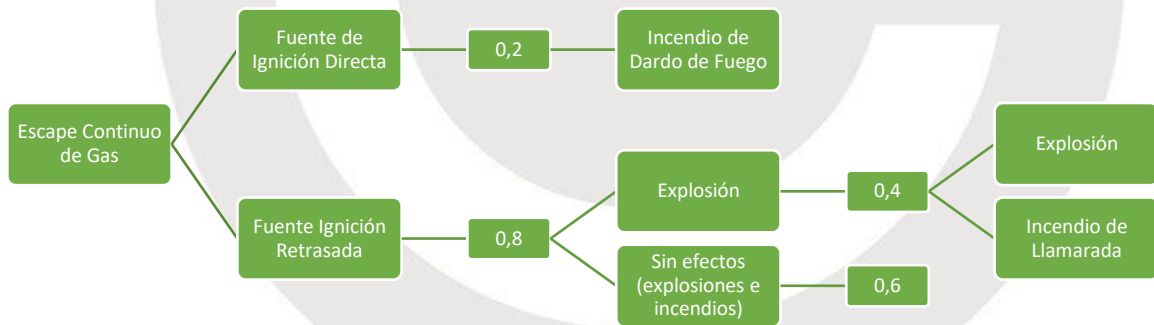
- Escape Instantáneo de Gas

Los escapes instantáneos de gas se pueden dar a partir de la unidad de evaporización del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. Se puede observar en el gráfico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.



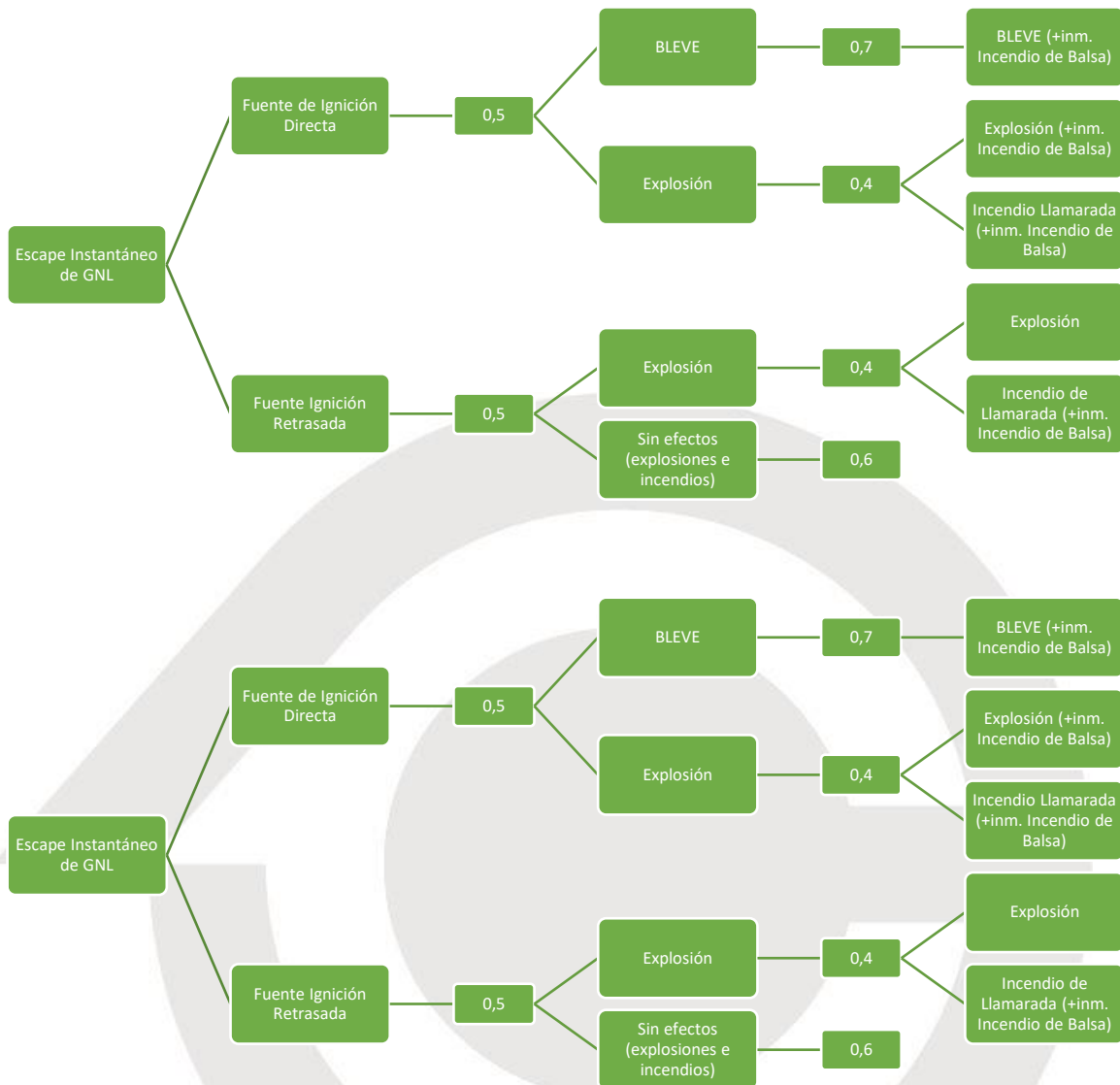
- Escape Continuo de Gas

Los escapes continuos de gas se pueden dar a partir de la unidad de evaporización del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. Se puede observar en el grafico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.



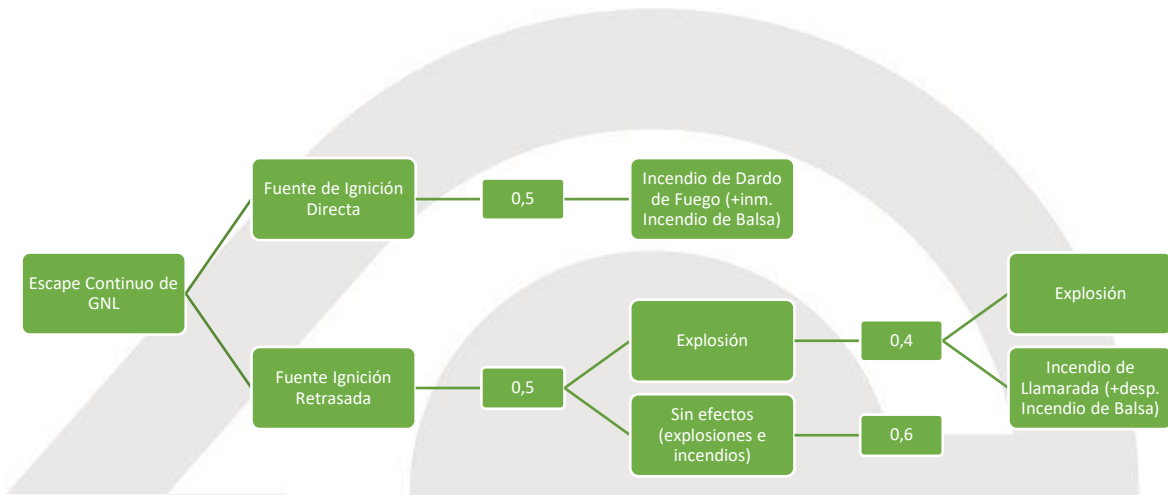
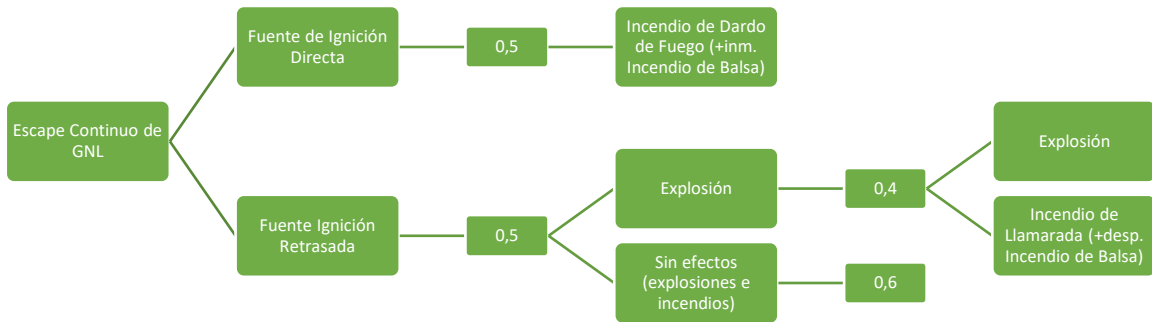
- Escape Instantáneo de GNL

Los escapes instantáneos se pueden dar en el almacenamiento y elementos previos a la evaporación del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. También pueden ocasionarse escapes en el proceso de carga y descarga entre el camión cisterna y el depósito de GNL. Se puede observar en el grafico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.



- Escape Continuo de GNL

Los escapes continuos se pueden dar en el almacenamiento y elementos previos a la evaporación del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. También pueden ocasionarse escapes en el proceso de carga y descarga entre el camión cisterna y el depósito de GNL. Se puede observar en el gráfico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.



6.3.1.2 **Probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible**

La probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible se evalúa en los procesos de funcionamiento general del sistema y el proceso de carga y descarga del depósito de GNL.

En el proceso de funcionamiento del sistema están implicados lo siguientes elementos:

- Depósitos presurizados en superficie

Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)
Depósito presurizado en superficie	Escape instantáneo y total	5×10^{-7}
Depósito presurizado en superficie	Escape total en 10 min	5×10^{-7}
Depósito presurizado en superficie	Escape continuo por un agujero de Φ 10 mm	1×10^{-5}

- Tuberías y conexiones en superficie

Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)(por metro)
Tubería y conexiones en superficie (entre 75 y 150 mm)	Rotura de tubería	1×10^{-6}
Tubería y conexiones en superficie (entre 75 y 150 mm)	Fuga con un diámetro del 10 % del diámetro de la tubería, con un máximo con 50 mm.	5×10^{-6}

- Válvulas de seguridad

Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)
Válvula de seguridad	Escape superior a presión máxima de válvula (con rotura de válvula)	2×10^{-5}

- Otro elementos (bombas, compresores, evaporadores, quemadores, etc)

Se ha escogido las frecuencias más conservadoras de los elementos implicados en el sistema de aplicación.

Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)
Otros elementos	Fallo Grave	1×10^{-4}
Otros elementos	Fuga con un diámetro del 10 % de las dimensiones	4.4×10^{-3}

En el proceso de carga y descarga del depósito de GNL están implicados lo siguientes elementos:

- Transporte en camión cisterna

Elemento	Escenario	Frecuencia (por año)
Camión cisterna	Escape total e instantáneo	5×10^{-7}
Camión cisterna	Escape en conexiones tuberías y conexiones	5×10^{-7}

- Carga y descarga GNL (incluido elementos de conexión)

Elemento	Escenario	Frecuencia en brazo (por hora)	Frecuencia en manguera (por hora)
Carga y Descarga	Ruptura brazo/manguera de carga y descarga	3×10^{-8}	4×10^{-6}
Carga y Descarga	Perdida en el brazo/manguera en carga y descarga con un diámetro del 10 % del diámetro de la tubería, con un máximo de 50 mm.	3×10^{-7}	4×10^{-5}

- Escenarios adicionales como efecto domino del proceso de carga y descarga.

Elemento	Escenario	Frecuencia (por hora)
Carga y Descarga //Camión Cisterna	BLEVE derivado del proceso de carga y descarga	5.8×10^{-10}

6.3.2.- Riesgos antrópicos

La probabilidad de los riesgos asociados al comportamiento de las personas es un factor vinculado a la sociedad establecida en la isla de Tenerife. Para determinar los índices de probabilidad de los sucesos antrópicos se ha consultado el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, donde se realiza un estudio de los eventos estudiando los registros históricos de incidentes.

En este apartado se desarrollarán los posibles riesgos antrópicos que pueda sufrir la unidad generadora con almacenamiento de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se prevén riesgos de tipo:

- Terrorismo
- Actos vandálicos
- Impactos mecánicos

Riesgo	Comentario	Frecuencia (por año)
Terrorismo	Sin constancia. No se tienen constancia de acciones terroristas en Tenerife.	1×10^{-5}
Actos vandálicos	Sin constancia. No se tienen constancia de actos vandálicos en Tenerife.(con consecuencias considerables)	1×10^{-5}
Impactos mecánicos	Existe constancia de accidentes de transporte con mercancías peligrosas en las vías de la isla de Tenerife, aunque poco frecuente en zonas de uso restringido.	1×10^{-3}

6.3.3.- Riesgos naturales

La probabilidad de los riesgos asociados a efectos naturales adversos se determina por medio de registros históricos de eventos en las islas. Para determinar los índices de probabilidad de los sucesos antrópicos se ha consultado el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, donde se realiza un estudio de los eventos estudiando los registros históricos de incidentes.

En este apartado se desarrollarán los posibles riesgos naturales que pueda sufrir la unidad generadora con almacenamiento de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se prevén riesgos de tipo:

- Lluvias
- Vientos Fuertes
- Maremotos
- Terremotos
- Vulcanismo

Riesgo	Comentario	Frecuencia (por año)
Lluvias	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, este tipo de eventos ocurren una vez cada varios años en la isla. La última lluvia torrencial con grandes consecuencias fue en 2002, en Sta. Cruz de Tenerife.	1×10^{-2}
Vientos Fuertes	Según el histórico registrado de vientos fuertes con las consecuencias consideradas, se registran cada varias décadas. El último registro de vientos fuertes con graves consecuencias fue en 2005, con la tormenta tropical Delta.	1×10^{-2}
Maremotos	Solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina	1×10^{-5}
Terremotos	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, este tipo de eventos ocurren rara vez en el Archipiélago Canario	1×10^{-4}
Vulcanismo	Aunque Canarias es una región volcánica activa, la zona en las que se ubica el Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentran fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad	1×10^{-5}

6.4.-Análisis de las consecuencias.

Para realizar una estimación de consecuencias se requiere de una función que relacione la magnitud del impacto, por ejemplo la radiación térmica procedente de un incendio, con el grado de daño causado por el mismo, lo que se conoce como establecer una relación entre la dosis y la respuesta. El método comúnmente más utilizado es el análisis *probit*, que relaciona la variable *probit* (de *probability unit*) con la probabilidad.

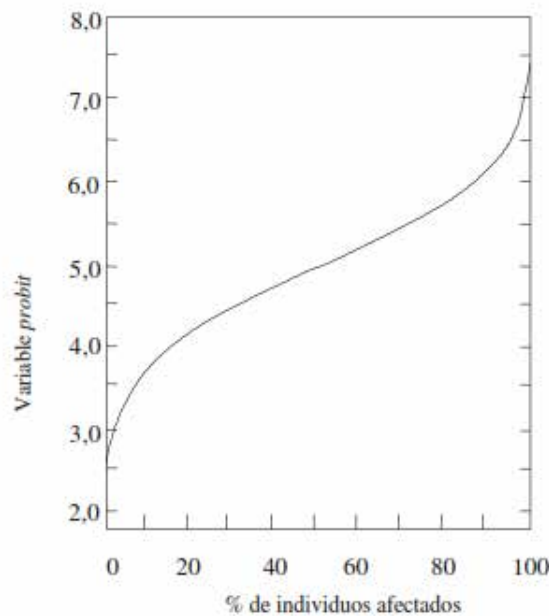
La relación entre porcentaje y variable *probit* se suele reflejar en una expresión como la siguiente:

$$Y = a + b \ln V$$

Donde *a* y *b* son constantes que se determinan experimentalmente a partir de la información procedente de accidentes. La variable *V* es una medida de lo que causa el daño.

La ecuación anterior permite, a partir de los efectos de un accidente (radiación térmica, onda de sobrepresión, etc.), obtener de forma prácticamente directa el porcentaje de muertos y heridos de una determinada tipología (quemaduras de primer y segundo grado, mortalidad, etc.).

En la gráfica y tabla siguiente se muestra la relación entre porcentaje y variable *probit*.



%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,97	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
-	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

6.4.1.- Ecuaciones *probit* para estimar las consecuencias de la radiación térmica

Existen variedad de ecuaciones *probit* para estimar las consecuencias de la radiación térmica. En el presente análisis de riesgo se han utilizado las siguientes.

- Quemaduras de primer grado:

$$y = -39,83 + 3,0186 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

Donde t es el tiempo de exposición (en segundos) y q la intensidad de la radiación (en Wm^{-2}).

- Quemaduras de segundo grado:

$$y = -43,14 + 3,0186 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

- Mortalidad (sin protección):

$$y = -36,38 + 2,56 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

- Mortalidad (con protección):

$$y = -37,23 + 2,56 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

Las consecuencias de un incendio están directamente relacionadas al tiempo que la persona es expuesta a la radiación térmica. Un caso especial es el de las "llamaradas" (*flash fire*), que aparecen cuando una nube de vapor se inflama. Deben considerarse dos posibilidades:

- Personas u objetos fuera de la nube: están sometidos a radiación, pero como la duración del fenómeno es muy corta, el daño es limitado y muy inferior al caso siguiente.
- Personas u objetos dentro de la nube: sometidos a un contacto directo con la llama. Las personas sufrirán quemaduras graves sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava por la ignición más que probable de los vestidos; la probabilidad de muerte es muy elevada. En el caso de personas situadas en el interior de infraestructuras, probablemente estarán protegidas de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios.

6.4.2.- Resultados del análisis *probit*

La siguiente tabla resume las consecuencias de los diferentes eventos que pueden causar la exposición a la radiación térmica en caso de accidentes que impliquen pérdida de contención del combustible, parcial o total.

Para el cálculo de distancias de afectación se han realizado simulaciones utilizando el programa Phast. Se puede obtener más información al respecto en el Anexo del actual informe.

Las simulaciones incluidas en la tabla siguiente se han realizado con una climatología definida con estabilidad de Pasquill F (estable – noche con nubes moderadas y viento suave/moderado) y velocidad del viento 1,5 m/s.

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
Chorro de fuego (horizontal) - fuga 25 mm	37.500	d < 46	1,47	Quemaduras de primer grado (10%)
	37.500		2,40	Quemaduras de primer grado (50%)
	37.500		5,14	Quemaduras de primer grado (99%)
	37.500		4,40	Quemaduras de segundo grado (10%)
	37.500		7,18	Quemaduras de segundo grado (50%)
	37.500		15,38	Quemaduras de segundo grado (99%)
	37.500		5,06	Mortalidad sin protección (10%)
	37.500		9,02	Mortalidad sin protección (50%)
	37.500		22,15	Mortalidad sin protección (99%)
	37.500		7,05	Mortalidad con protección (10%)
	37.500		12,57	Mortalidad con protección (50%)
	37.500		30,87	Mortalidad con protección (99%)
	12.500	d < 52	6,35	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		10,38	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500		19,03	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		31,06	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		21,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		39,03	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		30,51	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		54,39	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	d < 56	29,03	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		47,41	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		86,92	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		141,93	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		100,02	Mortalidad sin protección (10%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	4.000		178,30	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		139,40	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		248,51	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	58 < d	-	Inofensivo
Chorro de fuego (suelo) - fuga 25 mm	12.500	-5 < d < 5	6,35	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		10,38	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)
	12.500		19,03	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		31,06	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		21,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		39,03	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		30,51	Mortalidad con protección (10%)

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500		54,39	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	-6 < d < 6	29,03	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		47,41	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		86,92	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		141,93	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		100,02	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		178,30	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		139,40	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		248,51	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	-7 < d < 7	-	Inofensivo
Chorro de fuego	1.400	12 < d	-	Inofensivo

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
(vertical) - fuga 25 mm				
Chorro de fuego (45 grados) - fuga 25 mm	4.000	d < 18	29,03	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		47,41	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		86,92	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		141,93	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		100,02	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		178,30	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		139,40	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		248,51	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	28 < d	-	Inofensivo
Charco de fuego - Late Pool Fire (Horizontal)	37.500	5,5 < d < 16	1,47	Quemaduras de primer grado (10%)

Evento	Radiación mínima (W/m2)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	37.500		2,40	Quemaduras de primer grado (50%)
	37.500		5,14	Quemaduras de primer grado (99%)
	37.500		4,40	Quemaduras de segundo grado (10%)
	37.500		7,18	Quemaduras de segundo grado (50%)
	37.500		15,38	Quemaduras de segundo grado (99%)
	37.500		5,06	Mortalidad sin protección (10%)
	37.500		9,02	Mortalidad sin protección (50%)
	37.500		22,15	Mortalidad sin protección (99%)
	37.500		7,05	Mortalidad con protección (10%)
	37.500		12,57	Mortalidad con protección (50%)
	37.500		30,87	Mortalidad con protección (99%)
	12.500	5 < d < 20	6,35	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		10,38	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)
	12.500		19,03	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		31,06	Quemaduras de segundo grado (50%)

Evento	Radiación mínima (W/m2)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		21,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		39,03	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		30,51	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		54,39	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	3 < d < 23	29,03	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		47,41	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		86,92	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		141,93	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		100,02	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		178,30	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	4.000		139,40	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		248,51	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	1 < d < 25	-	Inofensivo
Charco de fuego - Late Pool Fire (Suelo)	37.500	-3 < d < 4	1,47	Quemaduras de primer grado (10%)
	37.500		2,40	Quemaduras de primer grado (50%)
	37.500		5,14	Quemaduras de primer grado (99%)
	37.500		4,40	Quemaduras de segundo grado (10%)
	37.500		7,18	Quemaduras de segundo grado (50%)
	37.500		15,38	Quemaduras de segundo grado (99%)
	37.500		5,06	Mortalidad sin protección (10%)
	37.500		9,02	Mortalidad sin protección (50%)
	37.500		22,15	Mortalidad sin protección (99%)
	37.500		7,05	Mortalidad con protección (10%)
	37.500		12,57	Mortalidad con protección (50%)

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	37.500		30,87	Mortalidad con protección (99%)
	12.500	-3 < d < 7	6,35	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		10,38	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)
	12.500		19,03	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		31,06	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		21,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		39,03	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		30,51	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		54,39	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	-4 < d < 9	29,03	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		47,41	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	4.000		86,92	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		141,93	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		100,02	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		178,30	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		139,40	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		248,51	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	-5 < d < 10	-	Inofensivo
Charco de fuego - Early Pool Fire (Horizontal)	37.500	6 < d < 14	1,47	Quemaduras de primer grado (10%)
	37.500		2,40	Quemaduras de primer grado (50%)
	37.500		5,14	Quemaduras de primer grado (99%)
	37.500		4,40	Quemaduras de segundo grado (10%)
	37.500		7,18	Quemaduras de segundo grado (50%)

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	37.500		15,38	Quemaduras de segundo grado (99%)
	37.500		5,06	Mortalidad sin protección (10%)
	37.500		9,02	Mortalidad sin protección (50%)
	37.500		22,15	Mortalidad sin protección (99%)
	37.500		7,05	Mortalidad con protección (10%)
	37.500		12,57	Mortalidad con protección (50%)
	37.500		30,87	Mortalidad con protección (99%)
	12.500	6 < d < 17,5	6,35	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		10,38	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)
	12.500		19,03	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		31,06	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		21,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		39,03	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500		30,51	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		54,39	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	5 < d < 19,5	29,03	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		47,41	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		86,92	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		141,93	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		100,02	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		178,30	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		139,40	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		248,51	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	4 < d < 21	-	Inofensivo

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
Charco de fuego - Early Pool Fire (Suelo)	37.500	-3 < d < 4	1,47	Quemaduras de primer grado (10%)
	37.500		2,40	Quemaduras de primer grado (50%)
	37.500		5,14	Quemaduras de primer grado (99%)
	37.500		4,40	Quemaduras de segundo grado (10%)
	37.500		7,18	Quemaduras de segundo grado (50%)
	37.500		15,38	Quemaduras de segundo grado (99%)
	37.500		5,06	Mortalidad sin protección (10%)
	37.500		9,02	Mortalidad sin protección (50%)
	37.500		22,15	Mortalidad sin protección (99%)
	37.500		7,05	Mortalidad con protección (10%)
	37.500		12,57	Mortalidad con protección (50%)
	37.500		30,87	Mortalidad con protección (99%)
	12.500	-3 < d < 7	6,35	Quemaduras de primer grado (10%)
	12.500		10,38	Quemaduras de primer grado (50%)
	12.500		22,23	Quemaduras de primer grado (99%)

Evento	Radiación mínima (W/m²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	12.500		19,03	Quemaduras de segundo grado (10%)
	12.500		31,06	Quemaduras de segundo grado (50%)
	12.500		66,55	Quemaduras de segundo grado (99%)
	12.500		21,89	Mortalidad sin protección (10%)
	12.500		39,03	Mortalidad sin protección (50%)
	12.500		95,84	Mortalidad sin protección (99%)
	12.500		30,51	Mortalidad con protección (10%)
	12.500		54,39	Mortalidad con protección (50%)
	12.500		133,58	Mortalidad con protección (99%)
	4.000	-4 < d < 9	29,03	Quemaduras de primer grado (10%)
	4.000		47,41	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		86,92	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		141,93	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		100,02	Mortalidad sin protección (10%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	4.000		178,30	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		139,40	Mortalidad con protección (10%)
	4.000		248,51	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	-5 < d < 10	-	Inofensivo
Bola de fuego - Fireball	4.000	-45 < d < 45	29,03	Quemaduras de primer grado (10%)
Duración de la bola de fuego = 4,52 s	4.000		47,41	Quemaduras de primer grado (50%)
	4.000		101,57	Quemaduras de primer grado (99%)
	4.000		86,92	Quemaduras de segundo grado (10%)
	4.000		141,93	Quemaduras de segundo grado (50%)
	4.000		304,07	Quemaduras de segundo grado (99%)
	4.000		100,02	Mortalidad sin protección (10%)
	4.000		178,30	Mortalidad sin protección (50%)
	4.000		437,86	Mortalidad sin protección (99%)
	4.000		139,40	Mortalidad con protección (10%)

Evento	Radiación mínima (W/m ²)	Distancia en dirección del viento (m)	Tiempo de exposición (s)	Consecuencias (% de afectados)
	4.000		248,51	Mortalidad con protección (50%)
	4.000		610,28	Mortalidad con protección (99%)
	1.400	-65 < d < 65	-	Inofensivo

6.4.3.- Otros resultados

A continuación se presentan resultados de distancias máximas recorridas en caso de fuga por un orificio de diámetro de 25 mm, estabilidad de Pasquill F y viento 1,5 m/s. Los resultados se han calculado para el Límite Superior de Inflamabilidad (LSI) y el Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) del gas natural que se data en 15% y 5% de volumen en el aire, respectivamente.

	Distancia máx. horizontal (LSI)	Distancia máx. horizontal (LII)	Altura máxima (LSI)	Altura máxima (LII)
Nube de gas - fuga horizontal (1 m)	27,98 m	80,18 m	1,21 m	1,41 m
Nube de gas - fuga vertical (2,5 m)	2,10 m	8,88 m	12,82 m	15,53 m
Nube de gas - fuga 45 grados (1 m)	14,1 m	23,9 m	8,8 m	9,7 m

En el caso de sobrepresión causada por BLEVE del depósito, se han recogido a continuación las siguientes distancias (radios en metros) a presiones específicas. Para más información consultar el **Anexo de simulación**.

	Radio 0,7 bar (m)	Radio 0,35 bar (m)	Radio 0,125 bar (m)	Radio 0,05 bar (m)
BLEVE - Early Explosion	6,84	9,94	19,86	42,72

Además se han realizado cálculos de vaporización del charco en caso de pérdida total de contención en el programa Phast, obteniendo una vaporización casi por completo en un tiempo de 424 segundos. Se puede observar gráficamente en el **Anexo de simulación** adjunto.

6.4.3.1 Justificación de distancias de seguridad y protección, según norma ISO/TS 18683:2015

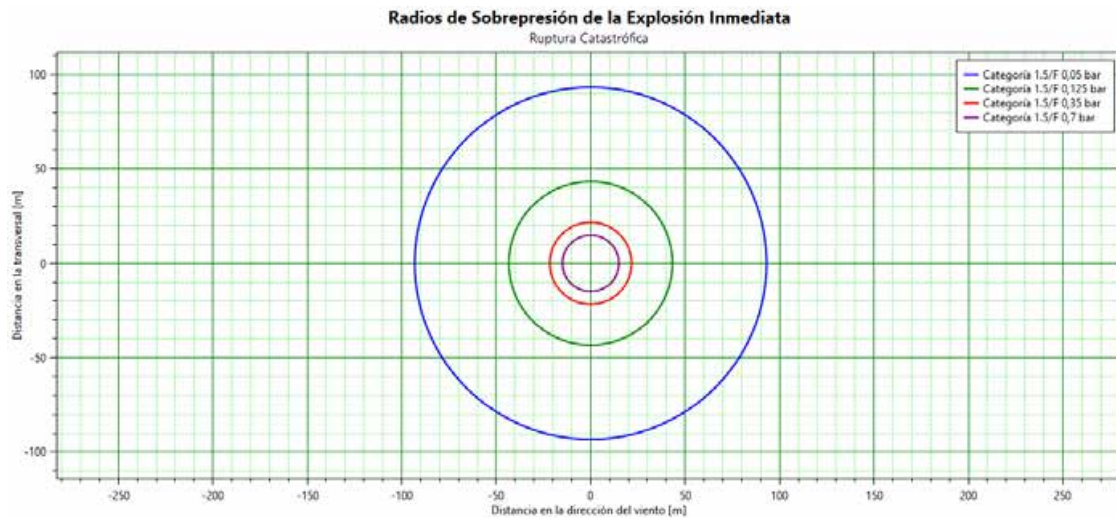
Para la determinación de las zonas de seguridad y protección que establece la norma ISO 18683 alrededor de la instalación de almacenamiento de GNL en el momento de actividad, independientemente de las distancias de seguridad que establece la reglamentación vigente entre el almacenamiento y el motor que suministra electricidad, se han utilizado las zonas determinadas por sobrepresión en el caso de un accidente en el depósito. Estas zonas son:

- La zona de intervención (0,125 bar de sobrepresión) que delimita la **zona de seguridad**, con un radio aproximado de **43 m** alrededor del sistema de almacenamiento de GNL y enganche de la manguera de gas al motor generador de electricidad.
- La zona de alerta (0,050 bar de sobrepresión) que delimita la **zona de protección**, con un radio aproximado de **93 m** alrededor del sistema de almacenamiento de GNL y enganche de la manguera de gas al motor generador de electricidad.

La zona de seguridad es la distancia alrededor del sistema a la que sólo puede acceder personal esencial y exclusivamente para actividades que sean permitidas en el área y puedan ser expuestas al gas inflamable en caso de una fuga accidental de GNL o gas natural durante la carga/descarga de GNL y suministro de gas al sistema generador de electricidad.

La zona de protección, que se encuentra alrededor de la zona de seguridad, es aquella en la que el tráfico de barcos y otras actividades deberían ser monitorizados durante las actividades de carga/descarga de GNL y suministro de gas al sistema generador de electricidad.

En la siguiente imagen se muestra la simulación realizada con Phast para estimar las distancias definidas de seguridad y protección.



6.5.-EVALUACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de riesgos analizará todos los procesos implicados dentro de los límites del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

Se evaluará el transporte por carretera de los camiones cisterna de GNL, encargados de suministrar combustible al sistema de generación eléctrica.

También será estudiado el proceso de carga y descarga de combustible, en el trasvase entre el camión cisterna y el depósito de almacenamiento de GNL.

Por último, se evaluará el sistema de generación con todos los elementos implicados en su funcionamiento. En este estudio de evaluación de riesgos se evalúan los eventos en la Dársena Anaga (Terminal de Carga Rodada)

6.5.1.- Riesgos transporte GNL

Los riesgos asociados al GNL y GN en el transporte de GNL en camión cisterna se evaluarán distribuidos en los siguientes bloques:

- Riesgos Tecnológicos

En este apartado de riesgos tecnológicos se evaluarán los riesgos de origen industrial asociados al transporte de GNL por carretera mediante camiones cisterna. A continuación, se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Antrópicos

En este apartado de riesgos antrópicos se evaluarán los riesgos producto de las acciones o actividades humanas intencionadas. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Naturales

En este apartado de riesgos naturales se evaluarán los riesgos que tienen su origen en fenómenos naturales. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.





6.5.1.1 **Riesgos Tecnológicos**

6.5.1.1.1 **Consecuencias**

Riesgo	Evento	Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	Quemaduras / Congelación / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Las fugas se producen principalmente por daños sufridos en la cisterna del camión a consecuencia de un accidente de tráfico.	2	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	3	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	2
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	Problemas respiratorios / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	La fuga del GNL al exterior por rotura de la cisterna, al interactuar con la atmósfera produciría una rápida evaporación con la consiguiente formación de nube tóxica.	2	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	3	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	2
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	Quemaduras / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los efectos de este tipo de accidentes son fundamentalmente: la radiación térmica generada por los incendios y los efectos de los posibles gases tóxicos generados en la combustión.	2	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	3	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	2
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	Quemaduras / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los efectos de este tipo de accidentes son fundamentalmente los causados en el entorno por el calor generado e irradiado desde el dardo.	2	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	3	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	2

Riesgo	Evento	Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 06] Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	Quemaduras // Lesiones graves/Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Este tipo de incendios puede desencadenar en explosiones y ocasionar daños graves, que pueden llegar a poner en peligro la integridad de la planta.	1	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	1
1-[ID: 07] Expansión explosiva de vapor	BLEVE	Quemaduras / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores	En caso de que el GNL transportado en camión cisterna a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito.	1	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	1
1-[ID: 09] Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	Quemaduras / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores	Cuando se produce una fuga, y el gas inflamable encuentra una fuente de ignición (como pueden ser superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión.	1	El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 300 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 300 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	1

6.5.1.1.2 Probabilidades

			Probabilidades		
	Riesgo	Evento	Rango	Frecuencia	Justificación
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.

6.5.1.2 **Riesgos Antrópicos**

6.5.1.2.1 **Consecuencias**

						Consecuencias						
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
Riesgo	Evento	Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores	Los actos terroristas pueden afectar al transporte de GNL, pudiendo derivar en riesgos de tipo mecánico, cuyas consecuencias dependerán del mismo.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden afectar a la integridad del camión cisterna, afectando al conductor. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden afectar a la integridad del camión cisterna, afectando al conductor. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA).	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	1
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los actos vandálicos pueden afectar al transporte de GNL, pudiendo derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias	1	Los actos vandálicos pueden ocasionar la muerte de los ejecutores y del conductor, pudiendo llegar a afectar a los vehículos o personas cercanas al evento.	3	El sabotaje de las instalaciones puede afectar a los ejecutores del acto en el momento. También pueden afectar a los trabajadores en caso de no estar localizado el sabotaje.	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	1

6.5.1.2.2 **Probabilidades**

						Probabilidades		
Riesgo	Evento	Rango	Frecuencia	Justificación				
2-[ID: 13]	Terrorismo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos terroristas de este tipo en Canarias.				
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos vandálicos con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.				

6.5.1.3 **Riesgos Naturales**

6.5.1.3.1 **Consecuencias**

Riesgo	Evento	Personales	Materiales	Comentarios	Consecuencias								
					Daños		Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
2-[ID: 16]	Lluvias	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Las lluvias pueden afectar al transporte de GNL. Pudiendo ocasionar accidentes que puedan derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en el camión cisterna derivados de accidentes. Se limitará el transporte en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	3	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en el camión cisterna derivados de accidentes que pueden ocasionar daños tecnológicos. Se limitará el transporte en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	2		
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los vientos fuertes pueden afectar al transporte de GNL. Pudiendo ocasionar accidentes que puedan derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en el camión cisterna derivados de accidentes. Se limitará el transporte en caso de que exista una alarma de riesgo de vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	3	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en el camión cisterna derivados de accidentes que pueden ocasionar daños tecnológicos. Se limitará el transporte en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	2		
3-[ID: 19]	Terremotos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores	Los terremotos pueden afectar al transporte de GNL. Pudiendo ocasionar accidentes que puedan derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias.	2	Los riesgos de tipo natural, pueden causar un accidente de tráfico. El conductor del camión puede sufrir daños mortales derivados del propio accidente o de las consecuencias de éste (fugas, incendios o explosiones en el camión).	2	En el caso de que se produjera una fuga, incendio o explosión a consecuencia del accidente, varias personas podrían verse afectadas.	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	1		

			Consecuencias									
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
	Riesgo	Evento	Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Problemas respiratorios / Lesiones graves / Muerte	Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores	Las erupciones volcánicas pueden afectar al transporte de GNL. Pudiendo ocasionar accidentes que puedan derivar en riesgos de tipo fuga, incendio o explosiones, con graves consecuencias.	2	Los riesgos de tipo natural, pueden causar un accidente de tráfico. El conductor del camión puede sufrir daños mortales derivados del propio accidente o de las consecuencias de éste (fugas, incendios o explosiones en el camión). En este caso las alertas tempranas y las actuaciones de protección civil impedirán la circulación de este tipo de vehículos, limitando las consecuencias e incluso, anulándolas.	2	Los riesgos de tipo natural, pueden causar un accidente de tráfico. Se ha estimado hasta 100 heridos siendo conservadores en la estimación de consecuencias, por las posibles consecuencias en caso de accidente (fugas, incendios o explosiones)	2	Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto.	2

6.5.1.3.2 Probabilidades

Probabilidades					
	Riesgo	Evento	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10 ⁻²] y 1 cada 100 años [10 ⁻³].	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10 ⁻²] y 1 cada 100 años [10 ⁻³].	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵].	El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad (Figura 5 y Figura 6). Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.

6.5.1.4 Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos

A continuación se muestra una tabla resumen con la evaluación de las consecuencias y probabilidades para los eventos analizados. A su vez se clasifican los riesgos, en función de las consecuencias y probabilidades estimadas, según los rangos definidos en el presente documento. Por último se representará la aceptabilidad del riesgo.





Evaluación de consecuencias

Distribución terrestre mediante camión	Riesgos evaluados												
	Riesgos tecnológicos							Riesgos Antrópicos		Riesgos Naturales			
	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Eventos													
Accidentes mortales	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Pérdidas de tiempo	3	3	3	3	2	2	2	1	3	3	3	2	2
Escape hidrocarburos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Clase	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Nivel de consecuencia	5	5	5	5	10	10	10	10	10	5	5	5	5

Evaluación de probabilidades

Distribución terrestre mediante camión	Riesgos evaluados												
	Riesgos tecnológicos							Riesgos Antrópicos		Riesgos Naturales			
	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Eventos													
Rango	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	5	5
Nivel de probabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	1

Evaluación de Riesgo													
Distribución terrestre mediante camión	Riesgos evaluados												
	Riesgos tecnológicos						Riesgos Antrópicos		Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Nivel de riesgo	5	5	5	5	10	10	10	10	10	25	25	5	5
	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Valor de aceptabilidad	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	1	1

Nivel de los Riesgos Evaluados en el Transporte de GNL en Camión Cisterna

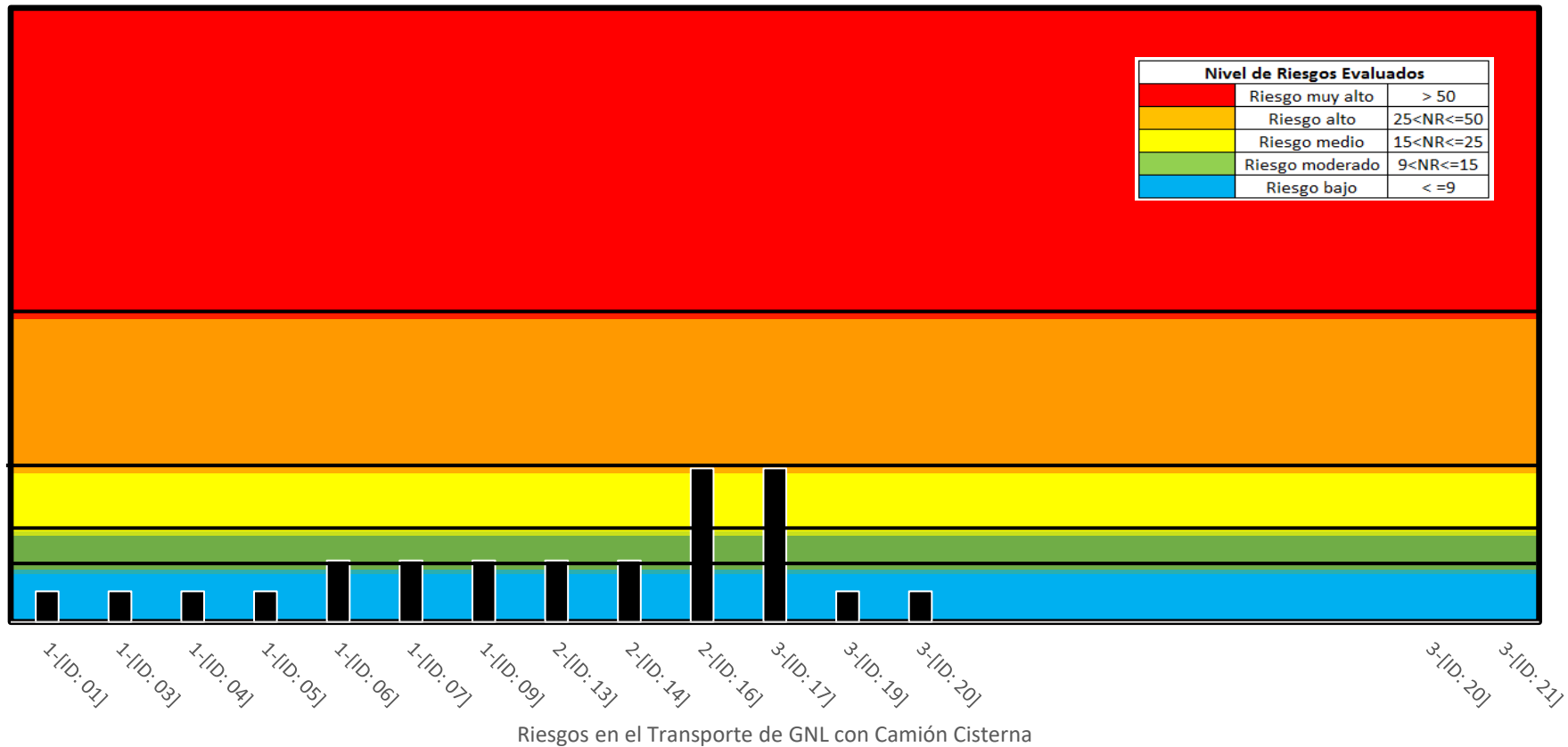
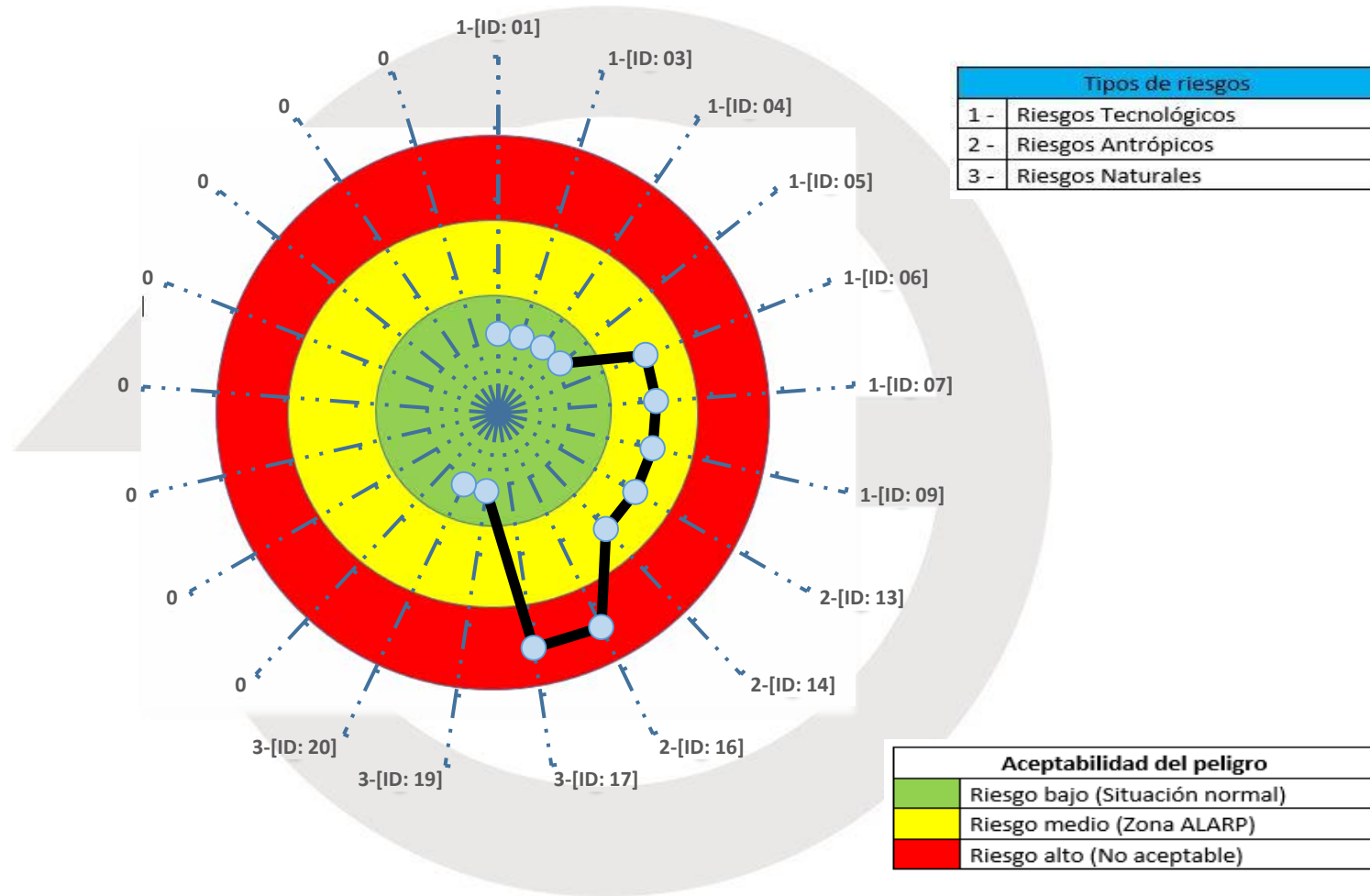


Gráfico Radial Riesgos en el Transporte de GNL en Camión Cisterna



6.5.2.- Riesgos en carga y descarga de GNL

Los riesgos asociados al GNL y GN en el sistema de carga y descarga de GNL se evaluarán distribuidos en los siguientes bloques:

- Riesgos Tecnológicos

En este apartado de riesgos tecnológicos se evaluarán los riesgos de origen industrial asociados a la carga y descarga de GNL. A continuación, se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Antrópicos

En este apartado de riesgos antrópicos se evaluarán los riesgos producto de las acciones o actividades humanas intencionadas. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Naturales

En este apartado de riesgos naturales se evaluarán los riesgos que tienen su origen en fenómenos naturales. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.



6.5.2.1 **Riesgos Tecnológicos**

6.5.2.1.1 **Consecuencias**

	Evento	Riesgo	Consecuencias									
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
			Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	Problemas respiratorios/ Quemaduras/ Congelación/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En el caso de exposición al GNL, que se encuentra a temperatura criogénica, pueden tener consecuencias mortales. Las consecuencias mortales se originan de las exposiciones directas del gas licuado y las exposiciones a los vapores del gas licuado tras generarse un derrame.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de vertido o escape de GNL o de gas puede causar una nube de gas, que al mezclarse con el aire puede entrar entre el rango inflamable de la mezcla, puede generar una deflagración al encontrar una fuente de ignición.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

	Evento	Riesgo	Consecuencias									
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
			Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En el caso de un derrame de GNL en una cantidad suficiente para que no se evapore en su totalidad, y al encontrar una fuente de ignición, puede generar un incendio de charco.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas, originada por pequeñas fisuras o escapes, en forma de chorro, el escape a presión con alta velocidad al encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de denominado dardo de fuego.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Evento	Riesgo	Consecuencias										
		Daños				Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 06] Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse un escape masivo e instantánea de combustible y encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de forma esférica y con un diámetro en función de la cantidad de material inflamable.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas aunque sin consecuencias mortales.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	1	
1-[ID: 07] Expansión explosiva de vapor	BLEVE	Quemaduras/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de que el GNL almacenado a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	1	

Evento	Riesgo	Consecuencias										
		Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en el exterior y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Este tipo de evento puede afectar tanto la integridad del depósito, como el depósito del camión cisterna. En la zona afectada se prevé una ocupación de hasta 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	1
1-[ID: 10]	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	Lesiones graves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de una mezcla de GNL de diferentes densidades, se puede producir un intercambio de calor entre las dos masas, produciendo la evaporación espontánea y originando sobrepresiones que produzcan roturas en las válvulas de seguridad.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento tiene una superficie de afección limitada por la tipología del mismo. Podría afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

	Evento	Riesgo	Consecuencias									
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
			Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 11]	TFR - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	Lesiones/ Quemaduras/ Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de que se produzca un vertido de GNL entre en contacto con un líquido a diferente temperatura, produciendo la evaporación espontánea y generando una explosión de consecuencias relativamente limitadas.	2	Durante el proceso de carga y descarga estará implicado directamente al menos un operario. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de carga y descarga está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

6.5.2.1.2 Probabilidades

	Riesgo	Evento	Rango	Probabilidades	
				Frecuencia	Justificación
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 10]	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 11]	TFR - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.

6.5.2.2 **Riesgos Antrópicos**

6.5.2.2.1 **Consecuencias**

Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Consecuencias								
					Daños		Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase		
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de GNL o GN / Destrucción de instalaciones de la planta / Pérdida económica	Las actuaciones terroristas tienen la intencionalidad de producir el mayor daño posible, por tanto las consecuencias pueden ser graves.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	1	
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Asfixia / Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	Los actos vandálicos pueden ser de diversa magnitud, al ser totalmente impredecibles por ser actuaciones aisladas se ha considerado unas consecuencias limitadas de los mismos.	2	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo mortal para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas.	2	
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	La operatividad del puerto conlleva consigo el transporte de personas y mercancías, por lo que podrían ocurrir accidentes de colisiones, en los que se vieran implicado el sistema de generación de electricidad. Las consecuencias de dichos impactos se	5	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del proceso de carga y descarga.	3	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema. Se pueden producir proyecciones generadas en los impactos que puedan afectar a los operarios del puerto.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	3	

					consideran limitadas, dado que el sistema deberá estar señalizado y limitado las operaciones en sus inmediaciones.							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6.5.2.2.2 Probabilidades

Probabilidades					
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10^{-5}]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos vandálicos con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10^{-5}]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos terroristas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-2}] y 1 cada 100 años [10^{-3}]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido impactos mecánicos en zonas de uso restringido con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.

6.5.2.3 **Riesgos Naturales**

6.5.2.3.1 **Consecuencias**

Evento	Riesgo	Daños	Consecuencias									
			Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
			Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
3-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Las lluvias pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por lluvias por los organismos públicos competentes.	4
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los vientos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los maremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños graves que deriven en fugas de considerable magnitud incluso daños que comprometan la seguridad del sistema. Las fugas	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de maremoto por los	2	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños graves en los elementos del sistema originando fugas o escapes del total del combustible que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una	2	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas. Se limitará el uso del sistema en caso de que	2

Evento	Riesgo	Consecuencias										
		Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
					<p>pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.</p>		organismos públicos competentes.		alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.		exista una alarma de riesgo por maremoto por los organismos públicos competentes.	
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	<p>Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica</p>	<p>Los terremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.</p>	2	<p>Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se prevé unas consecuencias limitadas dado que Canarias no tiene una actividad sísmica considerable.</p>	3	<p>Las consecuencias de este tipo de evento dependen de la intensidad del mismo. Dado el histórico registrado en Canarias las consecuencias se estimadas son limitadas, pudiendo dañar los elementos de la instalación pudiendo ocasionar fugas.</p>	4	<p>Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.</p>	2
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	<p>Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica</p>	<p>Las erupciones volcánicas pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.</p>	2	<p>Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por los organismos públicos competentes.</p>	3	<p>Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vulcanismo por los organismos públicos competentes.</p>	2	<p>Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL y camión cisterna. Se estima una capacidad total del depósito y camión cisterna de 30 toneladas. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vulcanismo por los organismos públicos competentes.</p>	2

6.5.2.3.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
3-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-2}] y 1 cada 100 años [10^{-3}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años [10^{-2}] y 1 cada 100 años [10^{-3}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10^{-5}]	Según los registros históricos solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina.
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1000 años [10^{-4}] y 1 cada 10000 años [10^{-5}]	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10^{-5}]	El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad (Figura 5 y Figura 6). Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.



6.5.2.4 ***Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos***

A continuación se muestra una tabla resumen con la evaluación de las consecuencias y probabilidades para los eventos analizados. A su vez se clasifican los riesgos, en función de las consecuencias y probabilidades estimadas, según los rangos definidos en el presente documento. Por último se representará la aceptabilidad del riesgo.





Evaluación de consecuencias

Carga y Descarga	Riesgos evaluados																
	Riesgos Tecnológicos									Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Eventos																	
Accidentes mortales	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	5	5	5	2	2	2
Pérdidas de tiempo	3	3	3	3	1	1	1	3	3	1	3	3	4	4	2	3	3
Escape hidrocarburos	4	4	4	4	2	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	4	2
Clase	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	3	4	4	2	2	2
Nivel de consecuencia	5	5	5	5	10	10	10	5	5	10	5	3	2	2	5	5	5

Evaluación de probabilidades

Carga y Descarga	Riesgos evaluados																
	Riesgos tecnológicos									Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Eventos																	
Rango	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	5	4	5
Nivel de probabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	1	2	1

Evaluación de Riesgo																	
Carga y Descarga	Riesgos evaluados																
	Riesgos tecnológicos							Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales						
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Nivel de riesgo	5	5	5	5	10	10	10	5	5	10	5	15	10	10	5	10	5
Valor Aceptabilidad	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Moder.	Bajo	Bajo	Moder.	Bajo	Moder.	Moder.	Moder.	Bajo	Moder.	Bajo
Valor Aceptabilidad	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	2	1

Nivel de los Riesgos Evaluados en el proceso de Carga y Descarga de GNL

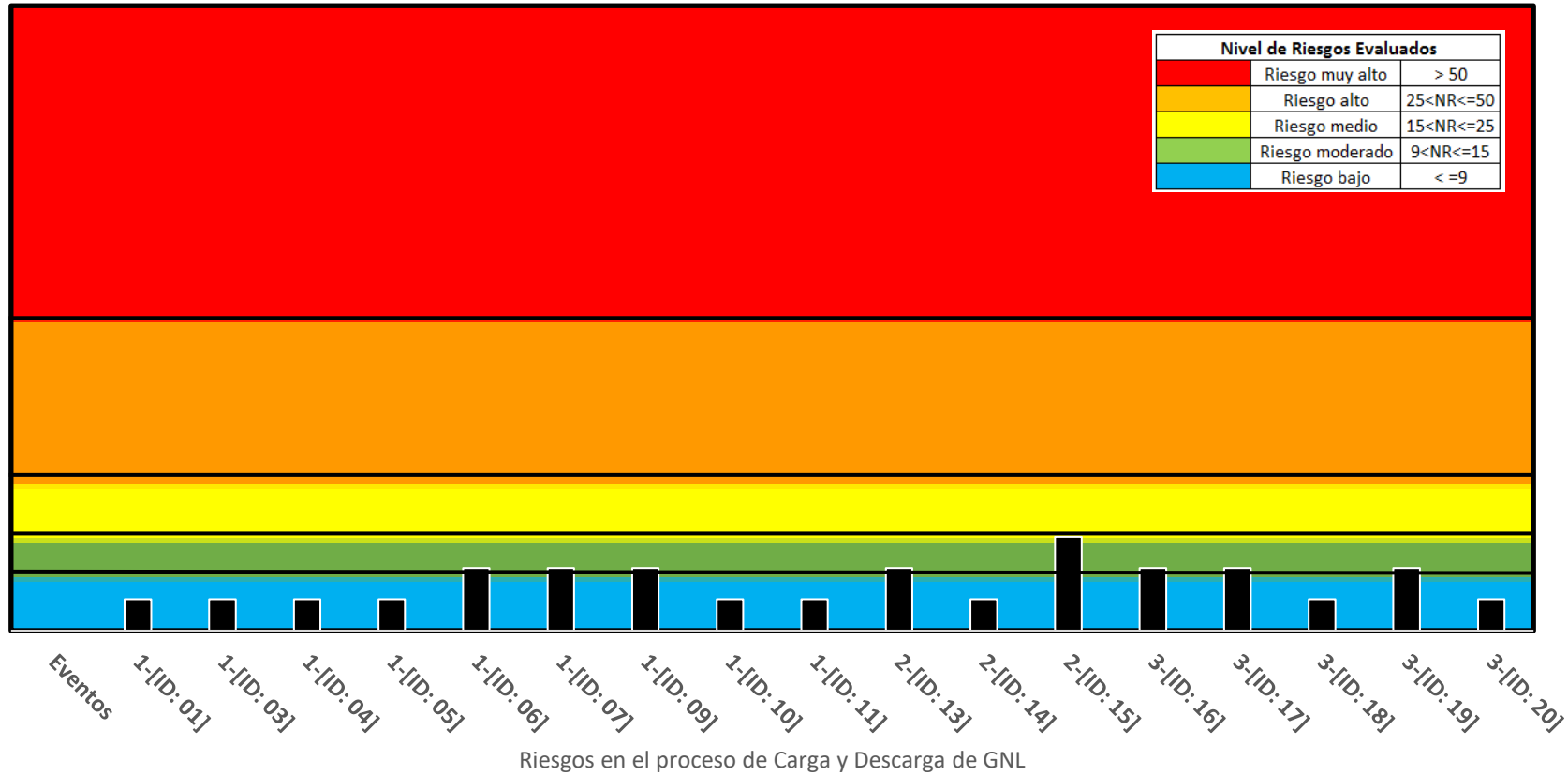
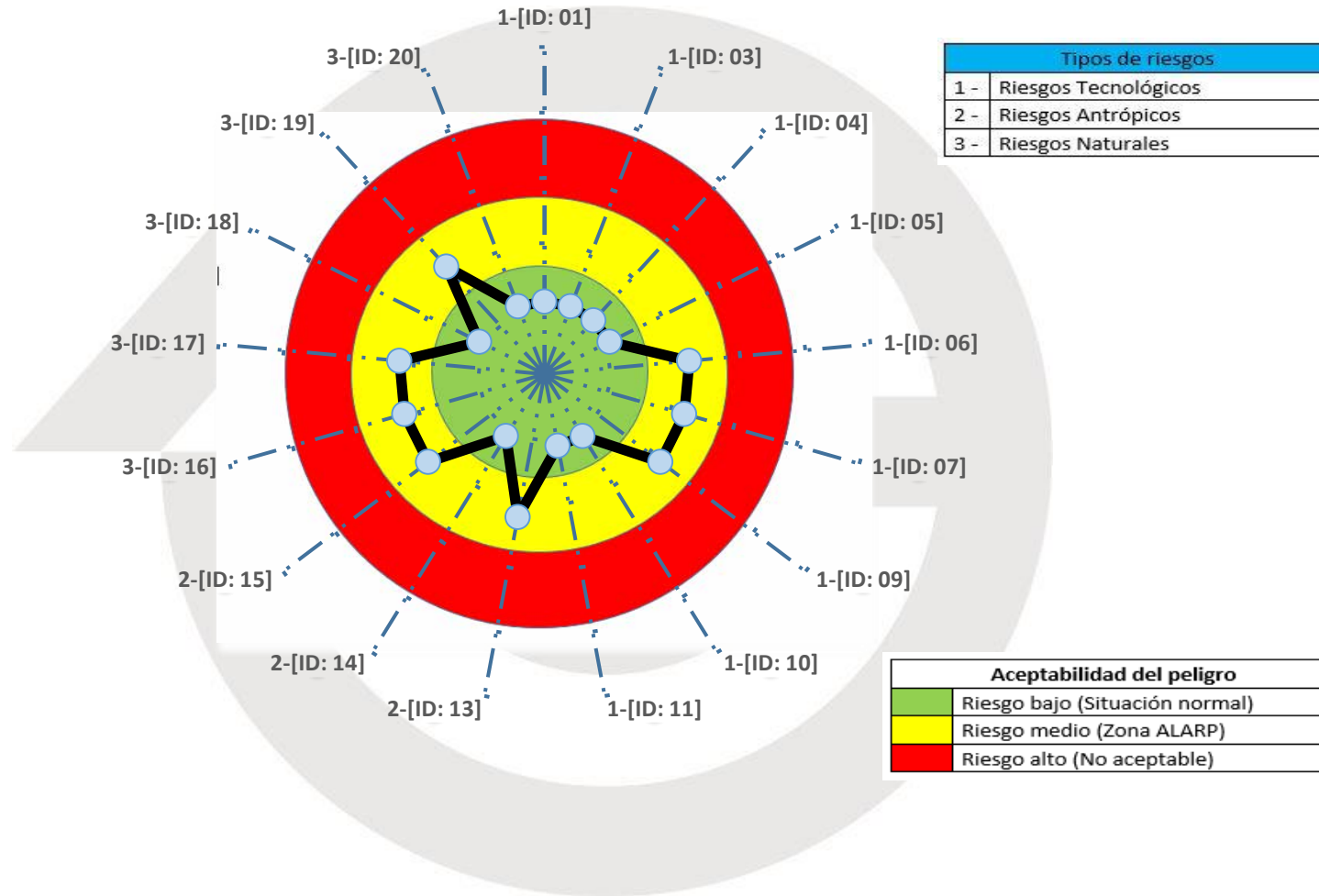


Gráfico Radial Riesgos en proceso de Carga y Descarga de GNL



6.5.3.- Riesgos sistema de generación eléctrica con GNL

En este estudio de evaluación de riesgos se evalúan los eventos en la Dársena Anaga. Terminal de Carga Rodada (TCR)

Los riesgos asociados al GNL y GN en el sistema de generación eléctrica con GNL se evaluarán distribuidos en los siguientes bloques:

- Riesgos Tecnológicos

En este apartado de riesgos tecnológicos se evaluarán los riesgos de origen industrial asociados a la carga y descarga de GNL. A continuación, se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Antrópicos

En este apartado de riesgos antrópicos se evaluarán los riesgos producto de las acciones o actividades humanas intencionadas. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Naturales

En este apartado de riesgos naturales se evaluarán los riesgos que tienen su origen en fenómenos naturales. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.



6.5.3.1 **Riesgos Tecnológicos**

6.5.3.1.1 **Consecuencias**

Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Consecuencias								
					Daños		Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase		
1-[ID: 01] Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	Problemas respiratorios/ Quemaduras/ Congelación/ Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición al GNL, que se encuentra a temperatura criogénica, pueden tener consecuencias mortales. Las consecuencias mortales se originan de las exposiciones directas del gas licuado y las exposiciones a los vapores del gas licuado tras generarse un derrame.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2		
1-[ID: 02] Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	Pérdida de conocimiento/ Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/ Pérdida económica	En el caso de exposición a una nube de gas en un espacio, confinado o semiconfinado, puede ocasionar consecuencias mortales por desplazamiento del oxígeno.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2		

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	Pérdida de conocimiento/Asfixia/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de vertido o escape de GNL o de gas puede causar una nube de gas, que al mezclarse con el aire puede entrar entre el rango inflamable de la mezcla, puede generar una deflagración al encontrar una fuente de ignición.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En el caso de un derrame de GNL en una cantidad suficiente para que no se evapore en su totalidad, y al encontrar una fuente de ignición, puede generar un incendio de charco.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

ID	Evento	Riesgo	Daños			Consecuencias						
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas, originada por pequeñas fisuras o escapes, en forma de chorro, el escape a presión con alta velocidad al encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio denominado dardo de fuego.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	La fuga puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 06]	Pérdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	Quemaduras/Asfixia/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de producirse un escape masivo e instantánea de combustible y encontrar una fuente de ignición puede generar un incendio de forma esférica y con un diámetro en función de la cantidad de material inflamable.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1

Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Consecuencias								
					Daños		Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 07] Expansión explosiva de vapor	BLEVE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de que el GNL almacenado a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 200 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1		
1-[ID: 08] Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en condiciones de confinamiento y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1		

Evento	Riesgo	Consecuencias									
		Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
		Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 09] Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	Quemaduras/ Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse una fuga de gas en el exterior y encontrar una fuente de ignición, puede generar una explosión cuando la velocidad de la deflagración de la nube es alta.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación superior a 10 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto que podrían verse afectados por las proyecciones de fragmentos de materiales.	1	Este tipo de evento puede afectar una superficie, según simulaciones, un radio de 150 metros. En la zona afectada se prevé una ocupación de más de 100 personas, entre operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto, que pueden verse afectadas las proyecciones de fragmentos de materiales aunque sin consecuencias mortales.	3	Las consecuencias sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1
1-[ID: 10] Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	Lesiones leves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de una mezcla de GNL de diferentes densidades, se puede producir un intercambio de calor entre las dos masas, produciendo la evaporación espontánea y originando sobrepresiones que produzcan roturas en las válvulas de seguridad.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento tiene una superficie de afección limitada por la tipología del mismo. Podría afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

Evento	Riesgo	Daños	Consecuencias									
			Personales	Materiales	Comentarios	Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
						Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase
1-[ID: 11]	TFR - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	Lesiones/Quemaduras/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Pérdida económica	En caso de que se produzca un vertido de GNL entre en contacto con un líquido a diferente temperatura, produciendo la evaporación espontánea y generando una explosión de consecuencias relativamente limitadas.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles derrames de GNL que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves/Lesiones graves/Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de hidrocarburos/Daños irreparables/Pérdida económica	En caso de producirse un fallo en la instrumentación de medida pueden ocasionar fugas, derrames o sobrepresiones que puedan derivar en otros eventos tecnológicos ya evaluados.	2	El sistema de generación de electricidad deberá disponer de al menos un operario para la gestión del uso y control del sistema. Estará expuesto a posibles eventos que podría afectar directamente sobre el operario.	3	El evento generado puede propagarse a lo largo de una considerable superficie y afectar a varios trabajadores, operarios del sistema y operarios del puerto sin consecuencias mortales.	4	El sistema de generación de electricidad está diseñado para la minimización de fugas, por lo que los mecanismos instalados limitarán la cantidad de escape de combustible. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2

6.5.3.1.2 Probabilidades

	Riesgo	Evento	Rango	Probabilidades	
				Frecuencia	Justificación
1-[ID: 01]	Derrame de GNL (sin fuente de ignición)	Líquido criogénico	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 02]	Nube de gas (sin fuente de ignición)	Exposición al Gas	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 03]	Nube de gas (con fuente de ignición)	Deflagración de nubes	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 04]	Derrame de GNL (con fuente de ignición)	Incendio de charco	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 05]	Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)	Dardo	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 06]	Perdida de contención total (con fuente de ignición)	Bola	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 07]	Expansión explosiva de vapor	BLEVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 08]	Nube de gas confinada (con fuente de ignición)	CVE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 09]	Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)	UVCE	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 10]	Rollover - Basculamiento de capas	Explosión por sobrepresión	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 11]	TFR - Transición rápida de fase	Sobrepresión - Onda de choque	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.
1-[ID: 12]	Fallo en Instrumentación	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2.

6.5.3.2 **Riesgos Antrópicos**

6.5.3.2.1 **Consecuencias**

Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Consecuencias								
					Daños		Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
					Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase		
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación/Pérdida de GNL o GN / Destrucción de instalaciones de la planta / Pérdida económica	Las actuaciones terroristas tienen la intencionalidad de producir el mayor daño posible, por tanto las consecuencias pueden ser graves.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	1	Las dimensiones de un ataque terrorista pueden variar en su intensidad, en el peor de los casos podría comprometer la integridad del sistema de generación eléctrica, pudiendo afectar a las personas cercanas al evento, operarios del sistema, operarios del puerto y transeúntes del puerto.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	1	
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Quemaduras / Congelación / Asfixia / Lesiones graves / Muerte	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	Los actos vandálicos pueden ser de diversa magnitud, al ser totalmente impredecibles por ser actuaciones aisladas se ha considerado unas consecuencias limitadas de los mismos.	2	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo mortal para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	El sabotaje de las instalaciones puede suponer un riesgo para los vándalos dado el desconocimiento del funcionamiento del sistema. También puede suponer un riesgo para los operarios en el caso de que no se localice el sabotaje.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2	
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Retraso en la operación / Pérdida de GNL o GN / Pérdida económica	La operatividad del puerto conlleva consigo el transporte de personas y mercancías, por lo que podrían ocurrir accidentes de colisiones, en los que se vieran implicado el sistema de generación de electricidad. Las consecuencias de dichos impactos se consideran limitadas, dado que el sistema deberá estar señalizado y limitado las operaciones en sus inmediaciones.	5	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema.	3	Este evento estará limitado dado que se deberá delimitar una zona de seguridad con acceso restringido en las inmediaciones del sistema. Se pueden producir proyecciones generadas en los impactos que puedan afectar a los operarios del puerto.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	3	

6.5.3.2.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 13]	Terrorismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos terroristas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 14]	Actos vandálicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 ⁻⁵]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido actos vandálicos con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.
2-[ID: 15]	Impactos Mecánicos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1000 años [10 ⁻⁴] y 1 cada 10000 años [10 ⁻⁵]	Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, no se tiene constancia de que hayan ocurrido impactos mecánicos en zonas de uso restringido con las consecuencias consideradas de este tipo en Canarias.

6.5.3.3 *Riesgos Naturales*

 6.5.3.3.1 *Consecuencias*

		Consecuencias										
		Daños				Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global
Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Las lluvias pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por lluvias por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los vientos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	5	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves en los elementos del sistema. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	4
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los maremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños graves que deriven en fugas de considerable magnitud incluso daños que comprometan la seguridad del sistema. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de maremoto por los organismos públicos competentes.	2	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños graves en los elementos del sistema originando fugas o escapes del total del combustible que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vientos fuertes por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2

		Consecuencias										
		Daños			Accidente mortal		Accidente con pérdida de tiempo		Escape de hidrocarburos		Consecuencia global	
Evento	Riesgo	Personales	Materiales	Comentarios	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	Justificación	Clase	
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves/Muertes	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Los terremotos pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se prevé unas consecuencias limitadas dado que Canarias no tiene una actividad sísmica considerable.	3	Las consecuencias de este tipo de evento dependen de la intensidad del mismo. Dado el histórico registrado en Canarias las consecuencias se estimadas son limitadas, pudiendo dañar los elementos de la instalación pudiendo ocasionar fugas.	4	Las consecuencias de este evento sobre la instalación estarán limitadas, pudiendo dañar elementos que puedan ocasionar escape de combustibles. Se estiman pérdidas entre 0,1 y 1 toneladas.	2
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	Lesiones leves / Lesiones graves	Daños materiales / Retraso en la operación / Parada de la planta / Pérdida económica	Las erupciones volcánicas pueden afectar a los elementos que integran el sistema de generación eléctrica, produciendo daños que deriven en fugas de considerable magnitud. Las fugas pueden conducir a reproducir alguno de los escenarios de riesgos tecnológicos.	2	Este tipo de evento puede ocasionar daños graves que deriven en accidentes mortales. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo de vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este tipo de evento pueden ocasionar daños en los elementos del sistema originando fugas que deriven en otros riesgos. Se limitará el uso del sistema en caso de que exista una alarma de riesgo por vulcanismo por los organismos públicos competentes.	3	Las consecuencias de este evento sobre la instalación son muy graves, pudiendo afectar a la totalidad del combustible almacenado en el depósito de GNL. Se estima una capacidad total del depósito de 4,5 toneladas.	2

6.5.3.3.2 Probabilidades

		Probabilidades			
	Riesgo	Riesgo	Rango	Frecuencia	Justificación
2-[ID: 16]	Lluvias	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años $[10^{-2}]$ y 1 cada 100 años $[10^{-3}]$	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 17]	Vientos fuertes	Desencadenante de riesgos tecnológicos	2	Frecuencia entre 1 cada 10 años $[10^{-2}]$ y 1 cada 100 años $[10^{-3}]$	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 18]	Maremoto	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años $[10^{-5}]$	Según los registros históricos solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina.
3-[ID: 19]	Terremotos	Desencadenante de riesgos tecnológicos	4	Frecuencia entre 1 cada 1000 años $[10^{-4}]$ y 1 cada 10000 años $[10^{-5}]$	Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.
3-[ID: 20]	Vulcanismo	Desencadenante de riesgos tecnológicos	5	Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años $[10^{-5}]$	El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad (Figura 5 y Figura 6). Según el Anuario Estadístico del Ministerio del Interior del año 2015, no se han registrado muertos por este tipo de causa natural en Canarias.

6.5.3.3 Clasificación y Aceptabilidad de los Riesgos

A continuación se muestra una tabla resumen con la evaluación de las consecuencias y probabilidades para los eventos analizados. A su vez se clasifican los riesgos, en función de las consecuencias y probabilidades estimadas, según los rangos definidos en el presente documento. Por último se representará la aceptabilidad del riesgo.





Evaluación de consecuencias

Sistema de Generación. Ter. de Carga Rodada	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Accidentes mortales	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	5	5	5	2	2	2
Pérdidas de tiempo	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	3	3	1	3	3	4	4	2	3	3
Escape hidrocarburos	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
Clase	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	3	4	4	2	2	2
Nivel de consecuencia	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	3	2	2	5	5	5

Evaluación de probabilidades

Sistema de Generación. Ter. de Carga Rodada	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos												Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales				
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Rango	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	2	5	4	5
Nivel de probabilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	5	5	1	2	1

Evaluación de Riesgo																				
Sistema de Generación. Ter. de Carga Rodada	Riesgos evaluados																			
	Riesgos tecnológicos													Riesgos Antrópicos			Riesgos Naturales			
Eventos	1-[ID: 01]	1-[ID: 02]	1-[ID: 03]	1-[ID: 04]	1-[ID: 05]	1-[ID: 06]	1-[ID: 07]	1-[ID: 08]	1-[ID: 09]	1-[ID: 10]	1-[ID: 11]	1-[ID: 12]	2-[ID: 13]	2-[ID: 14]	2-[ID: 15]	3-[ID: 16]	3-[ID: 17]	3-[ID: 18]	3-[ID: 19]	3-[ID: 20]
Nivel de riesgo	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	10	5	6	10	10	5	10	5
Valor Aceptabilidad	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Moder.	Moder.	Bajo	Bajo	Bajo	Moder.	Bajo	Bajo	Moder.	Moder.	Bajo	Moder.	Bajo
Valor Aceptabilidad	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1

Nivel de los Riesgos Evaluados en la Operación de Sistema en Terminal de Carga Rodada (TCR)

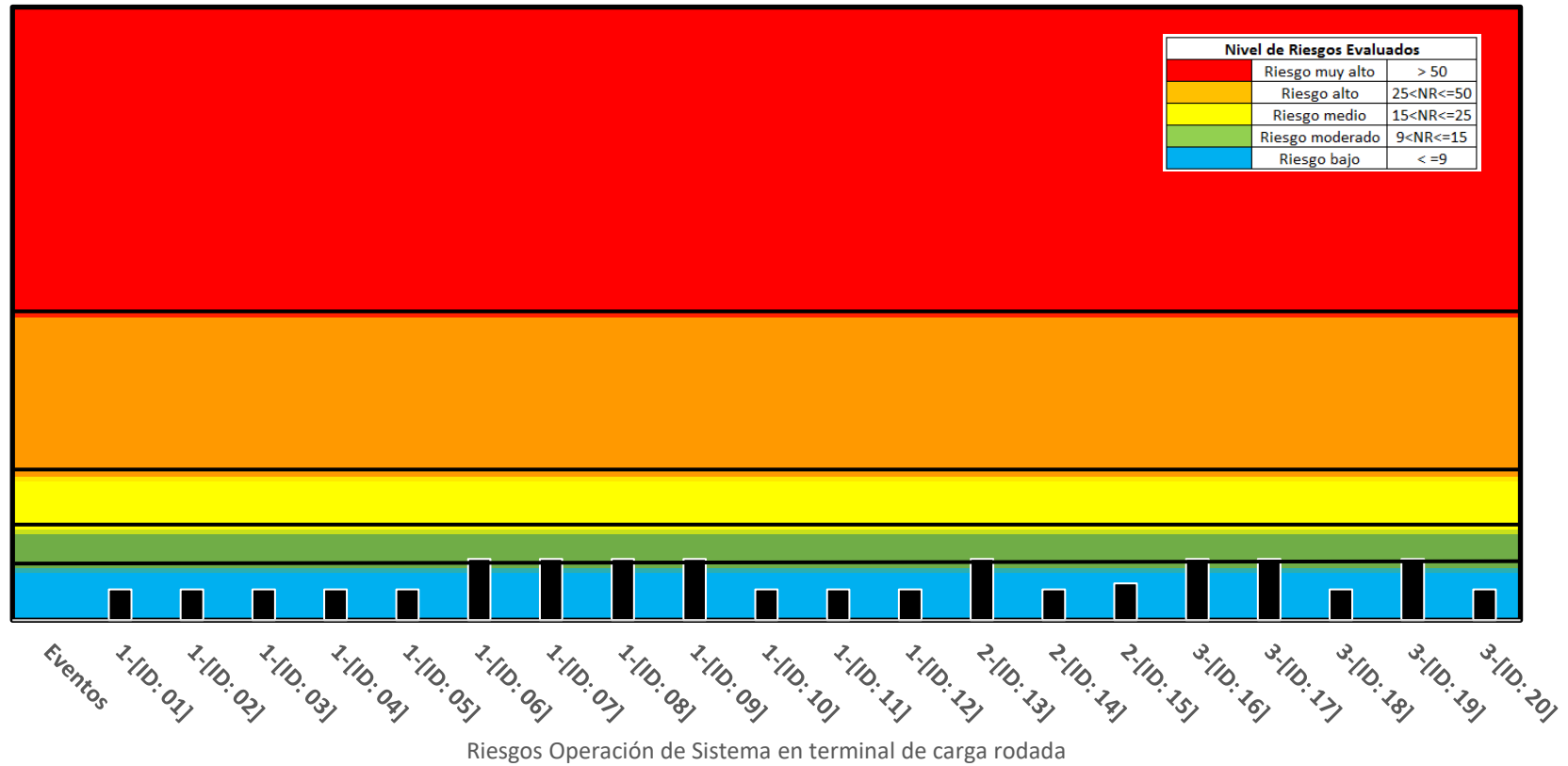
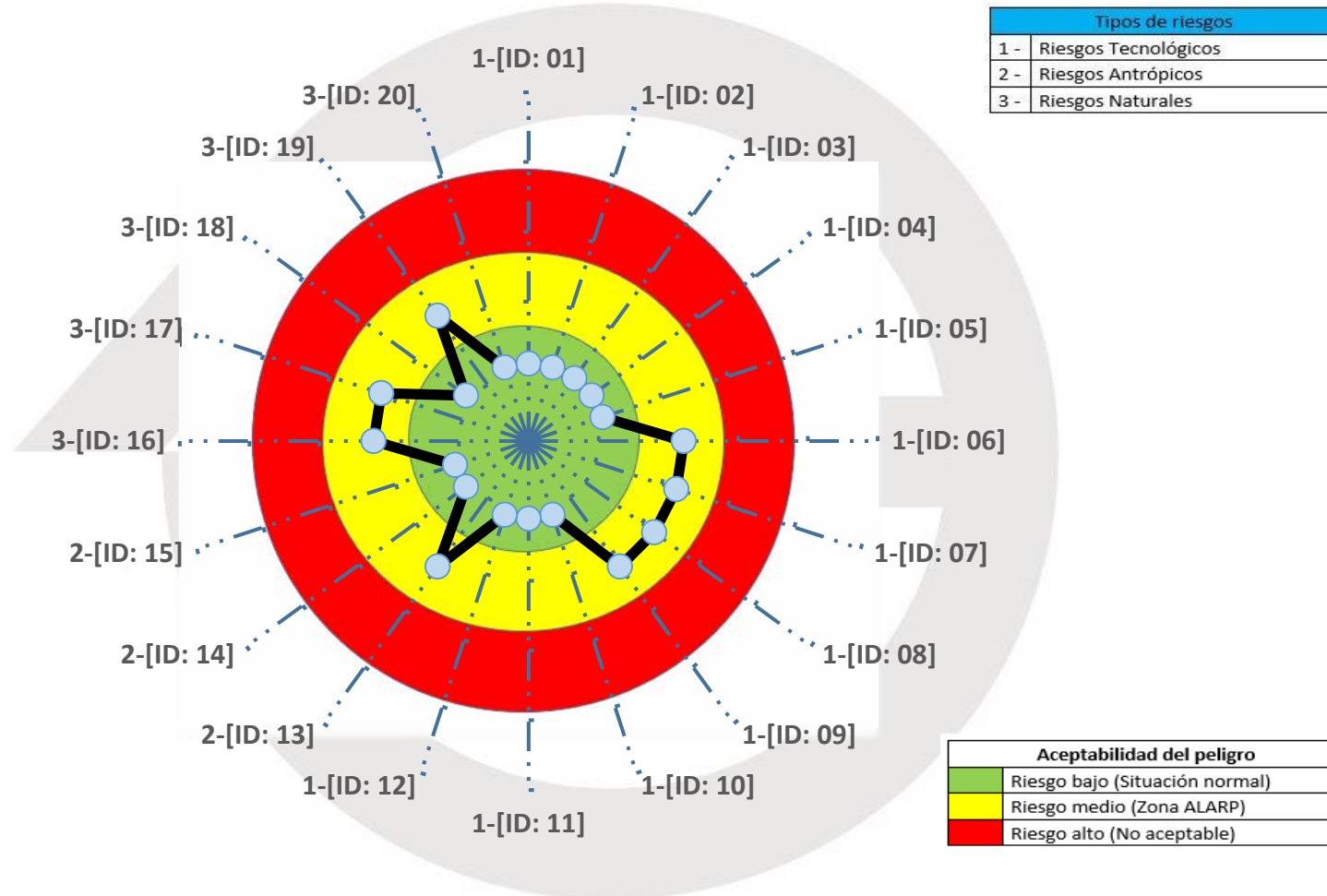


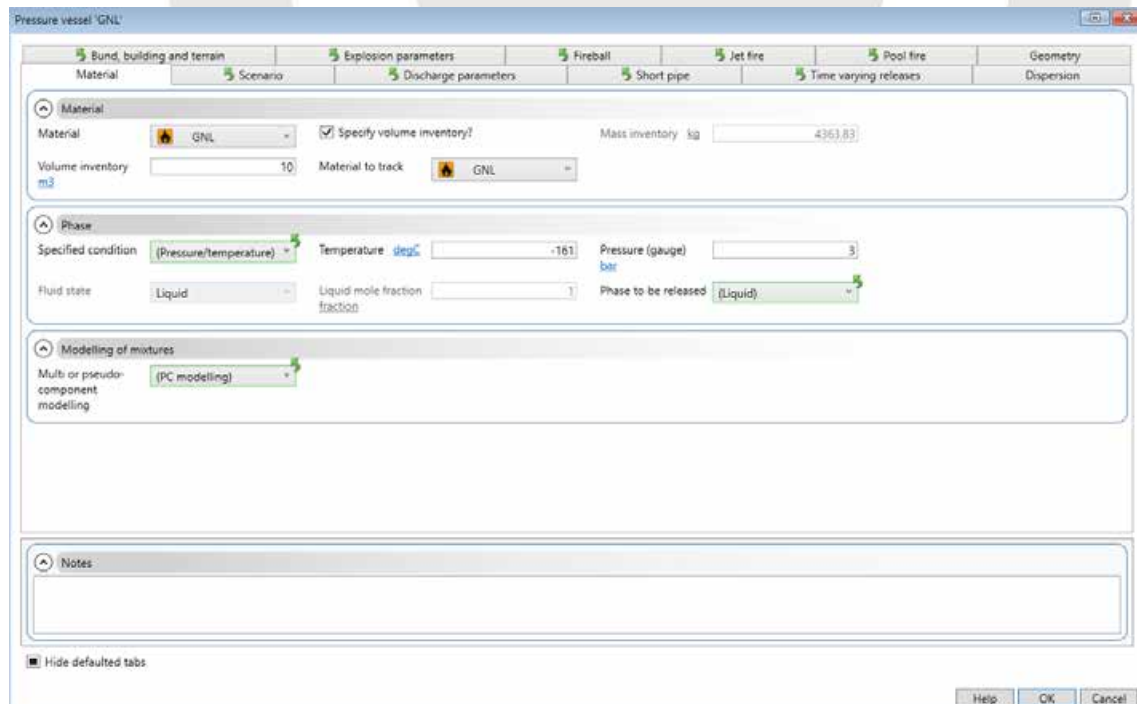
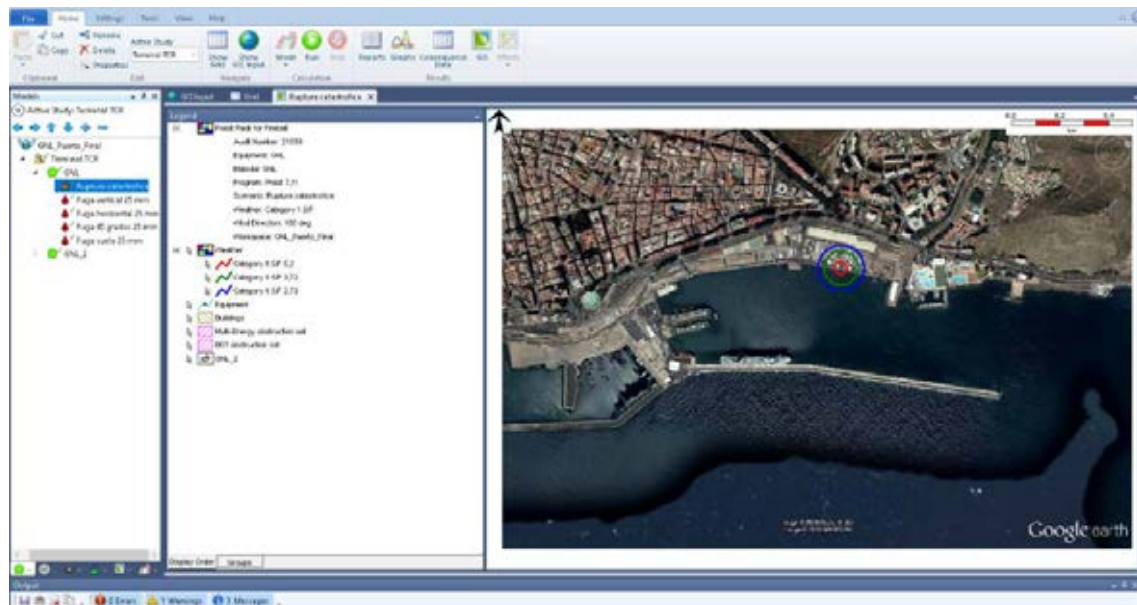
Gráfico Radial Riesgos en la Operación de Sistema en Terminal de Carga Rodada (TCR)



7.- PROGRAMA DE SIMULACIÓN PHAST

Las simulaciones realizadas para el análisis de riesgos se han ejecutado en Phast, programa destinado al análisis de riesgos de procesos industriales, de reconocido prestigio.

Un ejemplo de la interfaz gráfica y la introducción de datos en el programa se pueden ver en las siguientes ilustraciones.



Los resultados de las simulaciones de los riesgos estudiados en el presente documento se encuentran en el **Anexo de simulaciones** adjunto.

8.- ESTUDIO DE EFECTO DOMINÓ CON INSTALACIONES PROPIAS Y VECINAS

Tras el análisis del entorno de las ubicaciones se ha realizado un estudio de los posibles efectos dominó que tienen mayor probabilidad de causar daños en las instalaciones propias y vecinas, y por consiguiente de las ubicaciones con mayor o menor idoneidad para aplicar el proyecto de suministro de electricidad con combustible gas natural.

8.1.-TERMINAL DE CARGA RODADA (TCR)

En la Terminal TCR e instalaciones adyacentes se realiza almacenamiento de diferentes materiales comburentes e inflamables, y fuentes de ignición como son:

- Material de oficina
- Aceites, repuestos, bombonas, motores, grupos de soldadura, maquinaria de corte
- Turismos, camiones
- Gomaespuma
- Botes de pintura, quita grasas, barnices
- Contenedores, herramientas
- Equipos de frío
- Cartones, pale y vehículos de transporte
- Elementos electrónicos/eléctricos

Se muestran en las ilustraciones a continuación algunos ejemplos de materiales con peligro de prender o causar un incendio.





El principal peligro que conlleva esta ubicación es el almacenaje de combustibles en las proximidades, que pueden causar explosiones en cadena:

- 1 depósito de gasóleo de 10 m3.
- 3 depósitos de diésel fuel de 5.200, 600 y 450 litros.
- 3 depósitos de gasóleo de 10.000, 5.000 y 550 litros.





Al tratarse de una terminal de carga rodada, toda la mercancía, incluyendo la localización de depósitos, vehículos, materiales comburentes e inflamables permanecen en constante movimiento, por lo que el riesgo en la zona es elevado dado la imposibilidad de delimitar las fuentes de ignición.

La principal medida para evitar daños, es el cumplimiento de distancias reglamentadas, y de seguridad y protección establecidas en este proyecto, en todo momento en que se esté utilizando el sistema.



9.- ANÁLISIS DE SALVAGUARDAS Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO

Tras el análisis de las distintas ubicaciones, el posterior análisis de riesgos, posibles efectos dominó y las simulaciones realizadas con Phast, se ha propuesto medidas para la reducción del riesgo.

De manera general, medidas de mitigación para la reducción del riesgo se pueden aplicar para minimizar las consecuencias o para reducir la frecuencia de un evento. Medidas típicas para la reducción de consecuencias son barreras contra el fuego, detección y respuesta rápida, mover la fuente de peligro lejos de zonas sensibles de provocar efectos en cadena, etc.

Medidas típicas para reducir la frecuencia de un evento son el control de la población en las inmediaciones de uso de GNL, escoltar la instalación de almacenamiento de GNL y generación de electricidad en todo momento que no esté en una infraestructura protegida frente a accesos no autorizados, limitar la velocidad de vehículos en la zona de uso y sus proximidades, sistemas de almacenamiento fuertemente protegidos y monitorizados, etc.

A continuación se presentan medidas de mitigación para mejorar la seguridad, para cada uno de los peligros enumerados en este análisis de riesgos.

Medidas de mitigación de fugas de tubos bajo presión

- Proveer válvulas de corte automático en caso de fugas en la manguera.
- En particular, válvulas dobles de liberación de la conexión de emergencia, de actuación rápida (PERC) para brazos de carga.
- Realizar cargas y descargas del sistema de almacenamiento en zonas seguras.
- Aislar el sistema de drenaje de las líneas de transferencia.
- Drenar a un sumidero aislado para reducir la vaporización del GNL.
- Proveer protección alrededor de bridas, vástagos y ejes de las bombas.

Medidas de mitigación de accidentes por fugas

- Seleccionar materiales del sistema de almacenamiento de GNL, generación de electricidad y contenedores, que no se vean afectados por fractura frágil, por contacto con el GNL a temperatura criogénica.
- Instalar un sistema detector de fugas de gas.
- Instalar suficiente aislamiento en el interior del contenedor del sistema de almacenamiento, pero permitiendo la salida de gas para no formar una nube de gas confinada que pueda causar una explosión.
- Instalar un sistema de drenaje de GNL a una localización segura.

Medidas de mitigación de fugas del sistema de almacenamiento de GNL

- Emplear un diseño de doble contención.
- Instalar un detector de gas en el contenedor.
- Instalar un sistema de aislamiento remoto que cierre las válvulas desde un lugar seguro.
- Instalar un sistema de drenaje de GNL a una localización segura.

Medidas de mitigación de accidentes por Rollover (Bascamiento de capas)

- Mantener la circulación del combustible almacenado mediante una bomba, para evitar estratificación y aumento de temperatura en el interior del tanque.
- Proveer de sensores que detecten la estratificación del combustible.
- Realizar pruebas de laboratorio al GNL con una periodicidad suficiente, para detectar tendencias a estratificarse.

Medidas de mitigación para evitar accidentes por quemaduras por frío criogénico

- Instalar válvulas operadas de manera remota.
- Requerir que los trabajadores que manipulen la instalación o se encuentren en las inmediaciones utilicen ropa adecuada y equipamiento de protección contra frío criogénico.

Medidas de mitigación para evitar asfixias

- Evitar estancamiento del gas en cualquier situación, tanto en el uso habitual del sistema, como en el momento de almacenamiento en infraestructuras y en el caso de pérdidas parciales o totales de contención accidentales.
- No colocar a trabajadores en zonas en las que se puedan producir vapores que se acumulen.

Medidas de mitigación de quemaduras por radiación térmica causadas por llamaradas y charcos de fuego

- Respetar las distancias de separación establecidas a lo largo de este documento y las establecidas por reglamentación aplicable.

- Requerir que los trabajadores que manipulen la instalación o se encuentren en las inmediaciones utilicen ropa adecuada y equipamiento de protección contra frío criogénico.
- Proveer de escudos de protección contra la radiación térmica para el personal en el área.

Medidas de mitigación para Transición Rápida de Fase (TRF)

- Construir sistemas de almacenamiento fuertes que puedan soportar pequeños aumentos de presión.

Medidas de mitigación de accidentes en el transporte por carretera del sistema de almacenamiento de GNL

- Transportar los depósitos vacíos o casi vacíos en el caso de tener que transportar el sistema a una ubicación diferente de la actual.
- Limitar el transporte en caso de que no existan unas condiciones mínimas de seguridad en la zona de circulación.

Medidas de mitigación para evitar accidentes causados por colisión de vehículos

- Proveer escoltas en la zona.
- Mantener distancias de separación mínimas con otros sistemas de almacenamiento.
- Usar sistemas de navegación con sistemas de radar sofisticados que muestren la ubicación de otros sistemas de almacenamiento y obstáculos.
- Limitar las velocidades de desplazamiento en las zonas cercanas.
- Aplicar planes de seguridad que incluyan zonas protegidas para el uso del sistema de almacenamiento de GNL y generación de electricidad.
- Desarrollar procedimientos de respuesta de emergencia y proveer de entrenamiento específico en manipulación y uso del GNL a los trabajadores.

Medidas de mitigación de accidentes tras colisión de barcos o actos vandálicos en el mar

- Usar sistemas de almacenamiento con doble protección.

- Si la fuga se realiza sobre el mar, seguir moviendo el barco para limitar las dimensiones del charco de GNL formado.
- Mover el sistema de almacenamiento lejos de zonas sensibles de producir explosiones en cadena.
- Diseñar zonas de seguridad que puedan soportar la inmersión en fuego.
- Diseñar válvulas de alivio de presión y válvulas de alivio de vacío para eventos a larga escala.

Medidas de mitigación de accidentes con condiciones meteorológicas adversas.

- Limitar el uso del sistema cuando exista una alerta de riesgo por condiciones meteorológicas adversas.
- Estar en contacto directo con los avisos y/o alertas originadas por los organismos competentes y actuar en consecuencia, suspendiendo el suministro.

10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras el análisis de riesgos llevado a cabo en el transporte de GNL para el suministro del sistema, las operaciones de carga y descarga y la operatividad del sistema, se han llegado a las siguientes conclusiones que se exponen en los siguientes párrafos.

El criterio de clasificación se ha realizado en función de la evaluación de riesgos realizada en este documento.

Otro factor que se ha valorado son las distancias de seguridad que el sistema de almacenamiento de GNL debe cumplir respecto a diferentes elementos, incluidas en la norma UNE 60210, y las distancias de seguridad y protección definidas por el método extraído de la norma ISO/TS 18683.

A continuación se muestran las conclusiones específicas para cada operación y ubicación de las actividades generadas por el sistema de generación eléctrica a partir de GNL.

- Transporte de GNL

El **transporte de GNL** mediante camión cisterna por las vías de circulación del Puerto de Santa Cruz se realizará bajo el cumplimiento de la normativa de transporte de mercancías peligrosas por carretera. No se recomienda el transporte de GNL en condiciones meteorológicas adversas, ya que puede originar un accidente de tráfico que derive en algún riesgo de los analizados en el presente estudio.

Para dicha actividad se obtiene un mayor valor de **aceptabilidad de 3 (Inaceptable)**, situación no deseada y que no puede ser permitida, y un **nivel de riesgos medio** obtenido principalmente por los eventos de lluvias y vientos fuertes, por lo que el transporte de GNL en camión cisterna no se recomienda en ningún caso en que se vaya a realizar bajo condiciones meteorológicas adversas.

- Operaciones de Carga y Descarga

Las operaciones de **carga y descarga** no implican un riesgo en sí mismas, siempre y cuando se realicen bajo los protocolos de operación para GNL definidos por la normativa del sistema gasista y se cumplan las distancias reglamentadas del sistema respecto a diferentes elementos, y las distancias de seguridad y protección definidas. No se recomienda las operaciones de carga y descarga en condiciones meteorológicas adversas, ya que pueden originar una fuga o pérdida de contención que derive en algún riesgo de los analizados en el presente estudio.

Para la actividad de carga y descarga se obtiene un mayor valor de **aceptabilidad de 2**, situación que debe ser mejorada, y un **nivel de riesgos moderado** obtenido principalmente por los eventos de explosiones, terrorismo,

lluvias, vientos fuertes y terremotos. Para este nivel debe probarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo permaneciendo dentro de las prácticas razonables

- Operatividad de Sistema en Ubicaciones.

La ubicación de **Terminal de Carga Rodada (TCR)** se encuentra en una zona de paso de materiales inflamables, explosivos y/o comburentes que se deben coordinar con el uso del sistema en todo momento, respetando las distancias de seguridad establecidas en el reglamento y las distancias de seguridad y protección definidas. La zona está limitada al uso de trabajadores del puerto, por lo tanto, se puede realizar la formación adecuada a los trabajadores para actuar en caso de incidentes. Se deben aplicar las salvaguardas necesarias para reducir el riesgo en los trabajadores en caso de accidente.

Se muestra gráficamente a continuación un ejemplo de las distancias de seguridad y protección que se deben respetar, alrededor del sistema de almacenamiento de GNL y generación de electricidad, **43** y **93 metros** respectivamente.



Se obtiene para dicha ubicación un mayor valor de **aceptabilidad de 2**, situación que debe ser mejorada, y un **nivel de riesgos moderado** obtenido principalmente por los eventos de explosiones, terrorismo, lluvias, vientos fuertes y terremotos. Para este nivel debe probarse que los riesgos han sido reducidos a su nivel mínimo permaneciendo dentro de las prácticas razonables.

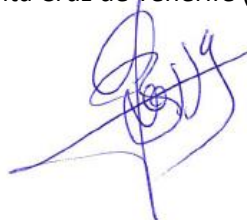
- Recomendaciones generales

Se recoge en el **Anexo II** las características específicas del GNL, información que debe conocer cualquier personal que manipule GNL o gas natural, y por ello se debe realizar un periodo de formación de los trabajadores. A su vez, en dicho anexo se recoge el método de actuación frente a un incendio, tanto de GNL como causado por otro material cercano al sistema.

Se recomienda en todo momento seguir instrucciones de seguridad recogidas en la reglamentación aplicable, para en todo momento preservar la seguridad y protección de las personas, tanto propia como ajena a las instalaciones del Puerto de Tenerife



Santa Cruz de Tenerife (España), noviembre de 2018



José Julio Brossa Gutiérrez
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 203



ANEXO Ia

SIMULACIÓN CON PHAST



Puertos de Tenerife

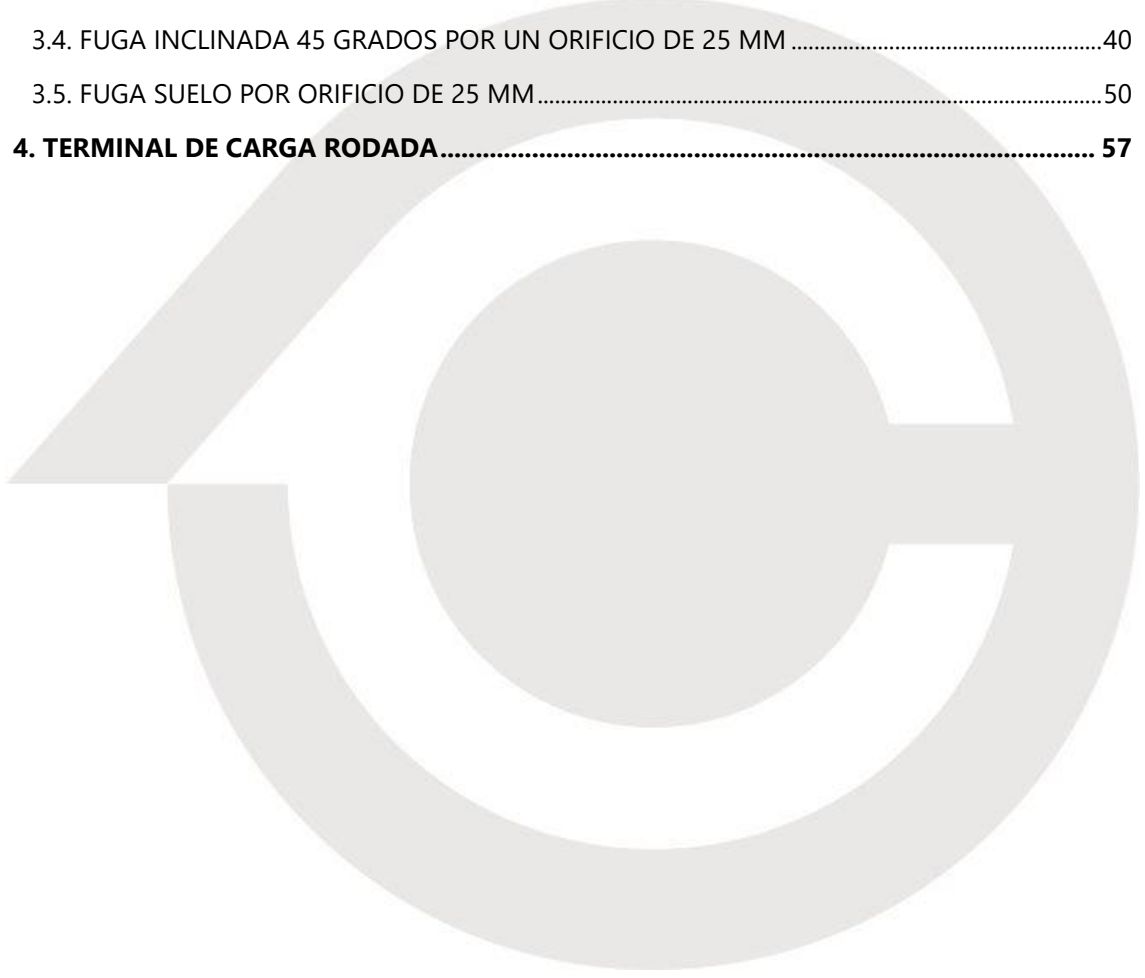


Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	13
2. NIVELES DE RADIACIÓN TÉRMICA Y SOBREPRESIÓN ESTUDIADOS	13
3. GRÁFICAS COMUNES DE LAS UBICACIONES ESTUDIADAS	15
3.1. BLEVE Y BOLA DE FUEGO.....	17
3.2. FUGA HORIZONTAL POR ORIFICIO DE 25 MM	20
3.3. FUGA VERTICAL POR UN ORIFICIO DE 25 MM	31
3.4. FUGA INCLINADA 45 GRADOS POR UN ORIFICIO DE 25 MM	40
3.5. FUGA SUELO POR ORIFICIO DE 25 MM	50
4. TERMINAL DE CARGA RODADA	57





ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Simulación de radiación térmica vs distancia para bola de fuego. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	17
Ilustración 2. Simulación de radio de afectación para bola de fuego y diferentes radiaciones térmicas (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	17
Ilustración 3. Simulación de radio de afectación para bola de fuego y diferentes valores de probit (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	18
Ilustración 4. Simulación de radio afectación para bola de fuego y diferentes valores de letalidad (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	18
Ilustración 5. Simulación de sobrepresión vs distancia en caso de ruptura catastrófica. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	19
Ilustración 6. Simulación de velocidad de vaporización de GNL vs tiempo en caso de ruptura catastrófica (pérdida total de contención). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	19
Ilustración 7. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	20
Ilustración 8. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	20
Ilustración 9. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	21
Ilustración 10. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	21
Ilustración 11. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	22
Ilustración 12. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	22
Ilustración 13. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	23
Ilustración 14. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de	

interés: 1,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	23
Ilustración 17. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.24	
Ilustración 18. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.24	
Ilustración 19. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2...25	
Ilustración 20. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	25
Ilustración 21. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	26
Ilustración 22. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	26
Ilustración 23. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	27
Ilustración 24. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	27
Ilustración 25. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	28
Ilustración 26. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	28
Ilustración 29. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	29
Ilustración 30. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	29
Ilustración 31. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego tardío por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	30
Ilustración 32. Simulación de velocidad de vaporización de charco vs tiempo en caso de charco creado por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los	

diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	30
Ilustración 33. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	31
Ilustración 34. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	31
Ilustración 35. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	32
Ilustración 37. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	32
Ilustración 38. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	33
Ilustración 39. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	33
Ilustración 40. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 16 m (límite). Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	34
Ilustración 41. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 16 m (límite). Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	34
Ilustración 43. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	35
Ilustración 44. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	35
Ilustración 45. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2...	36
Ilustración 46. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	36
Ilustración 49. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	37

Ilustración 50. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	37
Ilustración 51. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	38
Ilustración 52. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 16 m (límite). Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	38
Ilustración 53. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 16 m (límite). Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	39
Ilustración 55. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	39
Ilustración 56. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	40
Ilustración 57. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	40
Ilustración 58. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	41
Ilustración 60. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	41
Ilustración 61. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	42
Ilustración 62. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	42
Ilustración 63. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 9 m (límite). Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	43
Ilustración 64. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura.	

Altura de interés: 9 (límite) m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	43
Ilustración 66. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	44
Ilustración 67. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	44
Ilustración 68. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	45
Ilustración 69. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	45
Ilustración 70. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	46
Ilustración 72. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	46
Ilustración 73. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	47
Ilustración 74. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2.....	47
Ilustración 75. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 9 m (límite). Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	48
Ilustración 76. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 9 m (límite). Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	48
Ilustración 78. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego inclinado 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	49
Ilustración 79. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2	50

Ilustración 80. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.250

Ilustración 81. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.251

Ilustración 82. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 51

Ilustración 83. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 52

Ilustración 84. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 52

Ilustración 85. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2... 53

Ilustración 86. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.253

Ilustración 87. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 54

Ilustración 88. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 54

Ilustración 89. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 55

Ilustración 90. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 55

Ilustración 91. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego tardío por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 56

Ilustración 92. Simulación de velocidad de vaporización de charco vs tiempo en caso de charco creado por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 56

Ilustración 93. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2..... 57

Ilustración 94. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2..... 58

Ilustración 95. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2..... 58

Ilustración 96. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 59

Ilustración 97. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2 60





1. INTRODUCCIÓN

Se ha utilizado el software de simulación Phast 7.2 para estudiar los casos definidos en los siguientes apartados.

Para ello, en varios casos como el accidente que involucra un chorro de fuego o charco de fuego, se deben definir variables climatológicas como son la estabilidad de Pasquill y la velocidad del viento a la que se realiza la simulación. Los casos estudiados incluyen simulaciones con:

- Clima F (estable – noche con nubes moderadas y viento suave/moderado).
- Clima D (neutral – noche nublada y viento suave/moderado).
- Clima D (neutral – poco soleado y mucho viento, o noche y mucho viento).

En el caso de impresión de nube e impresión máxima, se han realizado cortes de la vista lateral a diferentes alturas para poder apreciar completamente la altura, longitud y anchura de la nube, para los diferentes casos climatológicos.

2. NIVELES DE RADIACIÓN TÉRMICA Y SOBREPRESIÓN ESTUDIADOS

Los niveles de radiación térmica estudiados se han establecido como se muestra en la tabla a continuación. La gravedad de las consecuencias de la radiación térmica depende de la misma y del tiempo de exposición.

Radiación térmica (kW/m ²)	Daños a personas	Daños a equipos/materiales
37,5	99% de mortalidad tras 30 segundo de exposición	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras
12,5	<u>Zona de intervención</u> : Máximo soportable para personas protegidas con trajes especiales, por tiempo limitado (por ejemplo, bomberos)	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición; fusión de recubrimientos de plástico en cables eléctricos
4	<u>Zona de alerta</u> : Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 segundos. Quemaduras de primer grado	-
1,4	Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial	-

A su vez, los niveles de sobrepresión estudiados se han dividido en daños a personas y daños estructurales como quedan reflejados en la siguiente tabla.

Sobrepresión (bar)	Daños personales	Sobrepresión (bar)	Daños estructurales
0,70	Umbral de muerte por lesiones de pulmón	0,4	Daños irrecuperables
0,35	Umbral de rotura de tímpano	0,18	Daños estructurales importantes
0,125	Umbral de zona de intervención	0,047	Daños estructurales menores; rotura de ventanas; riesgo de proyección de fragmentos
0,050	Umbral de zona de alerta	0,02	Probabilidad del 95% de no tener daños serios; límite para la proyección de fragmentos
		0,01	Presión típica de la rotura de vidrios

3. GRÁFICAS COMUNES DE LAS UBICACIONES ESTUDIADAS

A continuación, se presentan las simulaciones, comunes a las cuatro ubicaciones. Estas son:

- Radiación térmica vs distancia en caso de bola de fuego.
- Radio de afectación en caso de bola de fuego frente a:
 - Radiación térmica.
 - Probit.
 - Letalidad.
- Sobrepresión vs distancia en caso de BLEVE.
- Velocidad de vaporización de GNL vs tiempo en caso de pérdida total de contención.
- Simulaciones, si fueran de aplicación y resumidas en la tabla siguiente de:
 - Concentración media, impresión y vista lateral de nube.
 - Radiación térmica vs distancia para los casos de chorro de fuego y charco de fuego (inmediato o tardío).
 - Vaporización de GNL.

Caso estudiado	Altura de fuga (m)	Estabilidad de Pasquill	Velocidad del viento (m/s)	Altura de interés para impresión de la nube (m)	
Fuga horizontal con un diámetro de 25 mm	0,30	F	1,5	0	
				1	
				1,5	
				0	
		D	5	1	
				1,5	
				0	
				1	
Fuga vertical con un diámetro de 25 mm	2,5	F	1,5	0	
				8	
		11		11,5	
		D		0	

				8
				11 11,5
			5	0
				8
				9
Fuga inclinada 45 grados con un diámetro de 25 mm	0,30	F	1,5	0
				4
				7,5
				0
		D	5	4
				7,5
				0
				6
Fuga suelo con un diámetro de 25 mm	0,30	F	1,5	0
				D
			5	

3.1. BLEVE Y BOLA DE FUEGO

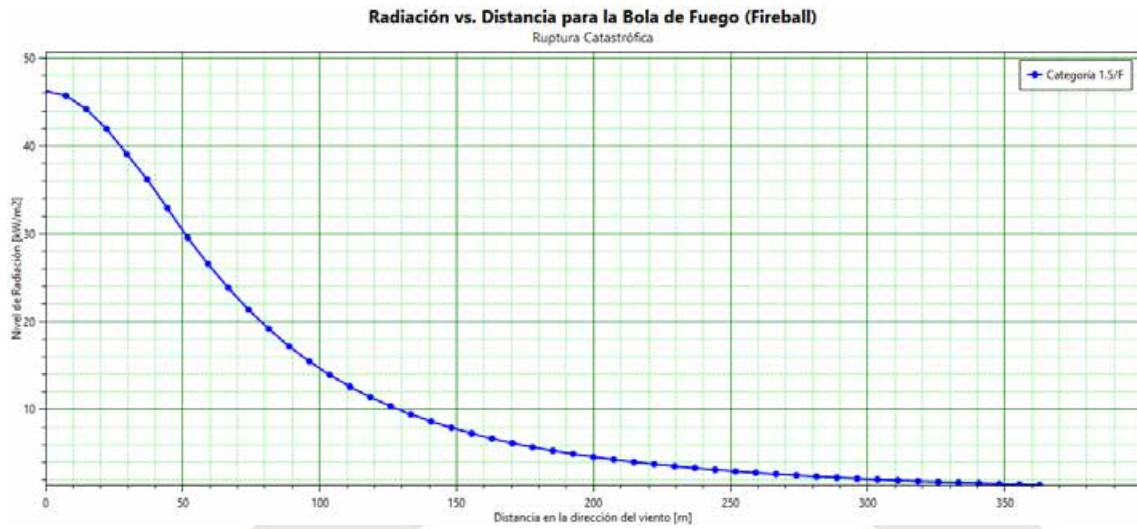


Ilustración 1. Simulación de radiación térmica vs distancia para bola de fuego. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

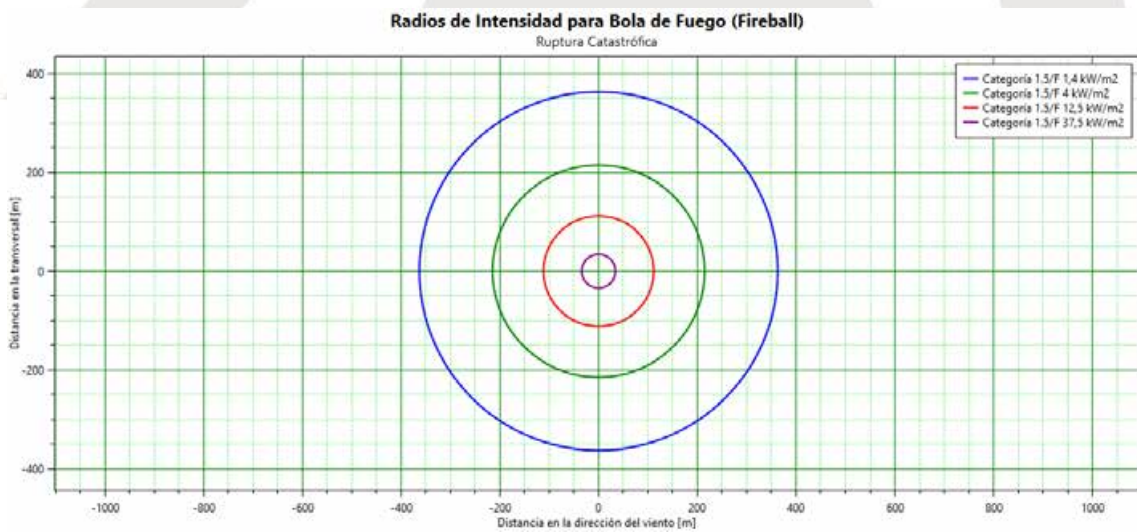


Ilustración 2. Simulación de radio de afectación para bola de fuego y diferentes radiaciones térmicas (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

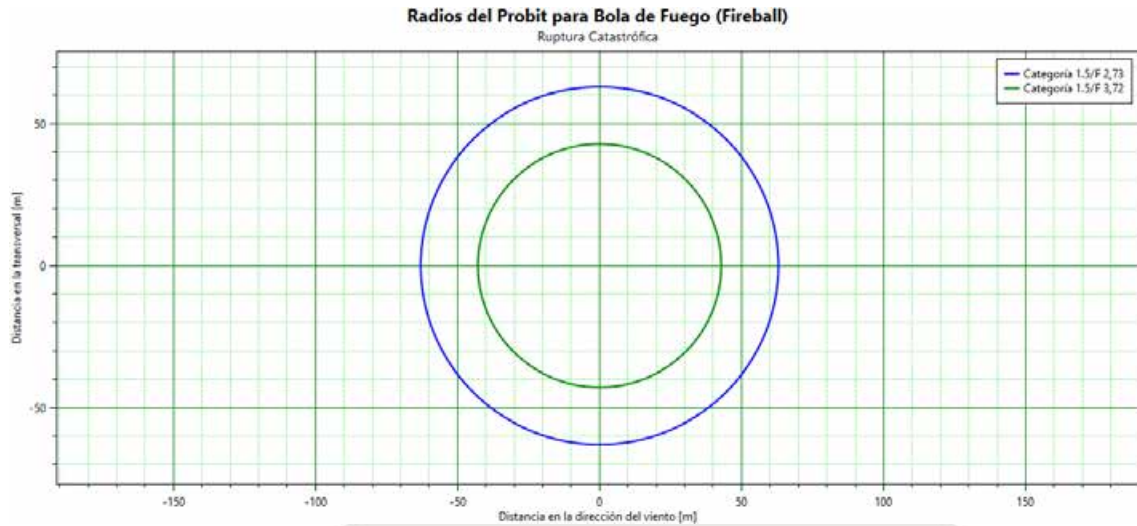


Ilustración 3. Simulación de radio de afectación para bola de fuego y diferentes valores de probit (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

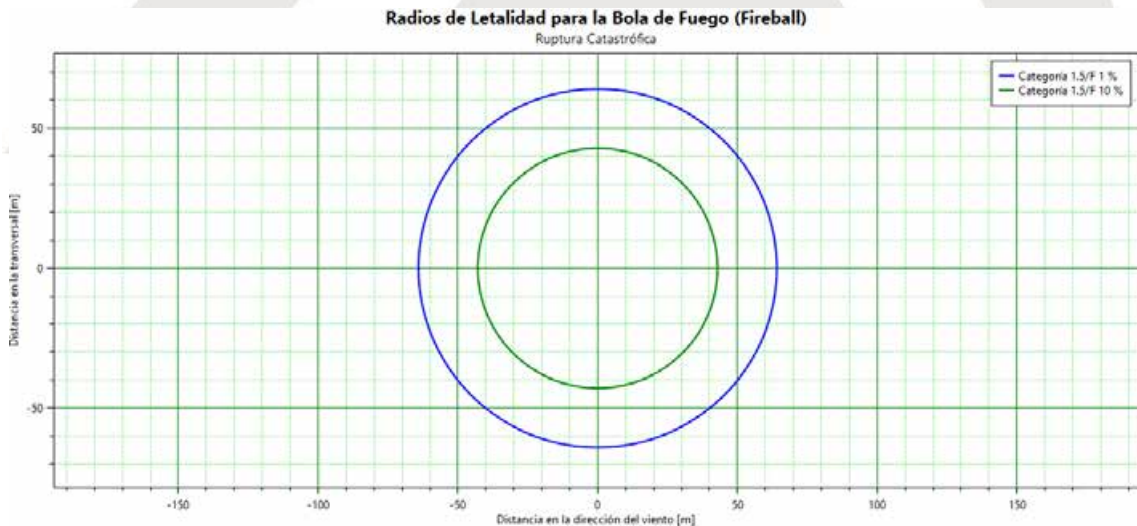


Ilustración 4. Simulación de radio afectación para bola de fuego y diferentes valores de letalidad (ver leyenda). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

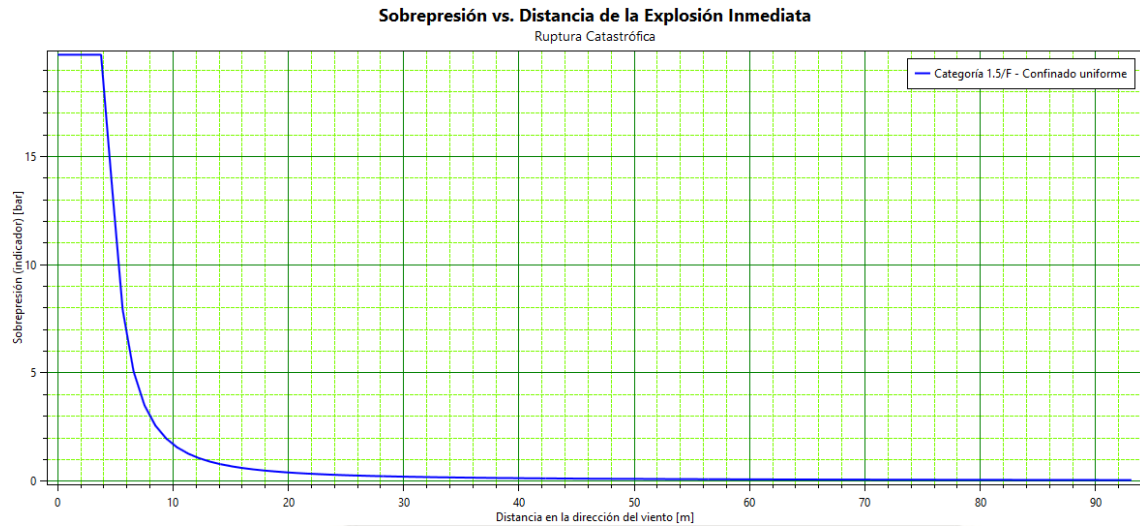


Ilustración 5. Simulación de sobrepresión vs distancia en caso de ruptura catastrófica. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

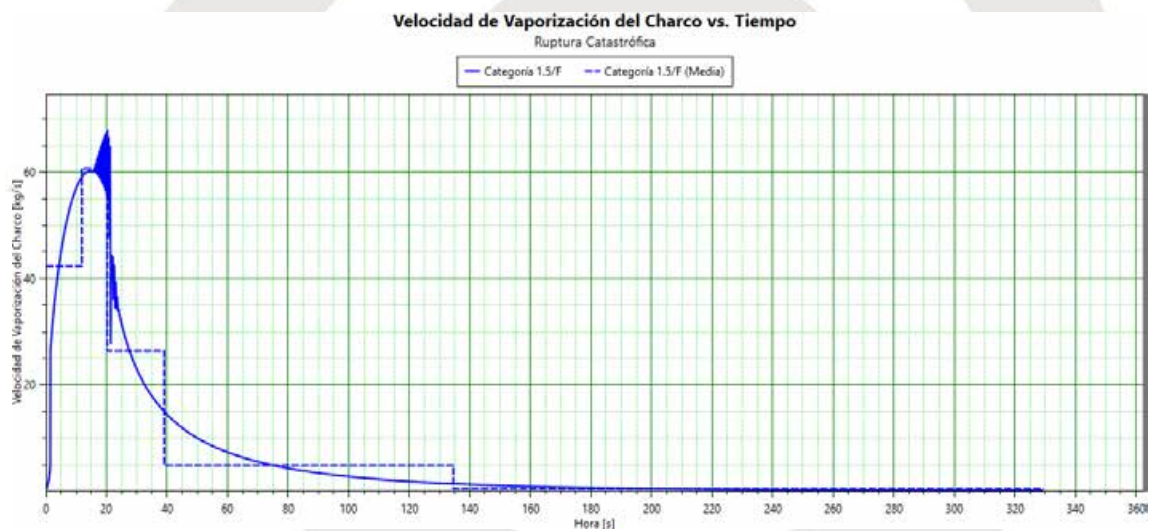


Ilustración 6. Simulación de velocidad de vaporización de GNL vs tiempo en caso de ruptura catastrófica (pérdida total de contención). Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

3.2. FUGA HORIZONTAL POR ORIFICIO DE 25 MM

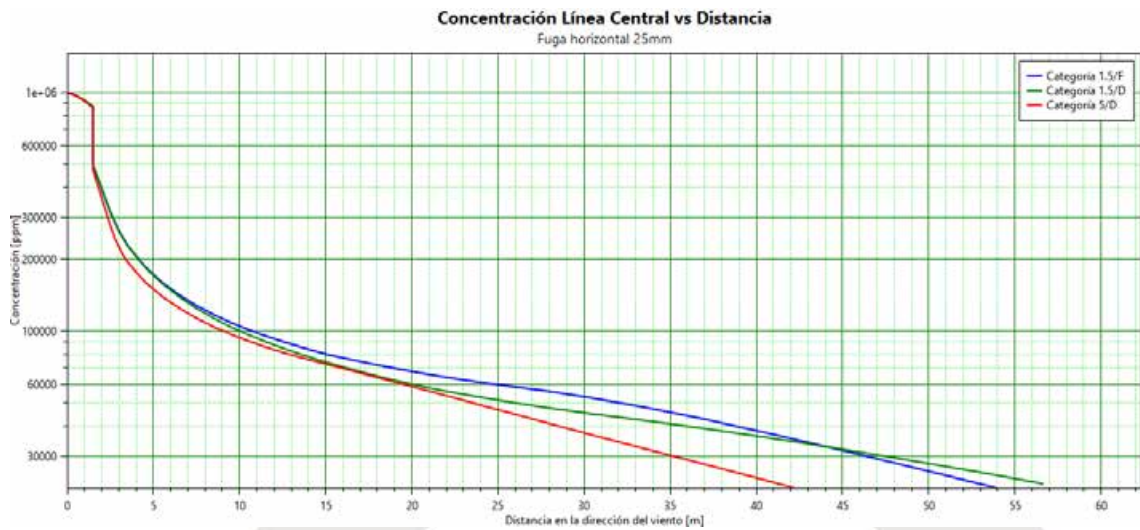


Ilustración 7. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

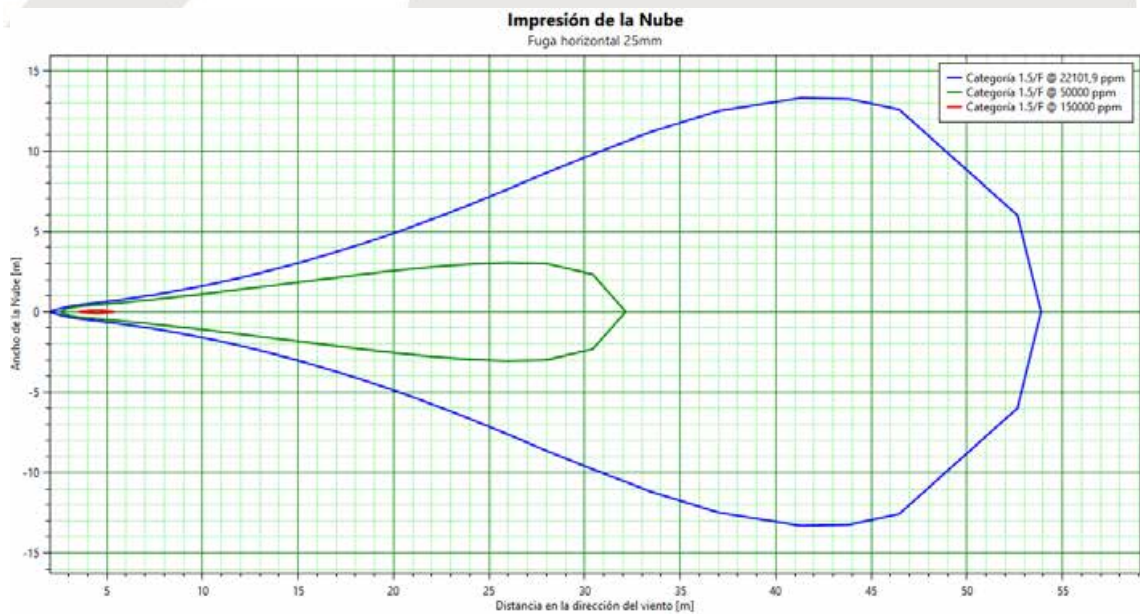


Ilustración 8. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

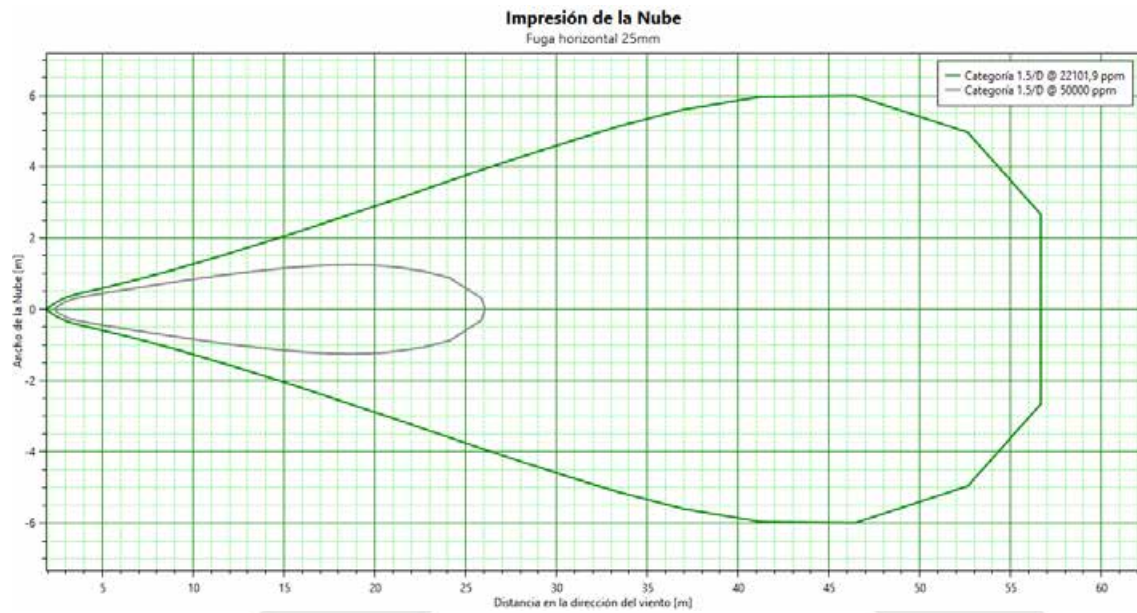


Ilustración 9. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

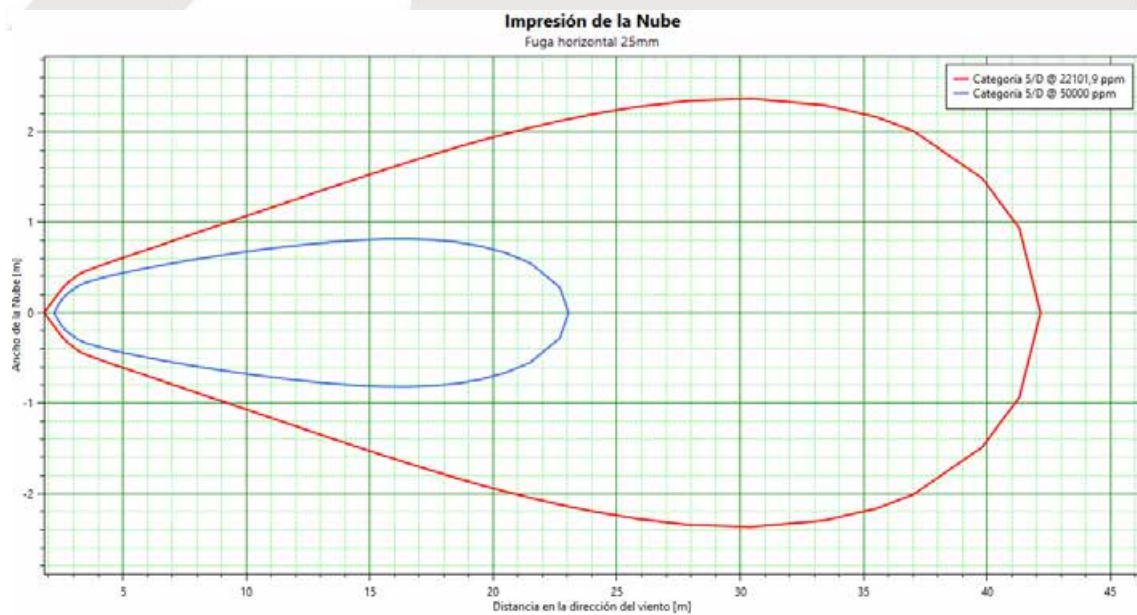


Ilustración 10. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

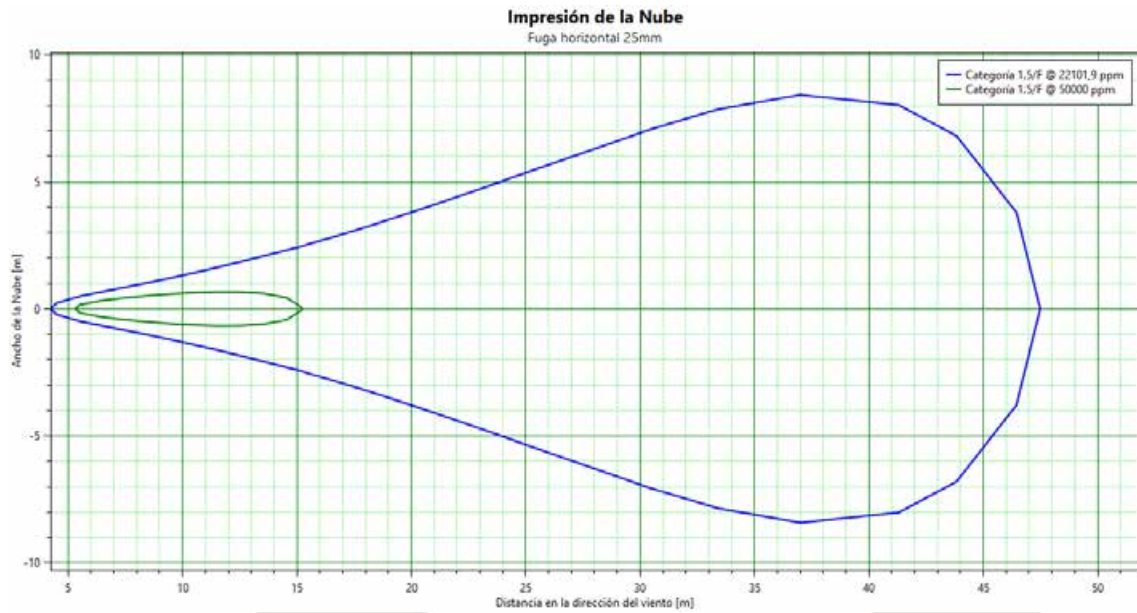


Ilustración 11. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

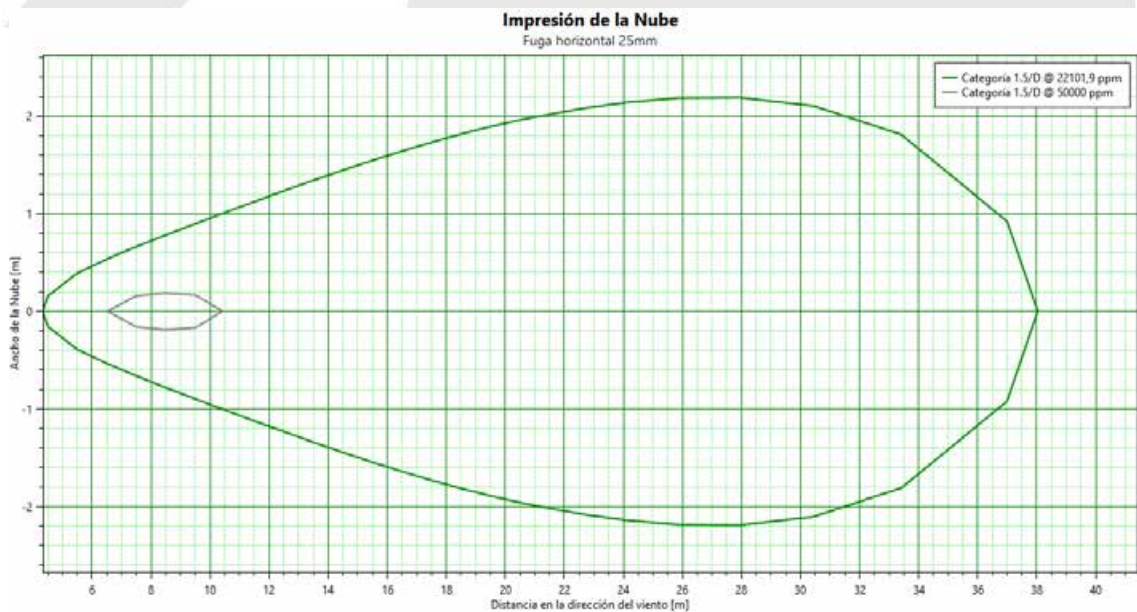


Ilustración 12. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

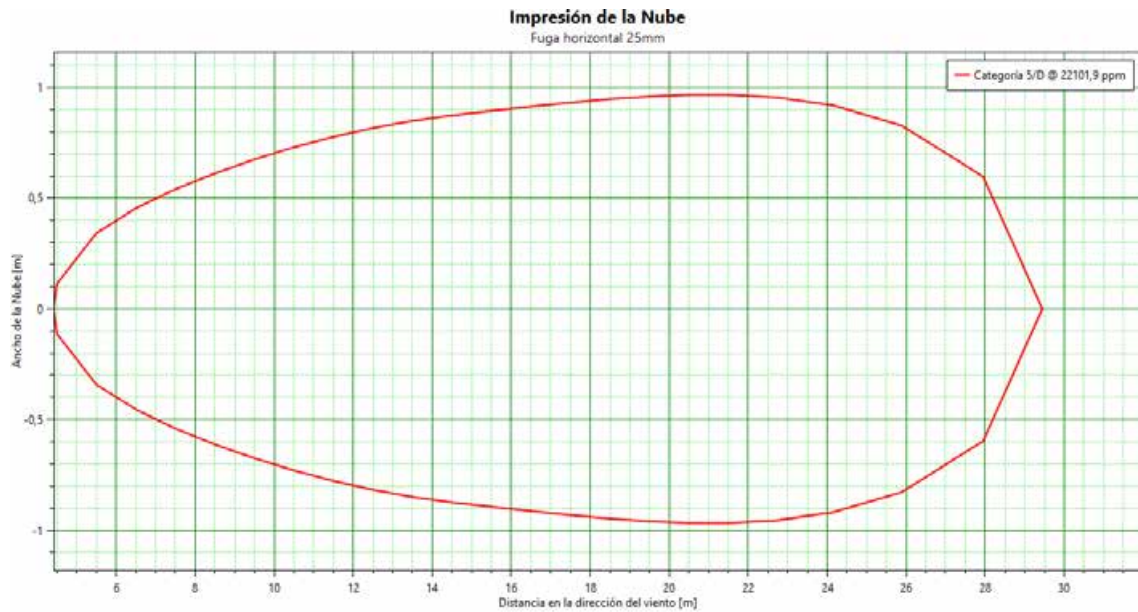


Ilustración 13. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

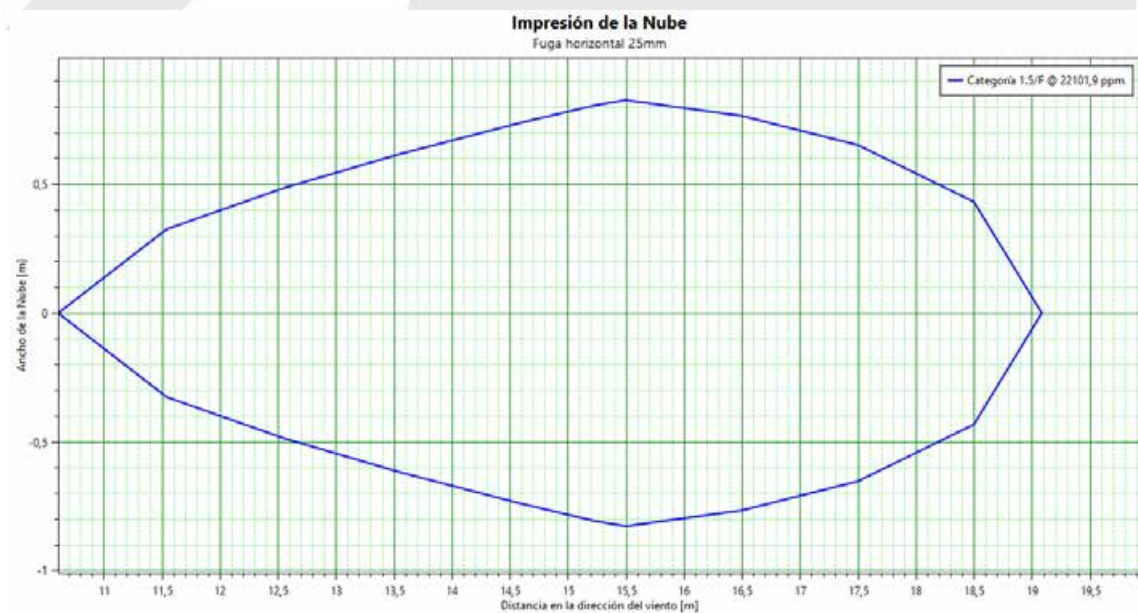


Ilustración 14. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

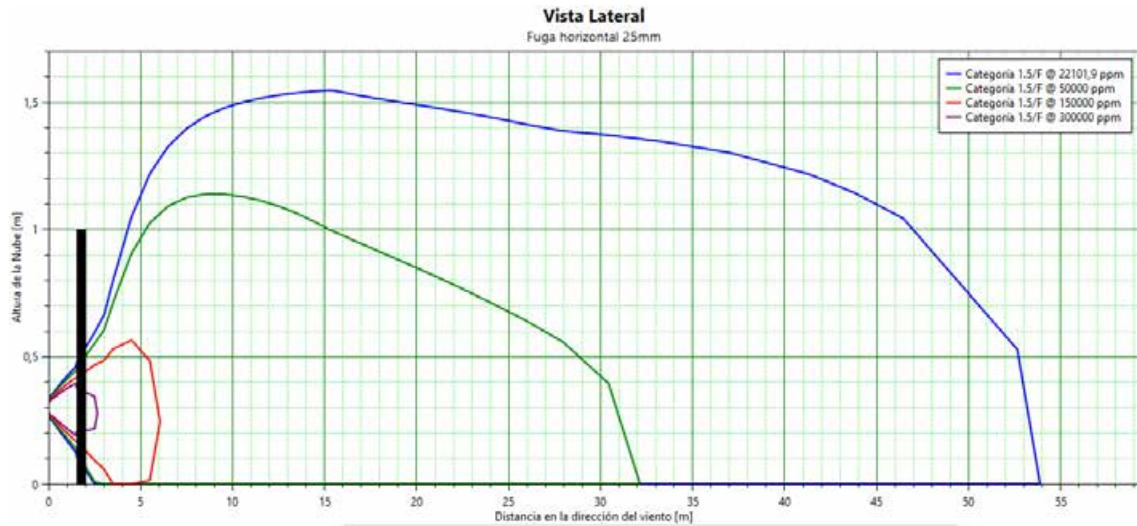


Ilustración 15. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

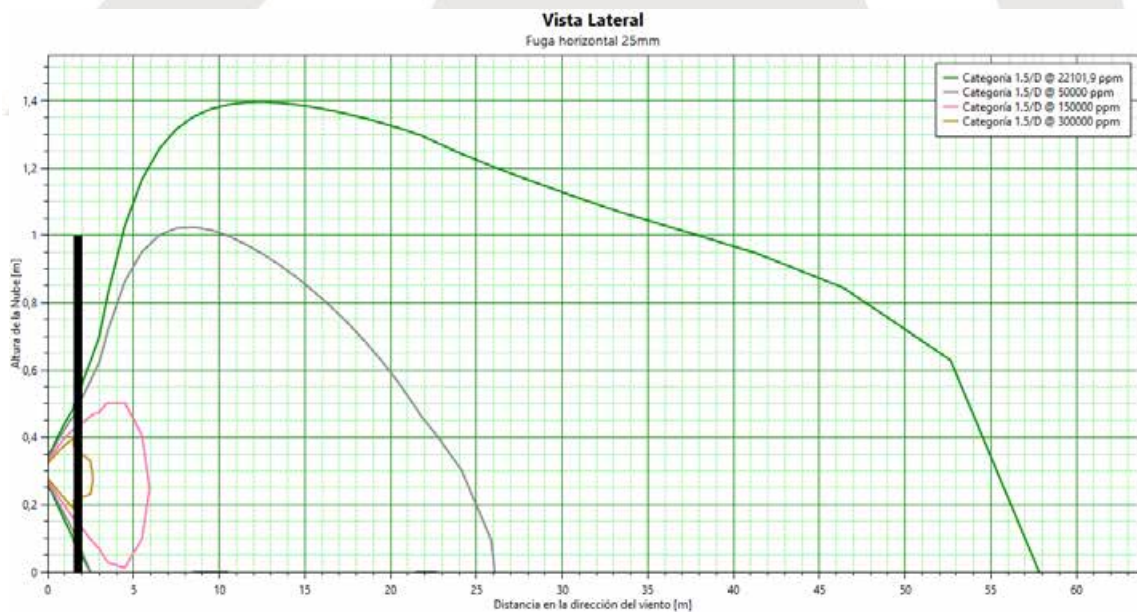


Ilustración 16. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

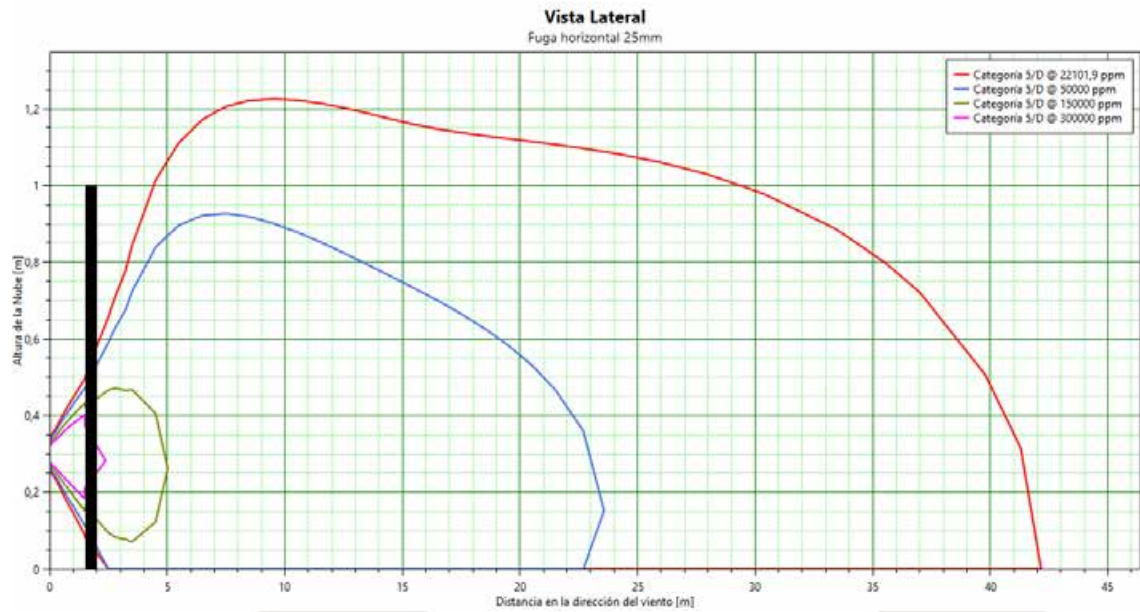


Ilustración 17. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2



Ilustración 18. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

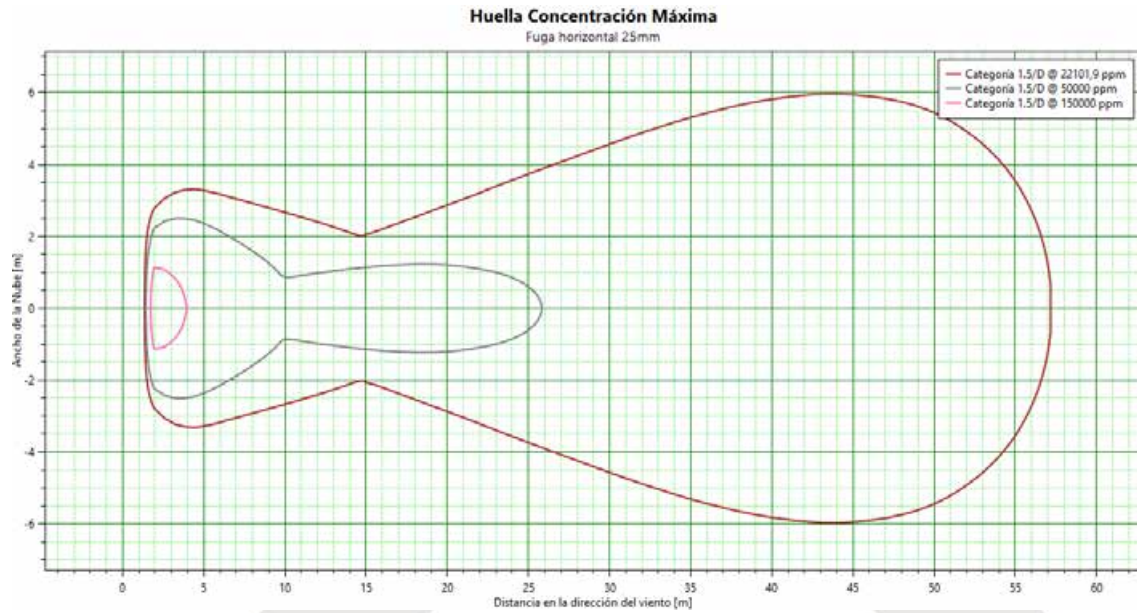


Ilustración 19. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2



Ilustración 20. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

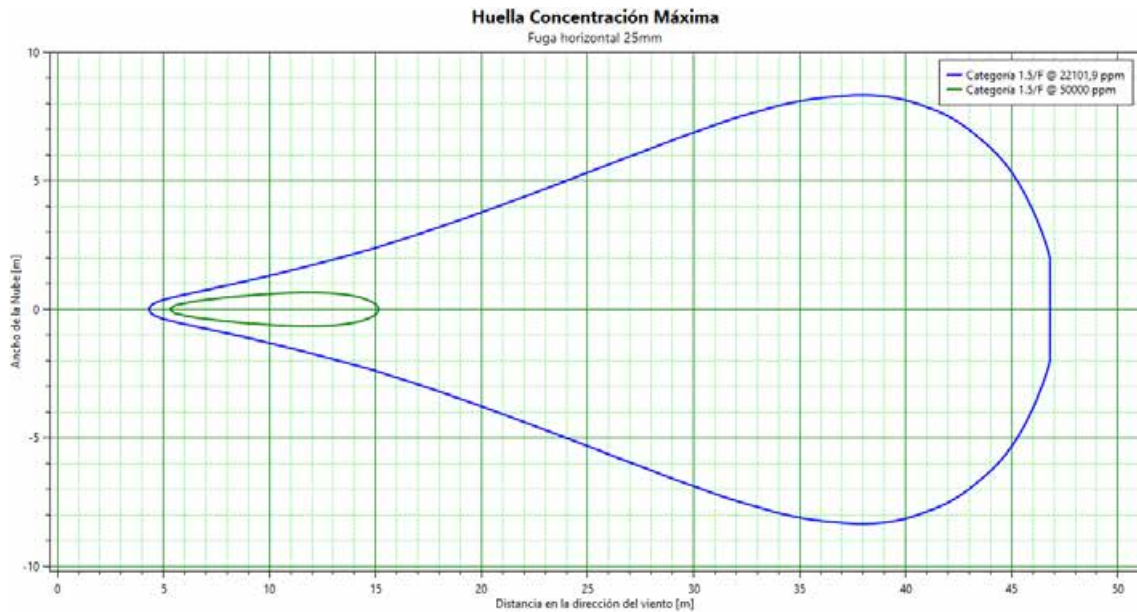


Ilustración 21. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

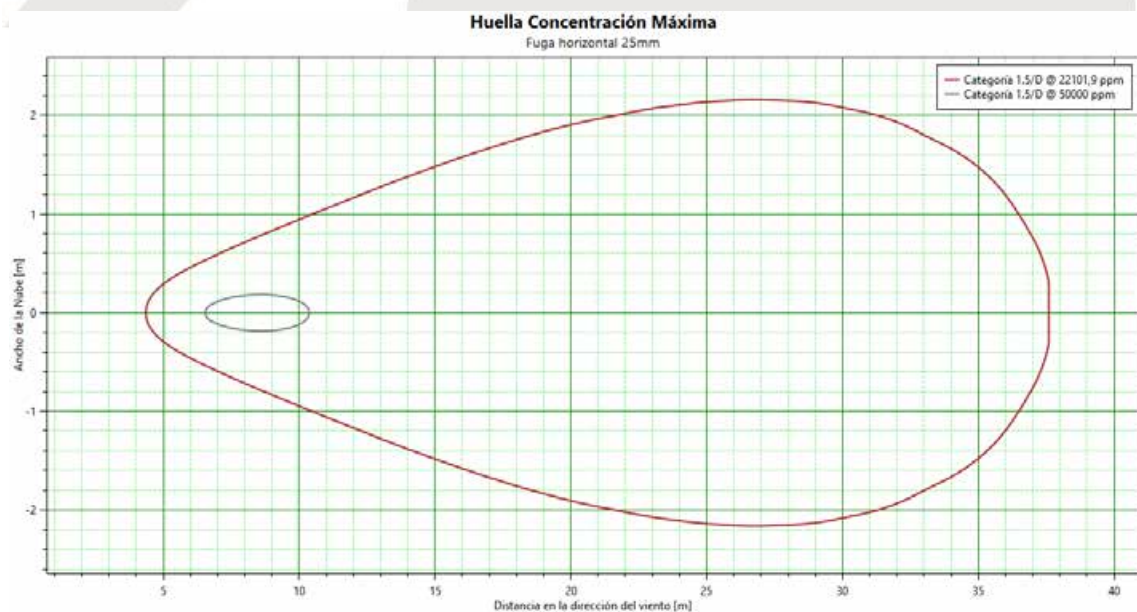


Ilustración 22. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

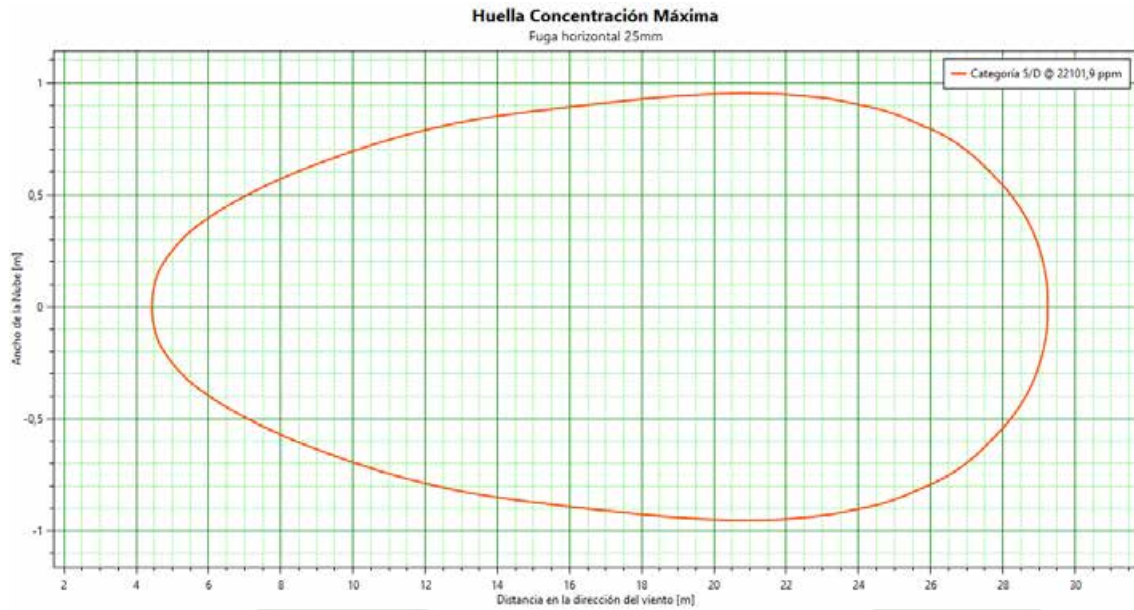


Ilustración 23. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 1 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

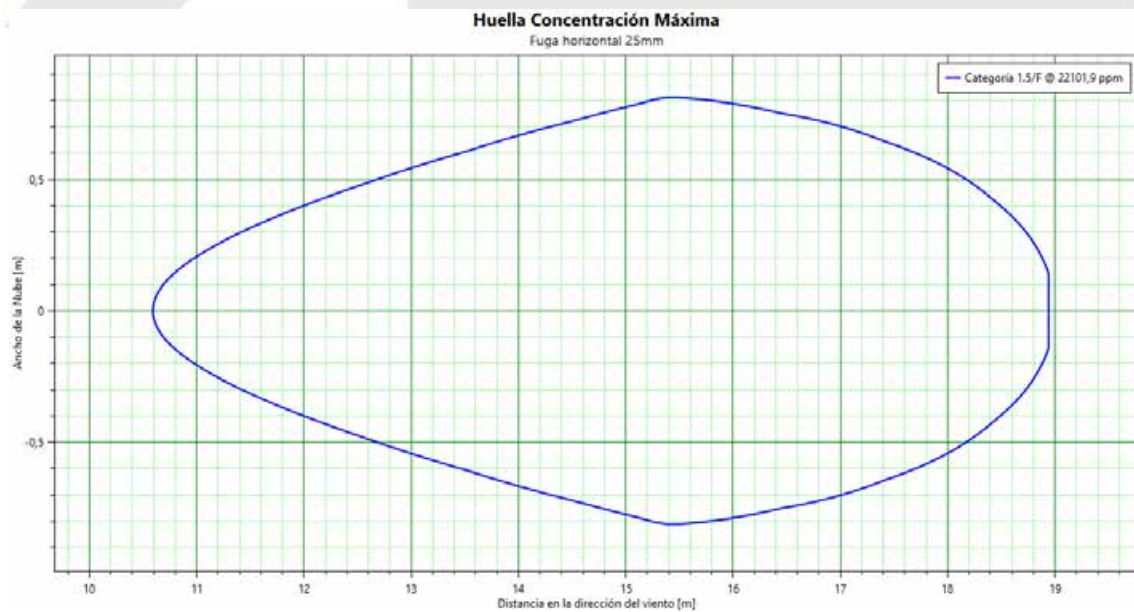


Ilustración 24. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga horizontal por un orificio de 25 mm, a 1,5 metro de altura. Altura de interés: 1,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

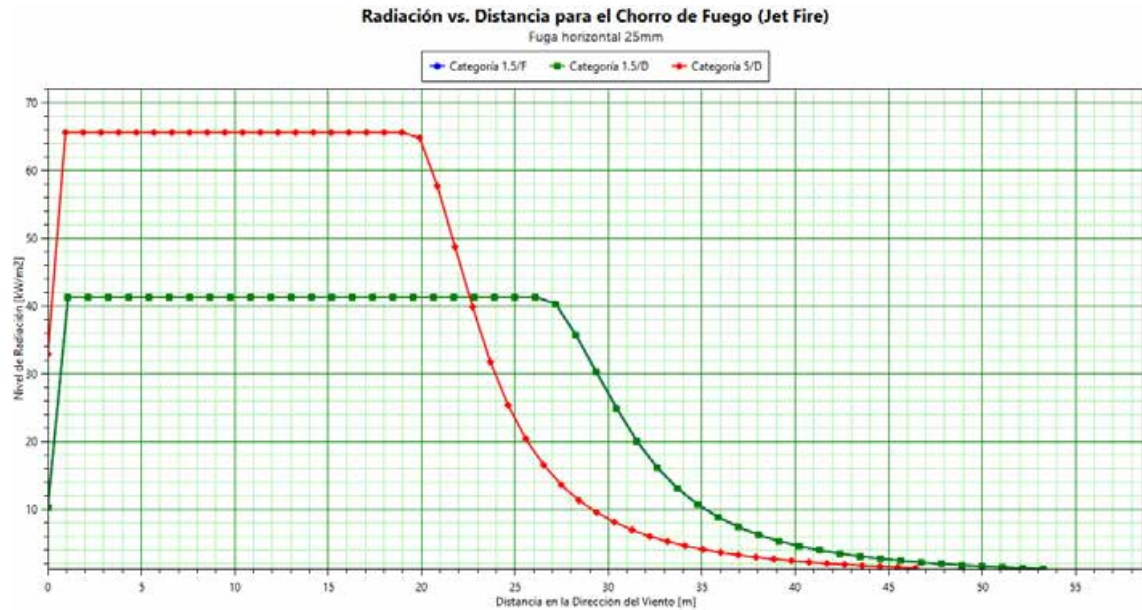


Ilustración 25. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego horizontal por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

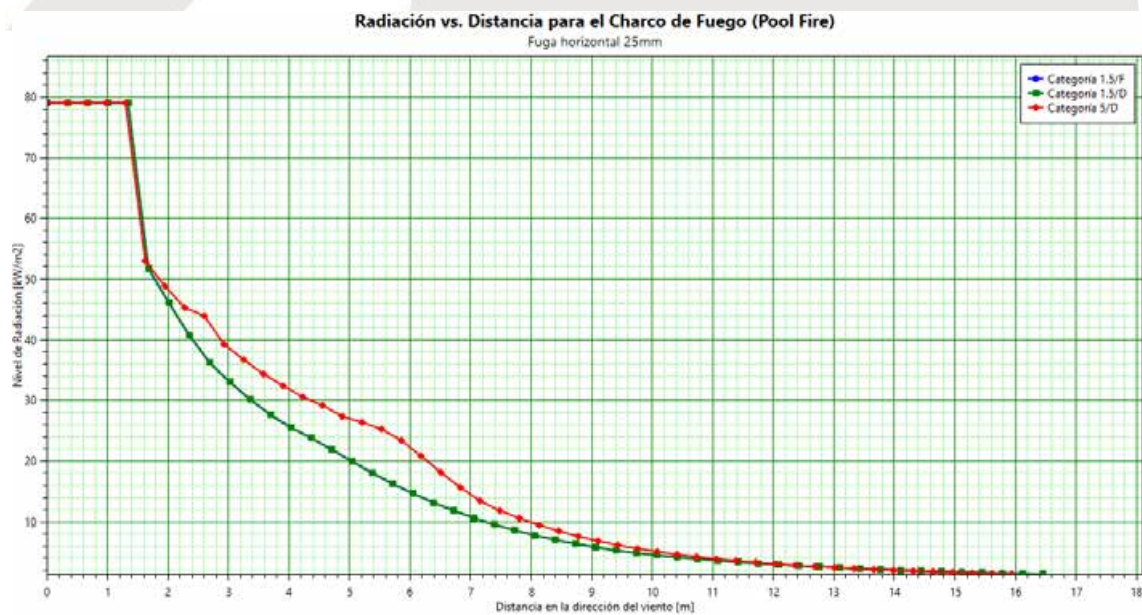


Ilustración 26. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

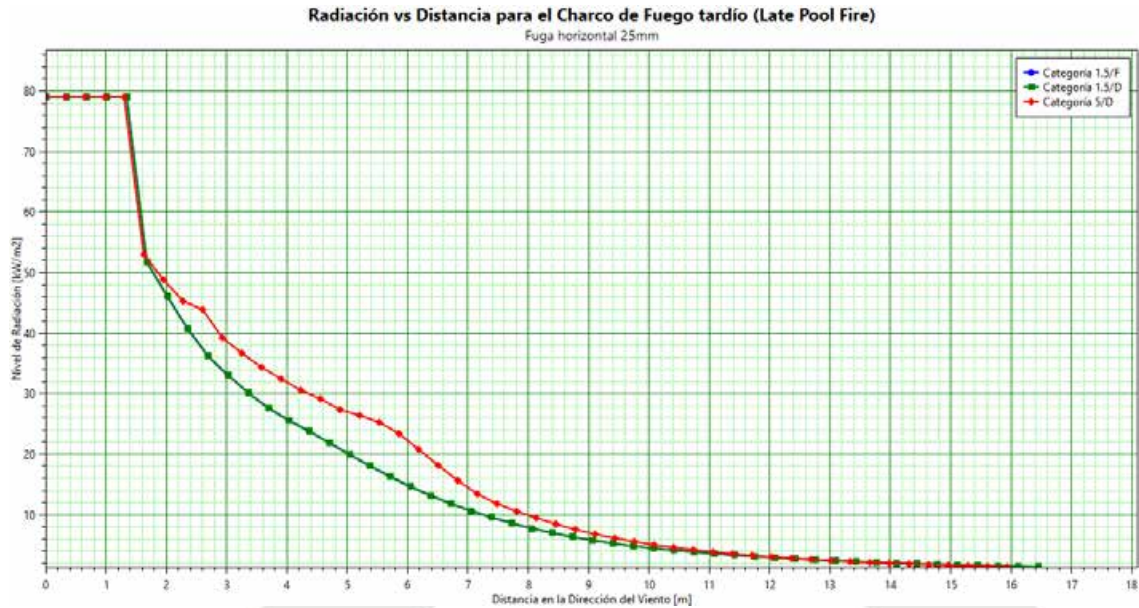


Ilustración 27. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego tardío por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

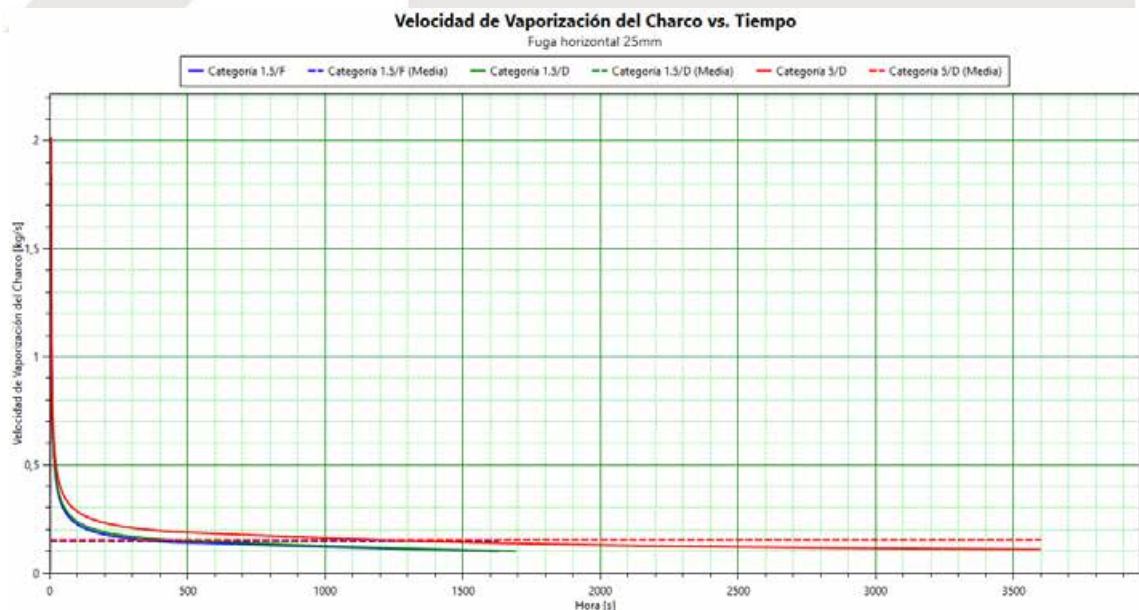


Ilustración 28. Simulación de velocidad de vaporización de charco vs tiempo en caso de charco creado por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

3.3. FUGA VERTICAL POR UN ORIFICIO DE 25 MM

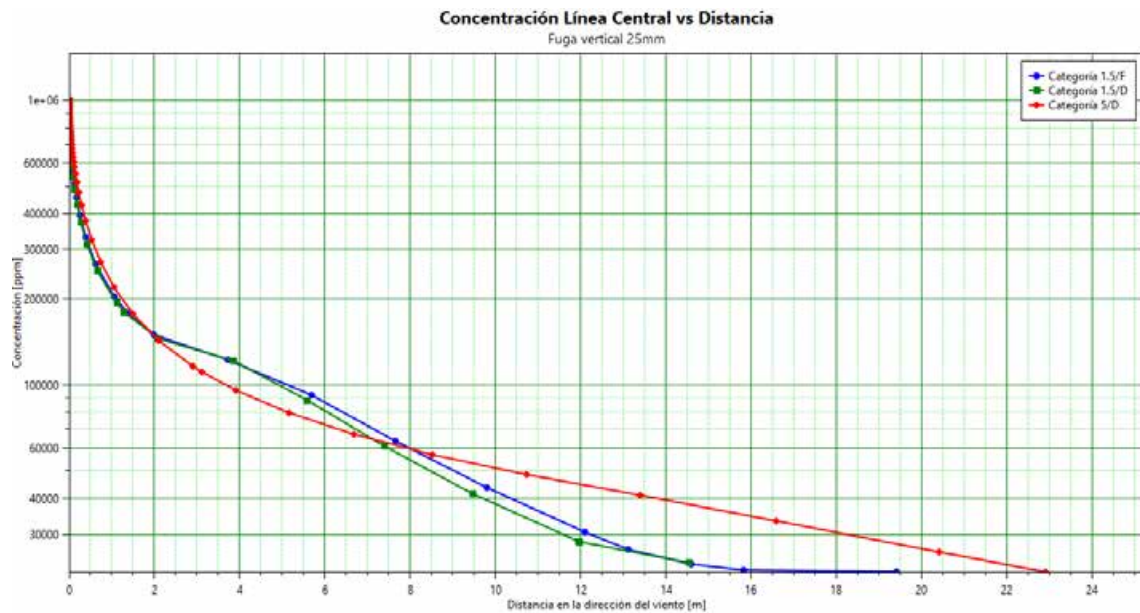


Ilustración 29. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

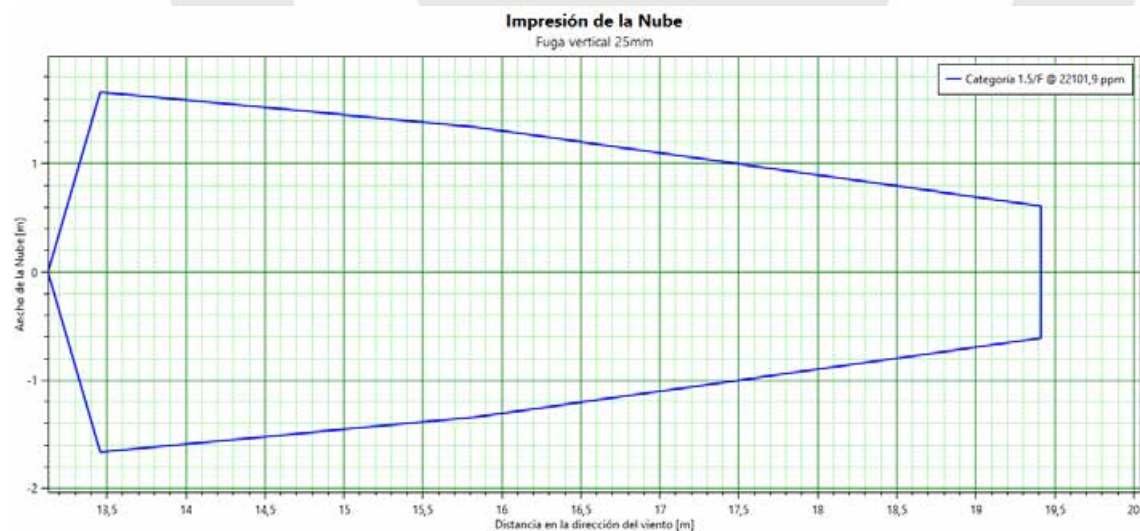


Ilustración 30. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

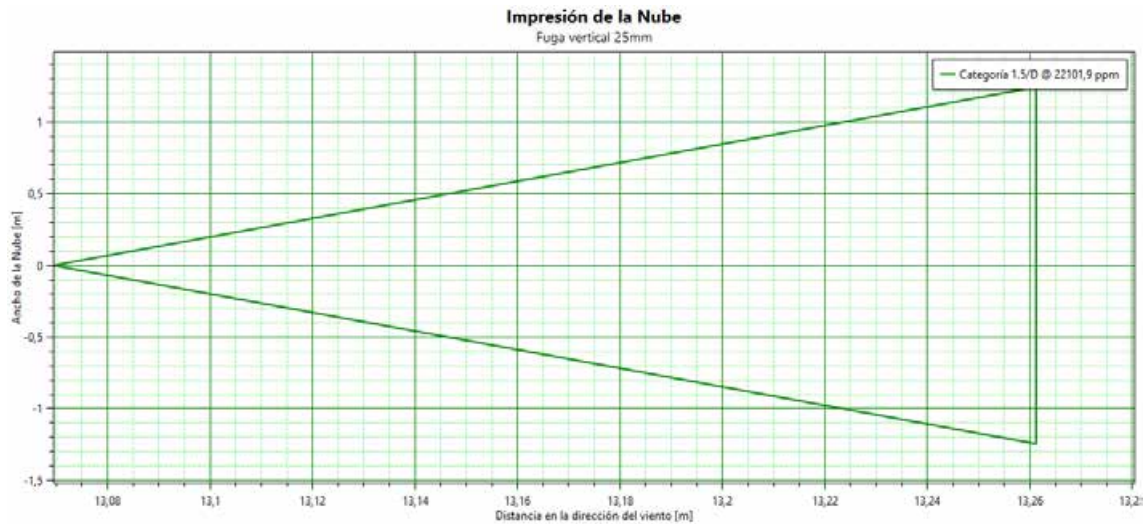


Ilustración 31. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

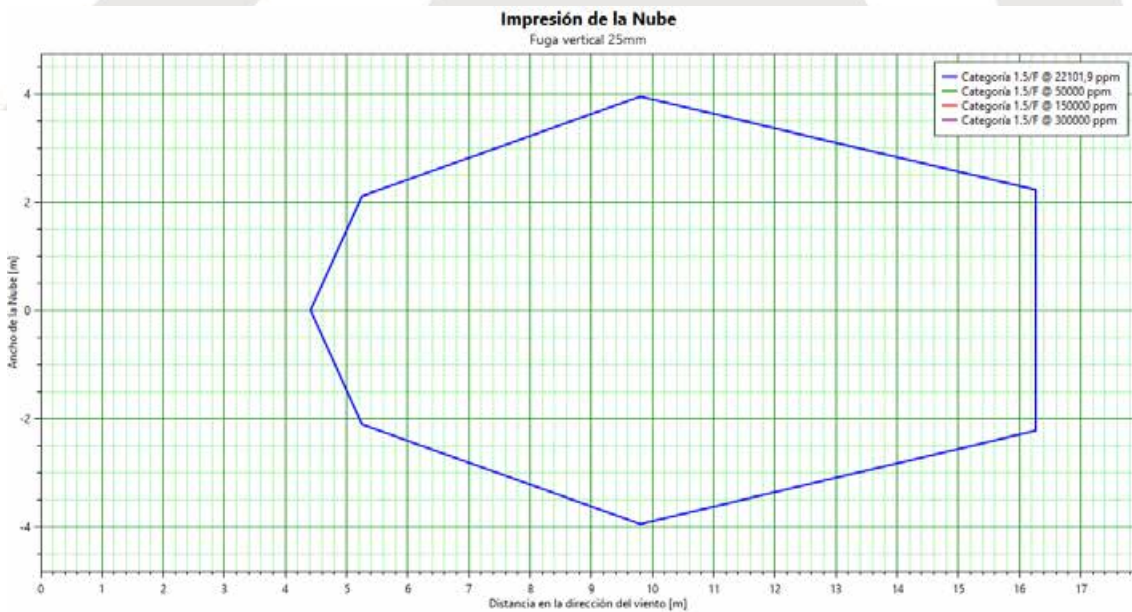


Ilustración 32. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

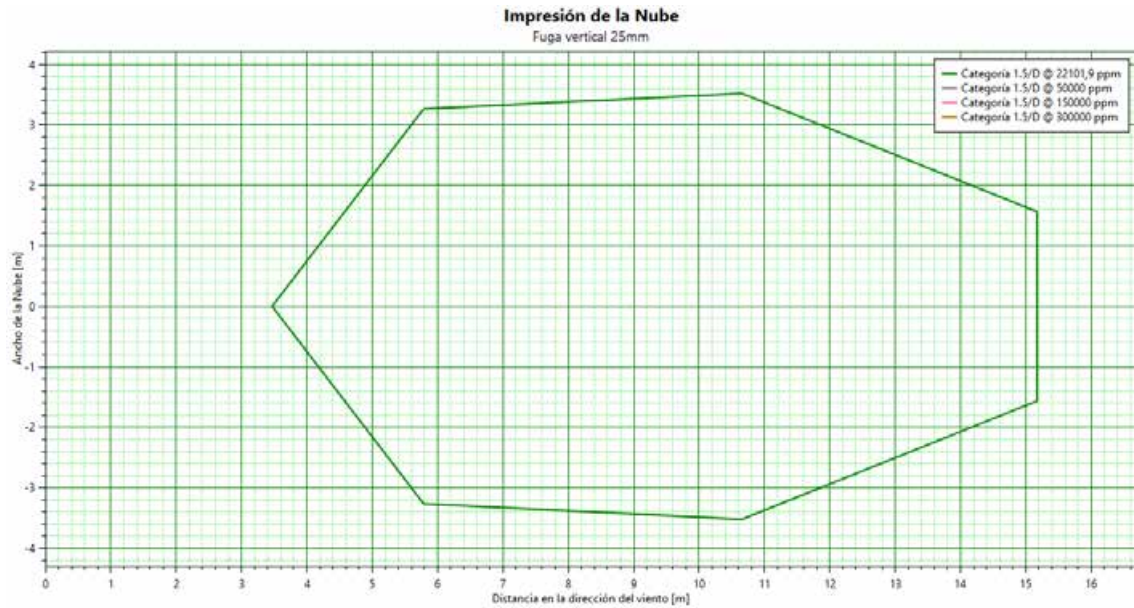


Ilustración 33. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

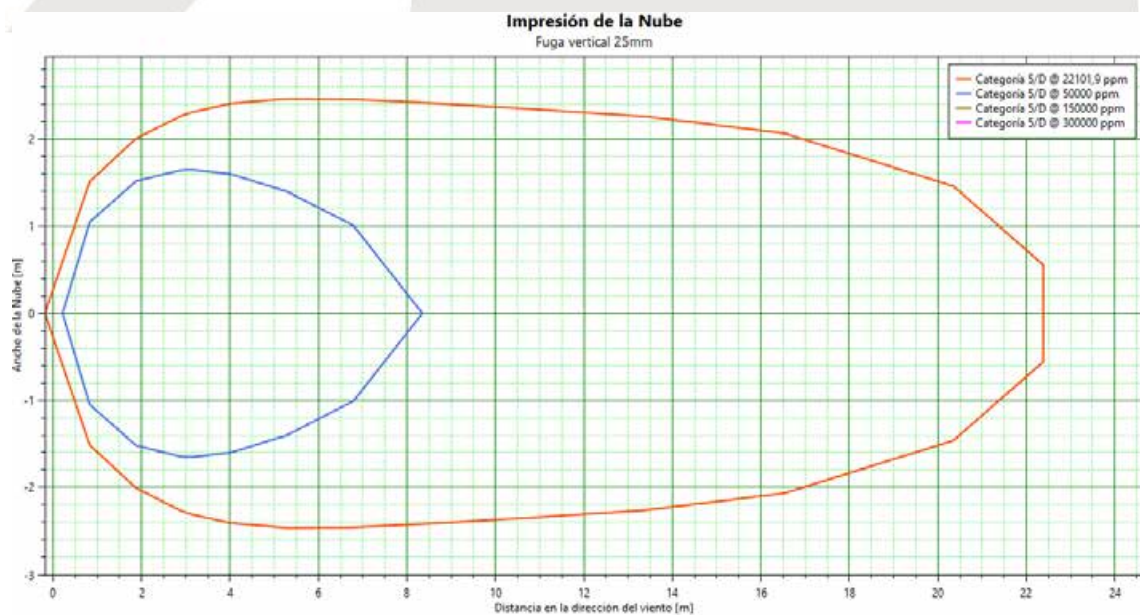


Ilustración 34. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

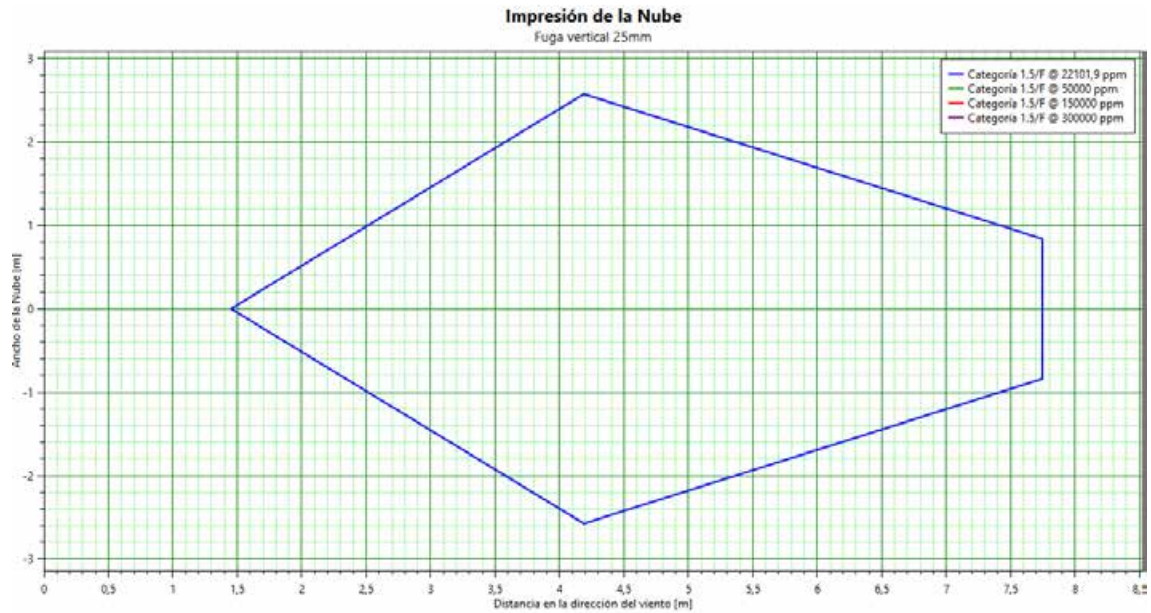


Ilustración 35. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 16 m (límite). Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

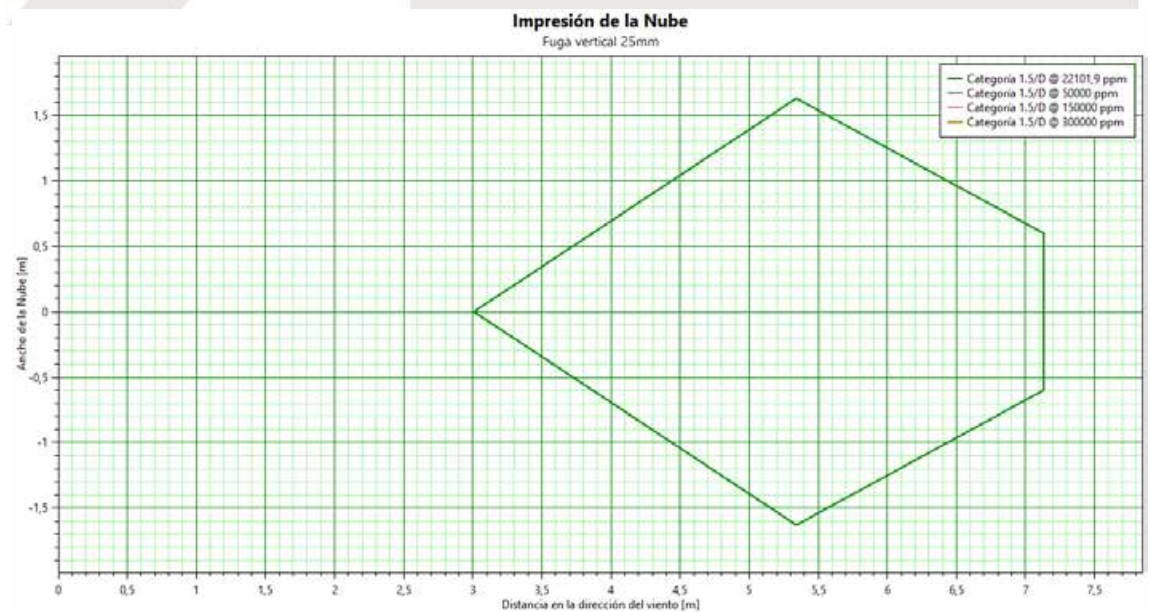


Ilustración 36. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 16 m (límite). Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

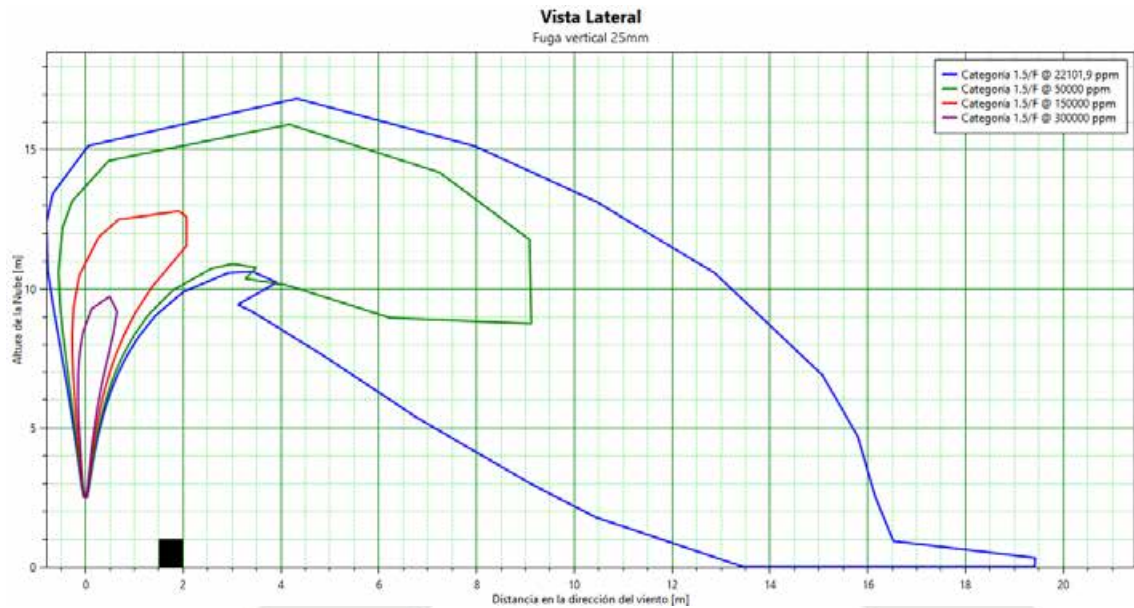


Ilustración 37. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2



Ilustración 38. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

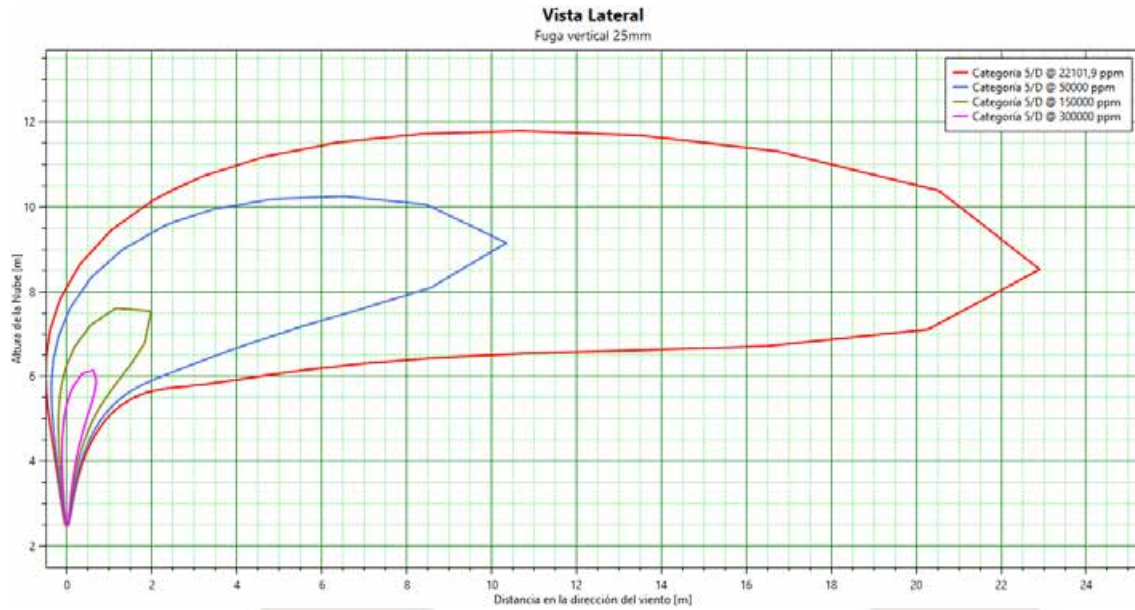


Ilustración 39. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

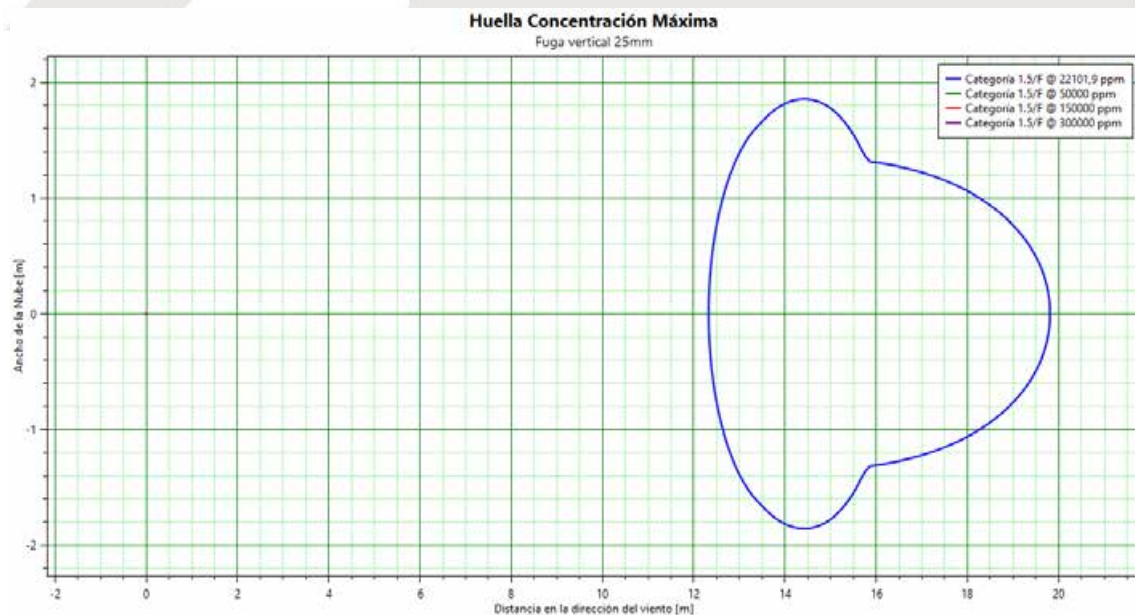


Ilustración 40. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

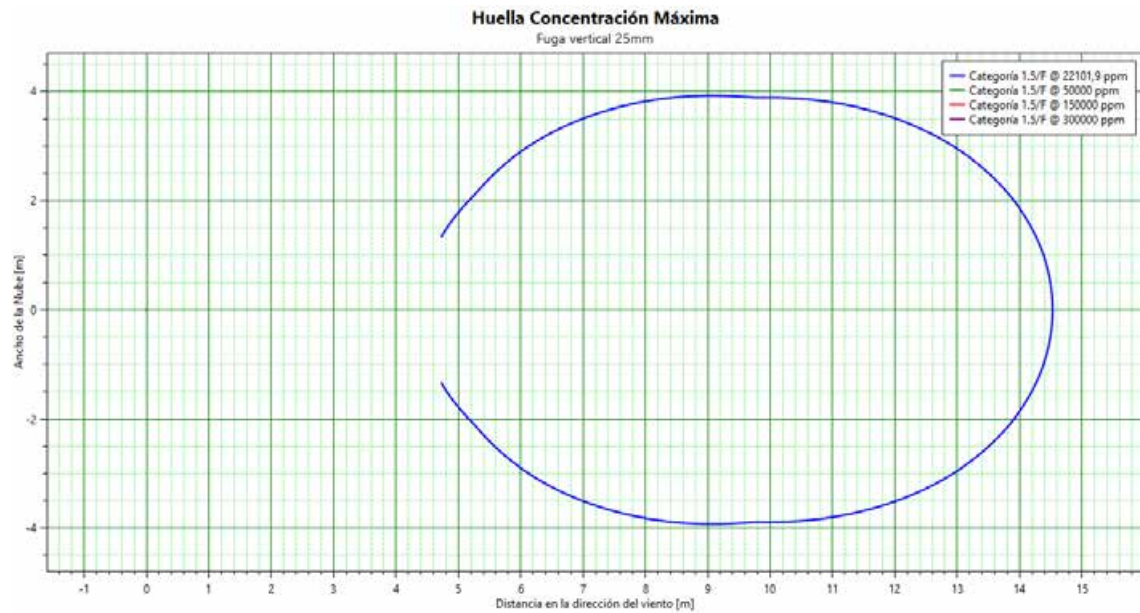


Ilustración 41. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

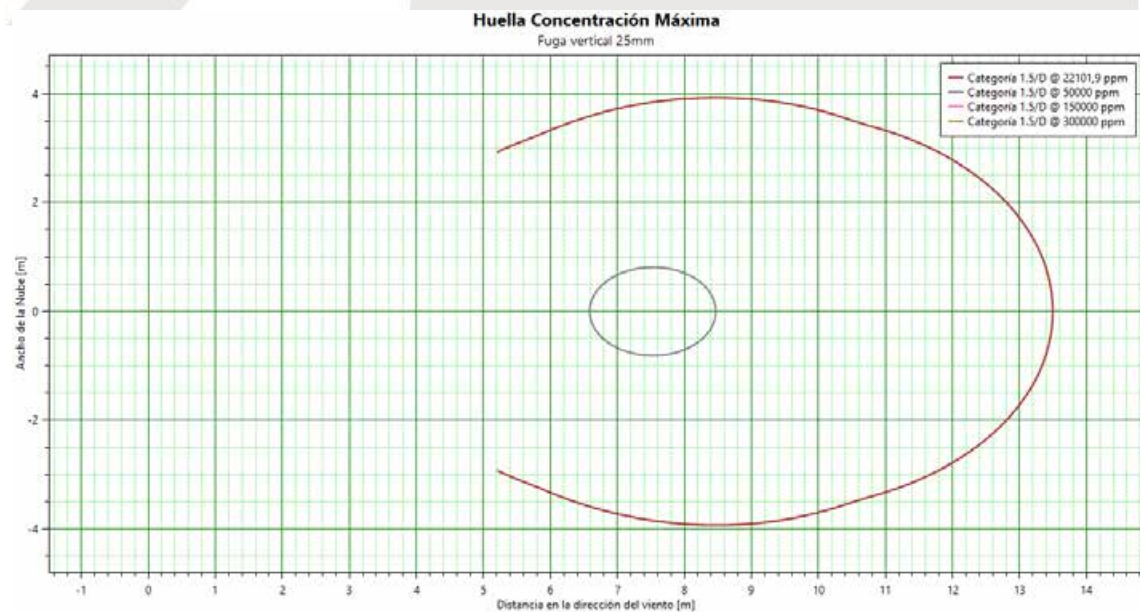


Ilustración 42. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s.
Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

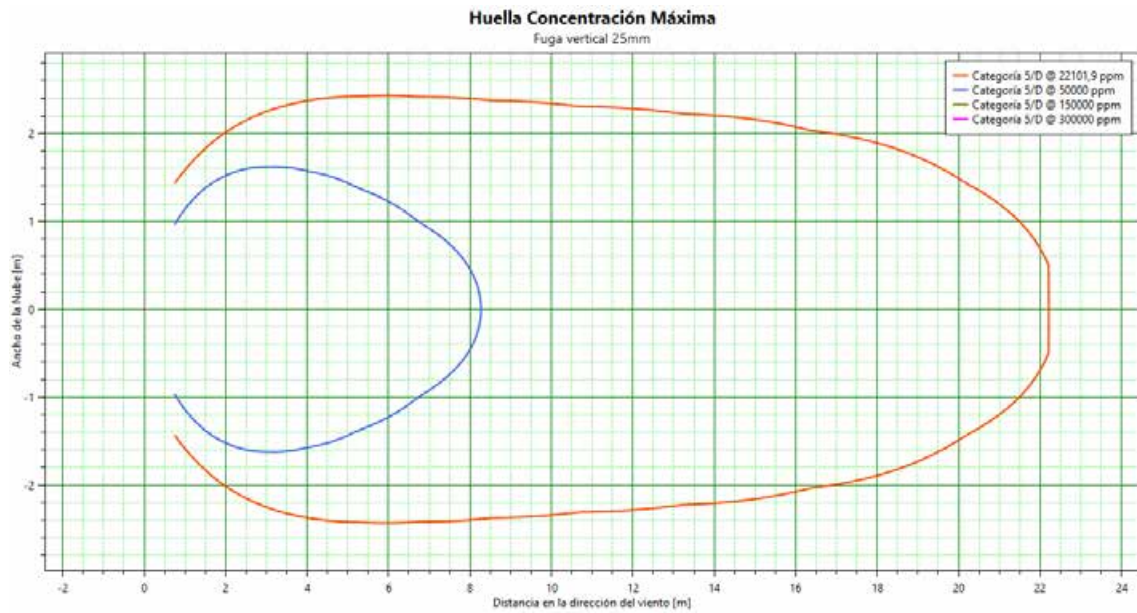


Ilustración 43. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 8 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s.

Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

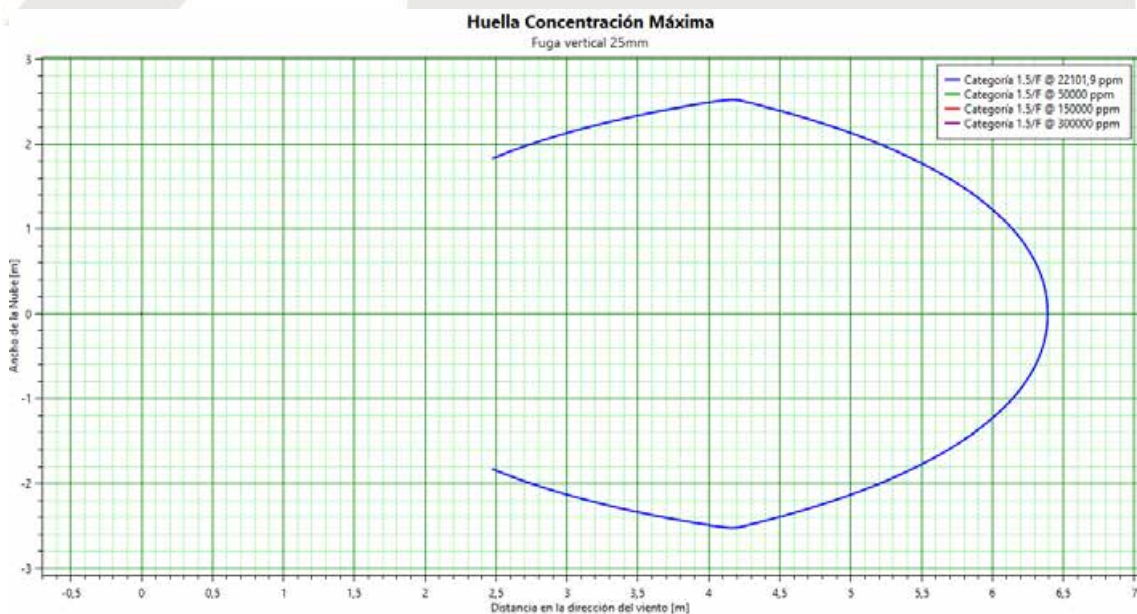


Ilustración 44. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 16 m (límite). Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s.

Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

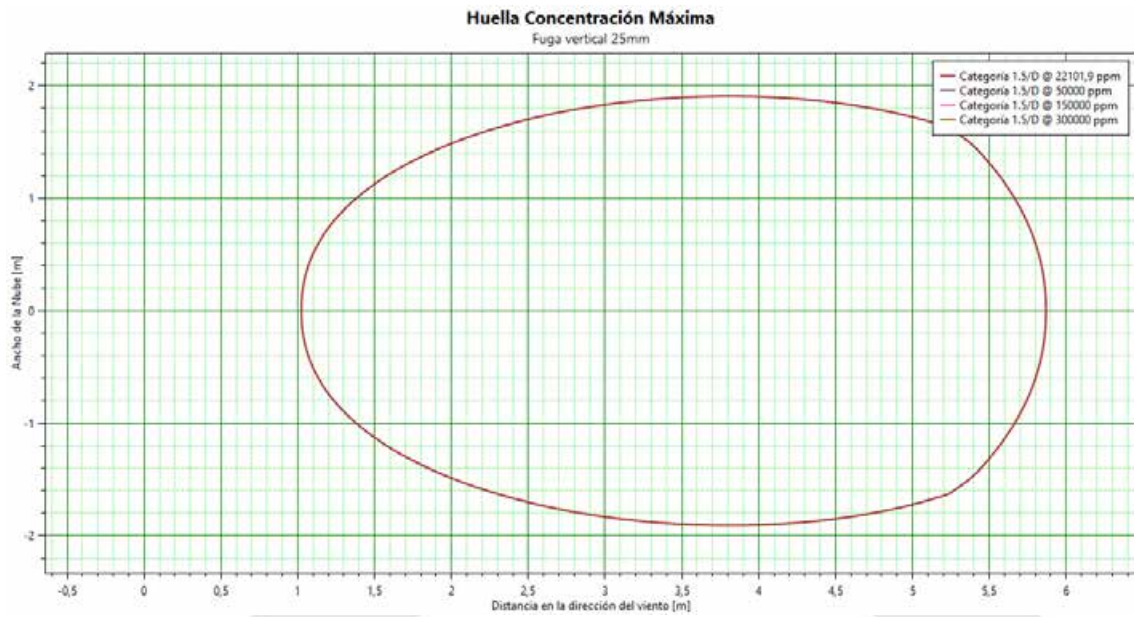


Ilustración 45. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metros de altura. Altura de interés: 16 m (límite). Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

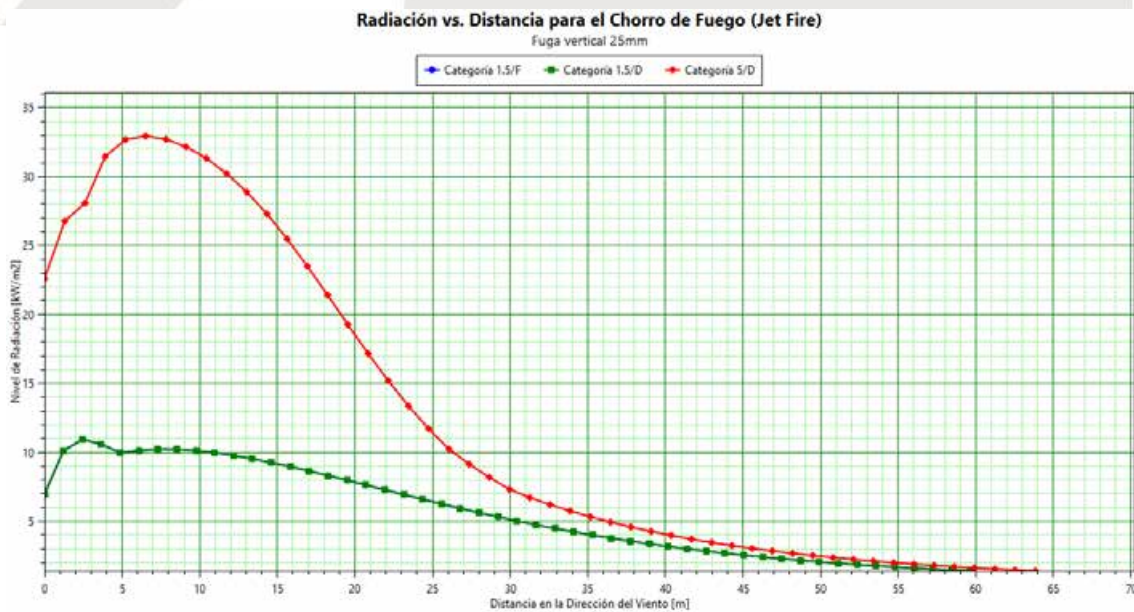


Ilustración 46. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego vertical por un orificio de 25 mm, a 2,5 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

3.4. FUGA INCLINADA 45 GRADOS POR UN ORIFICIO DE 25 MM

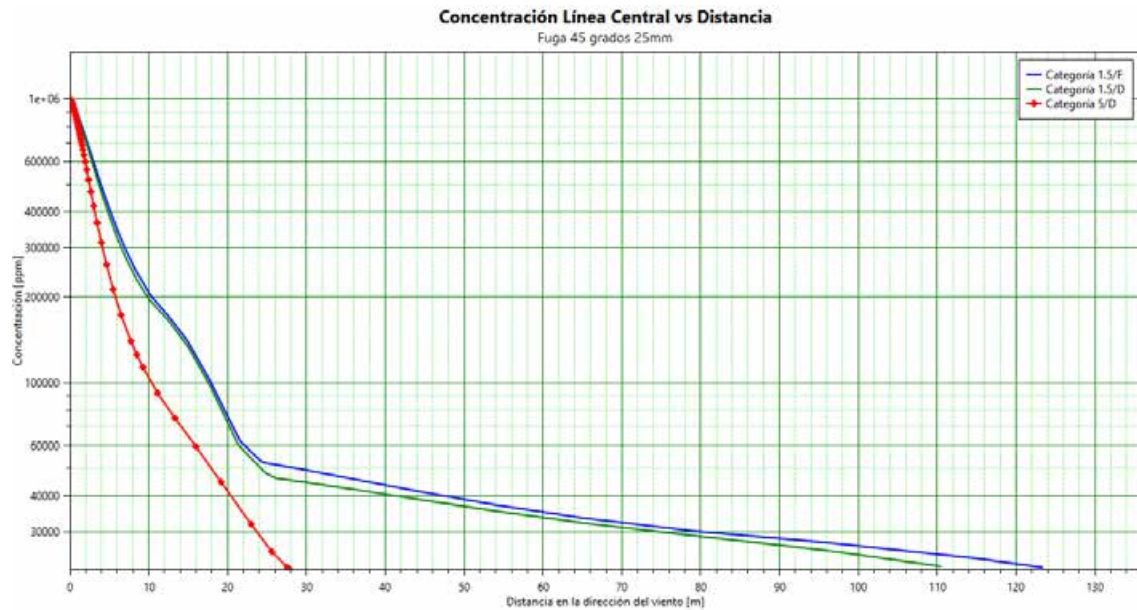


Ilustración 47. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

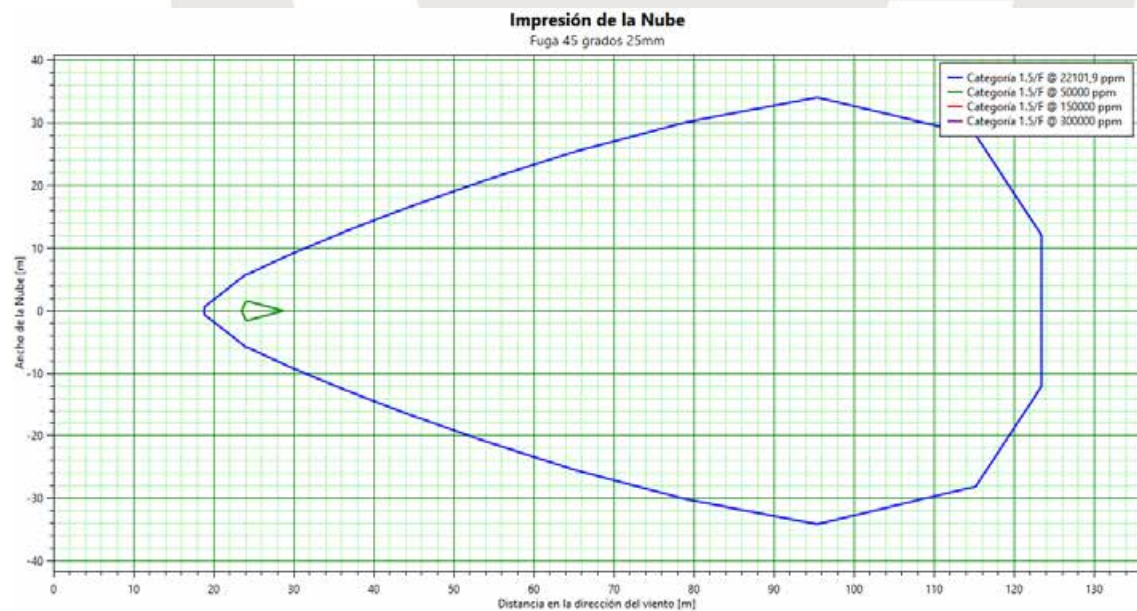


Ilustración 48. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

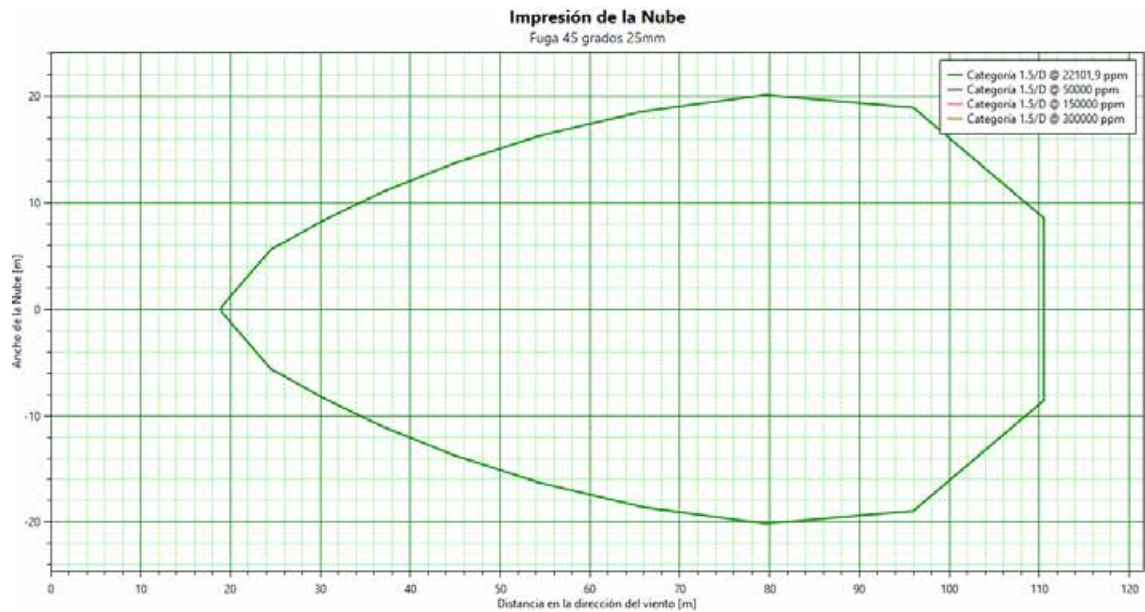


Ilustración 49. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

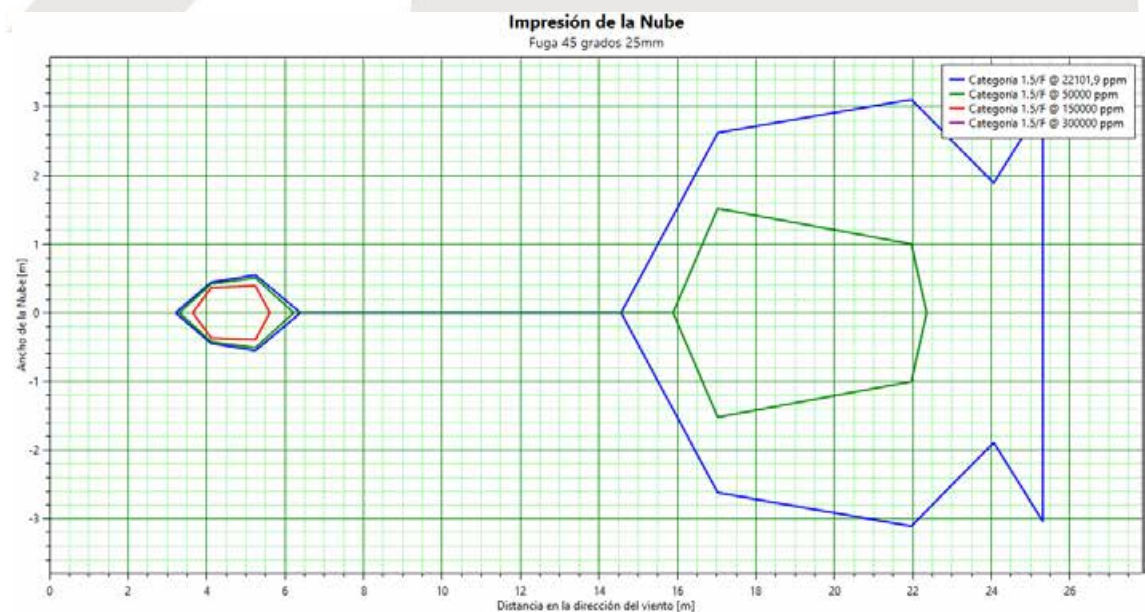


Ilustración 50. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

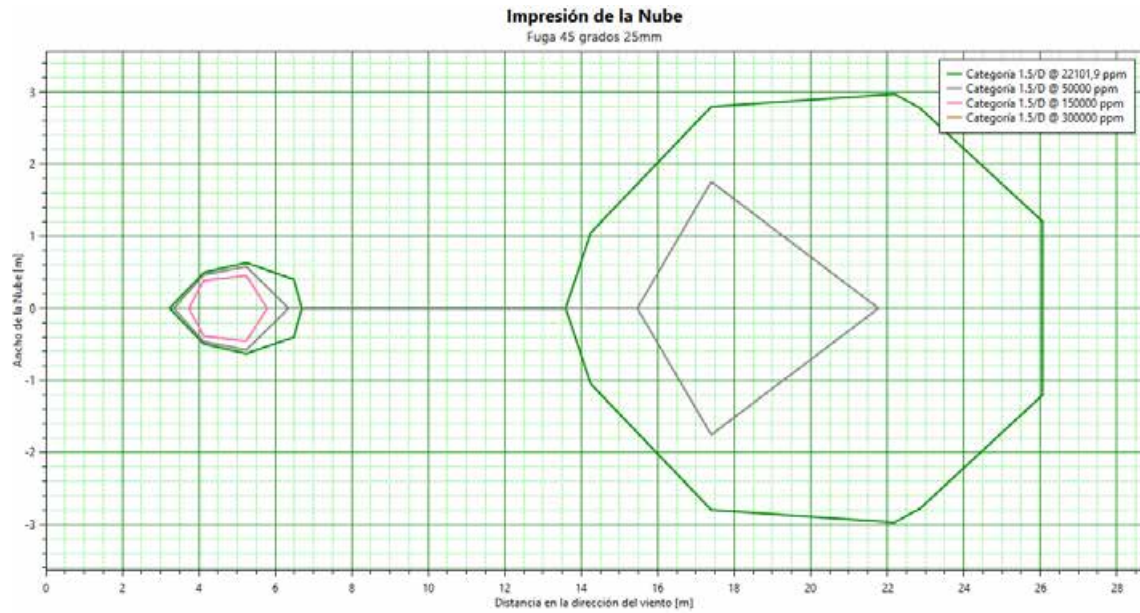


Ilustración 51. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

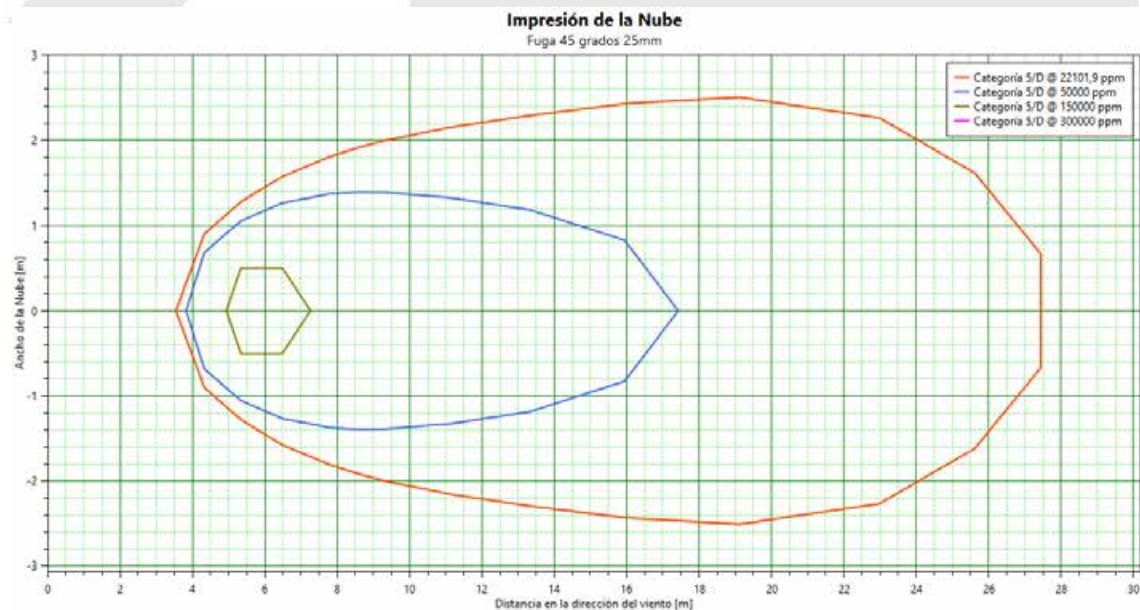


Ilustración 52. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

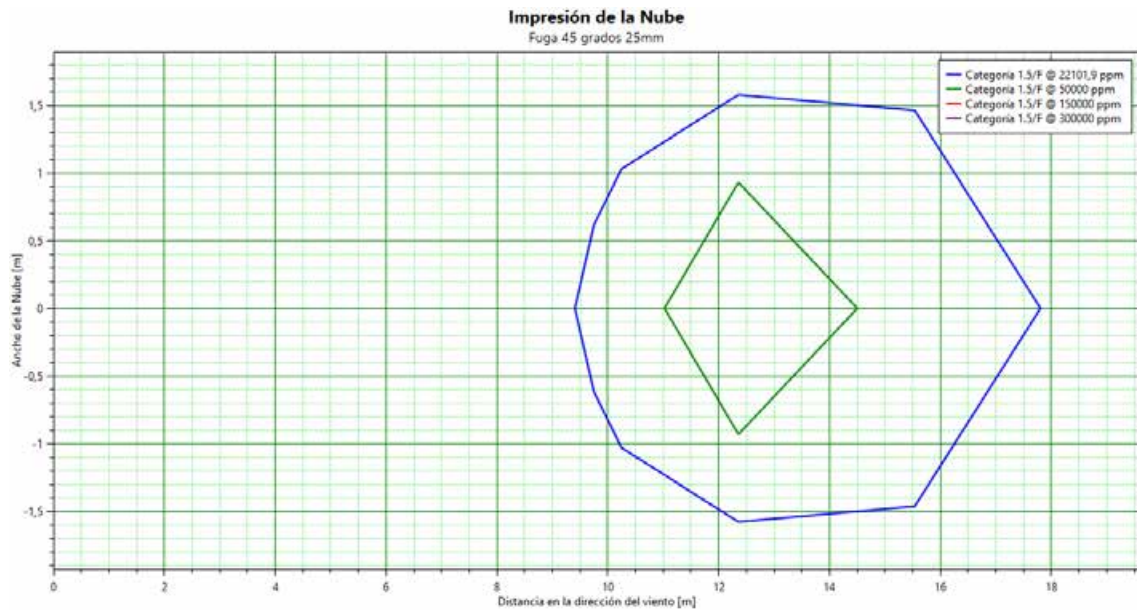


Ilustración 53. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 9 m (límite). Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

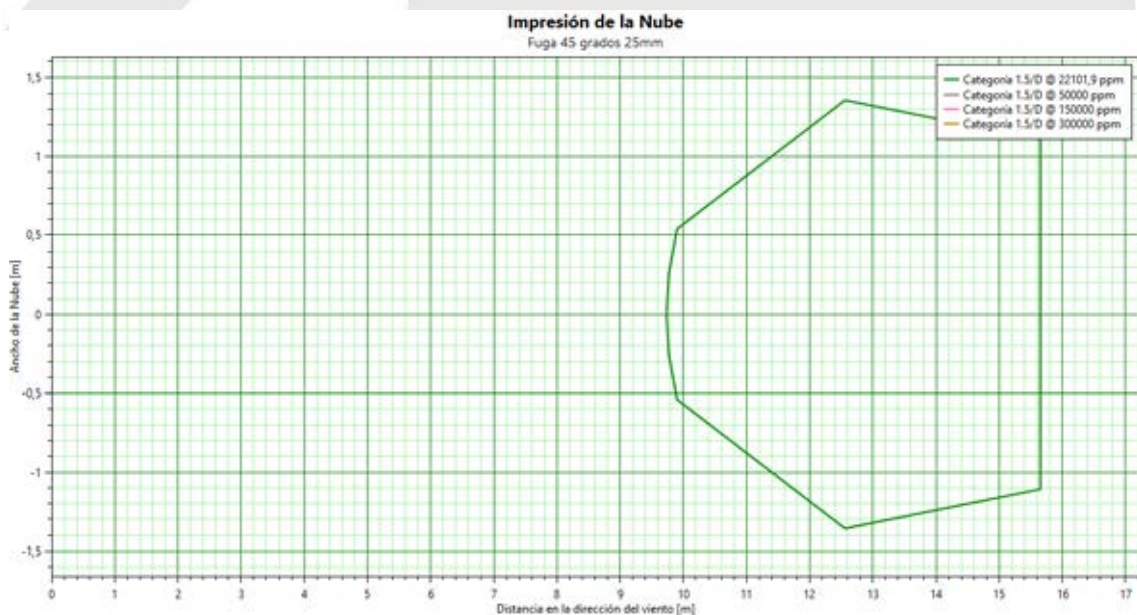


Ilustración 54. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 9 (límite) m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

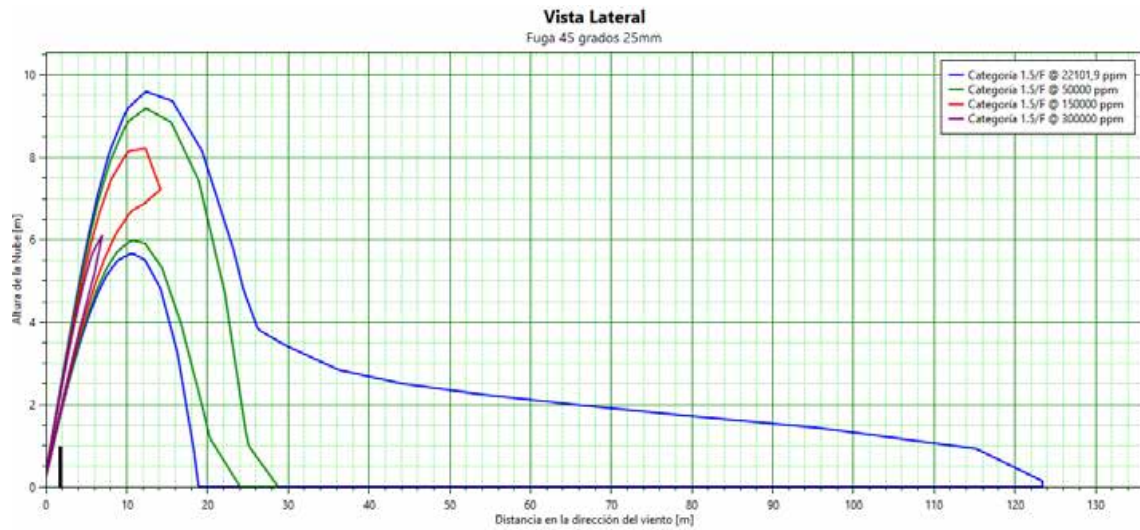


Ilustración 55. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

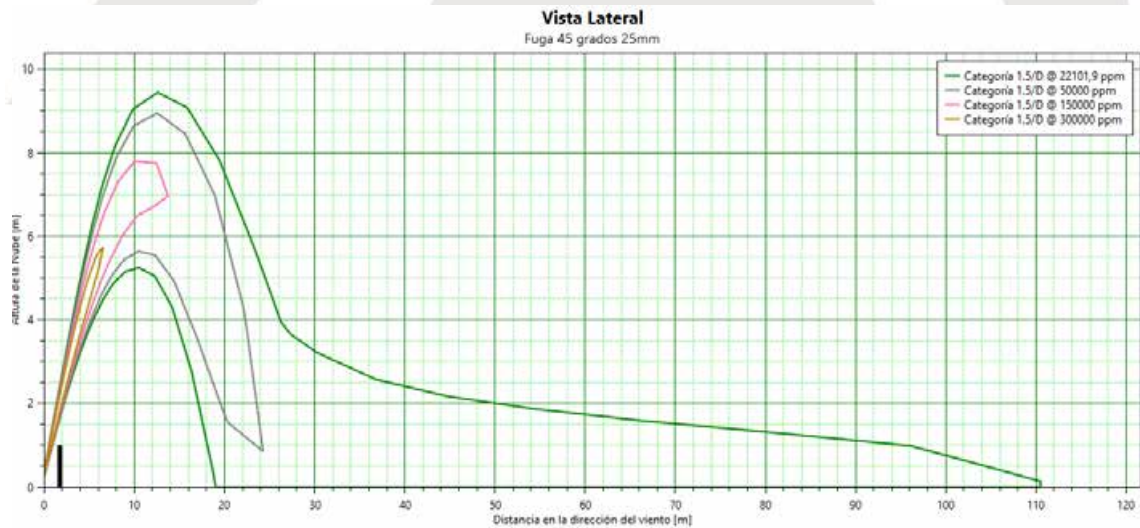


Ilustración 56. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

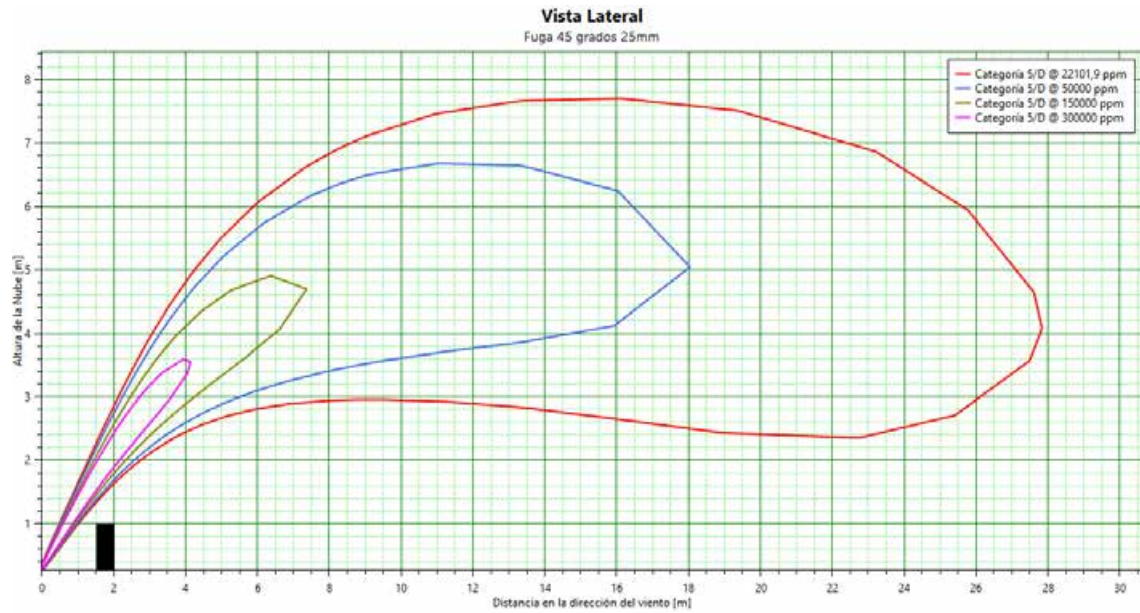


Ilustración 57. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2



Ilustración 58. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

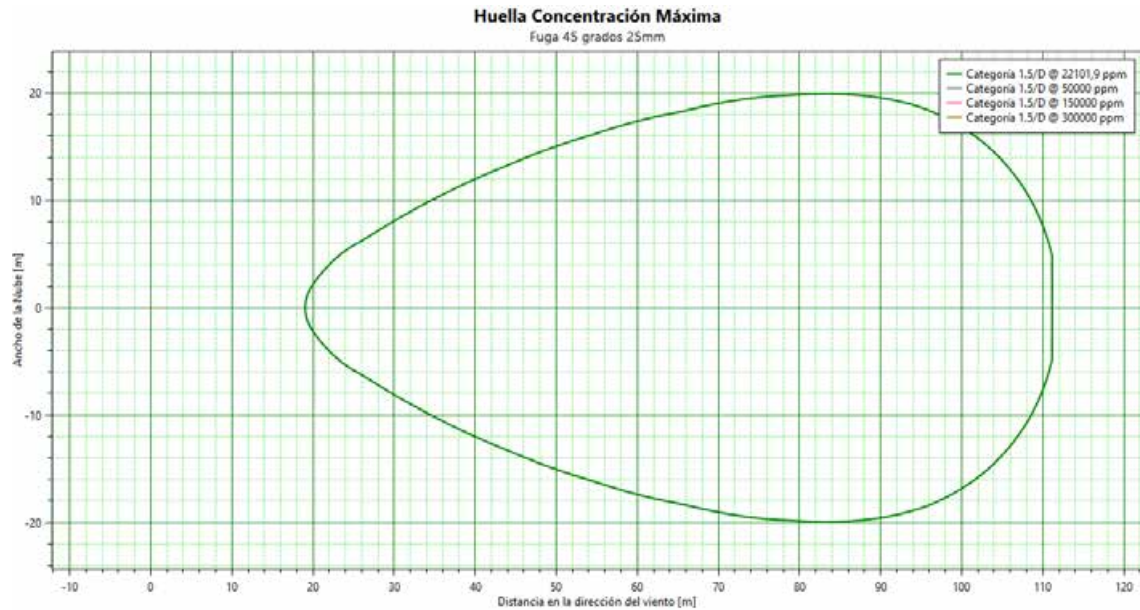


Ilustración 59. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

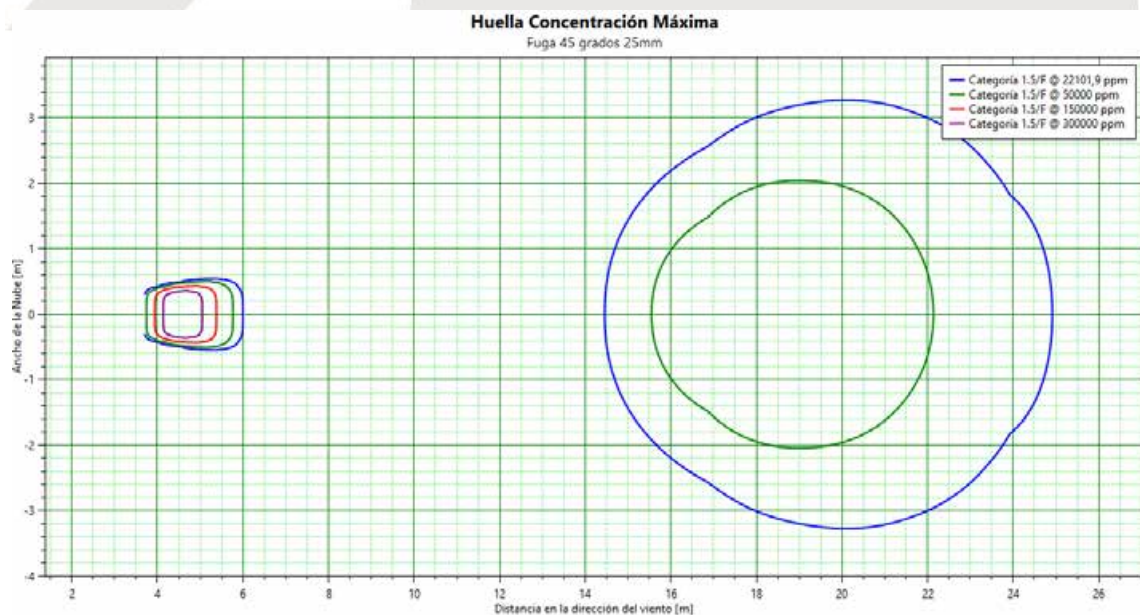


Ilustración 60. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

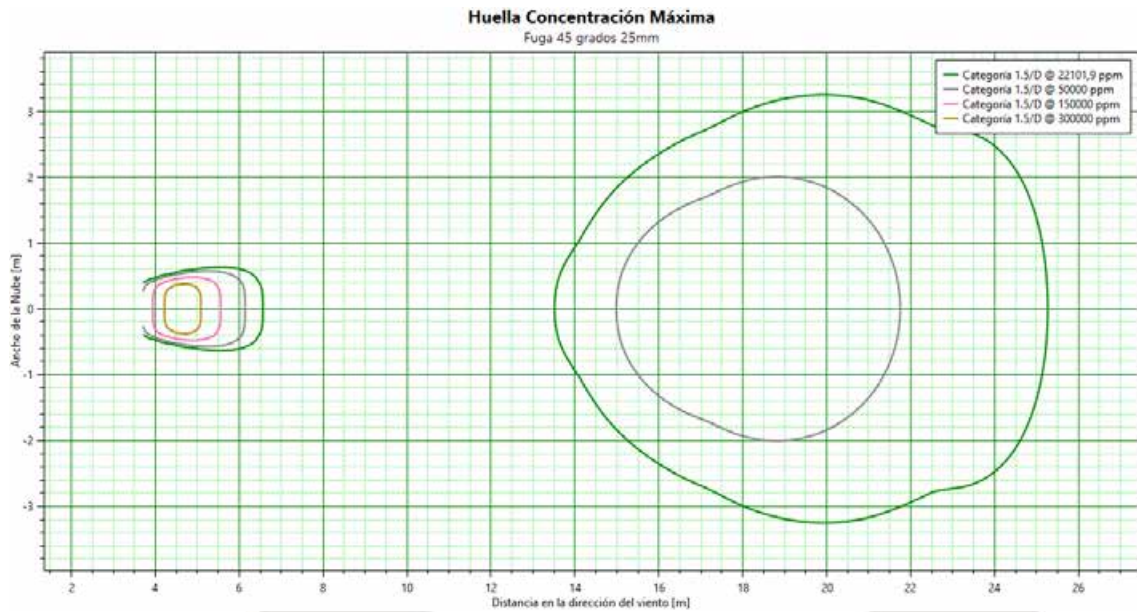


Ilustración 61. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

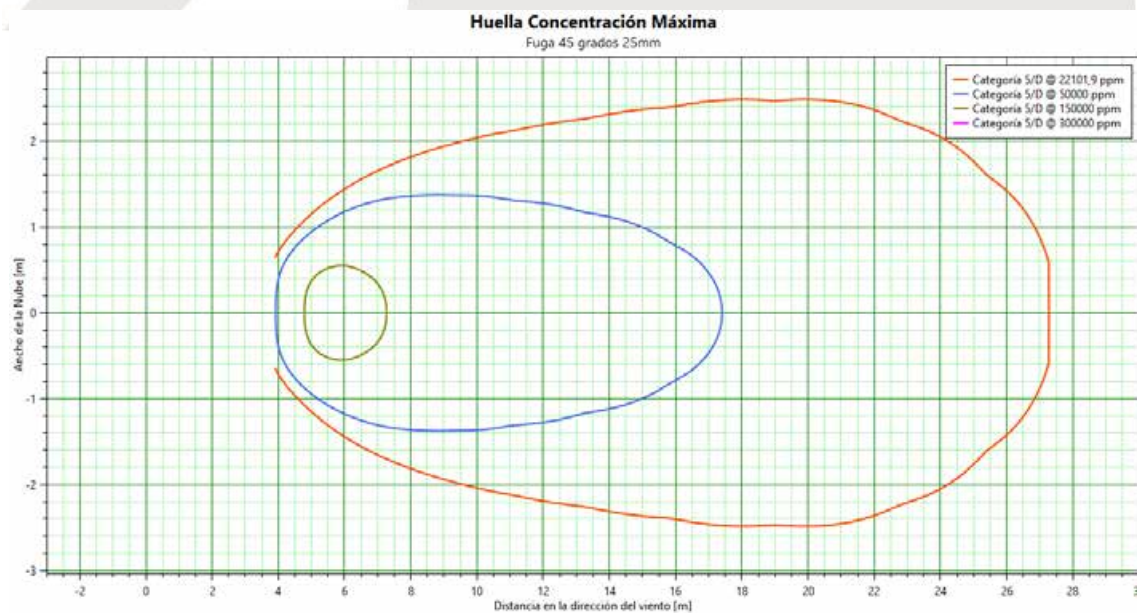


Ilustración 62. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 4,5 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

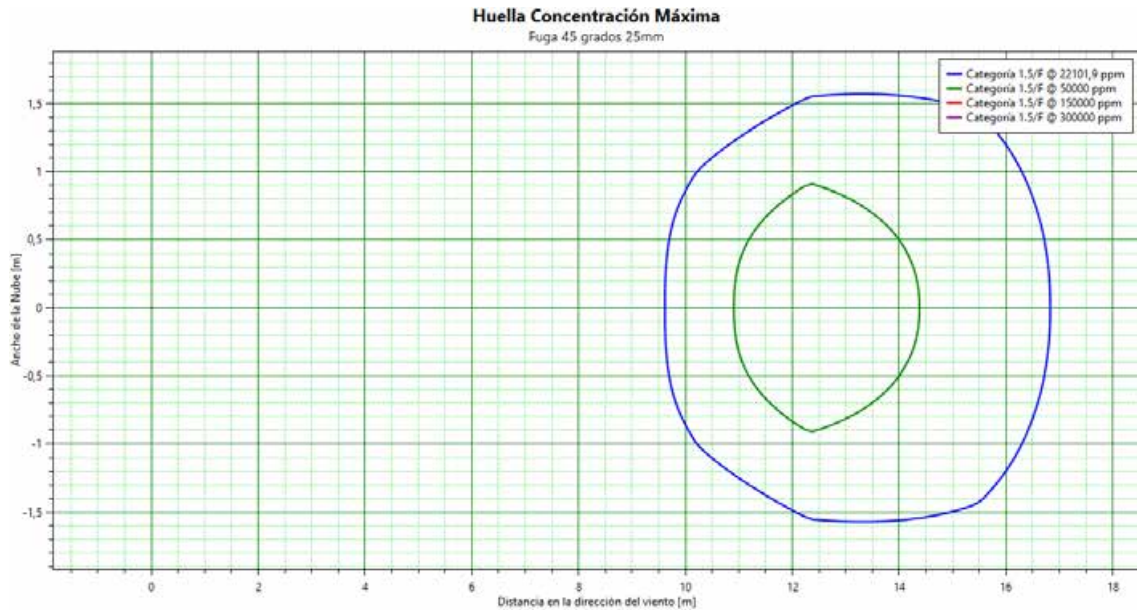


Ilustración 63. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 9 m (límite). Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

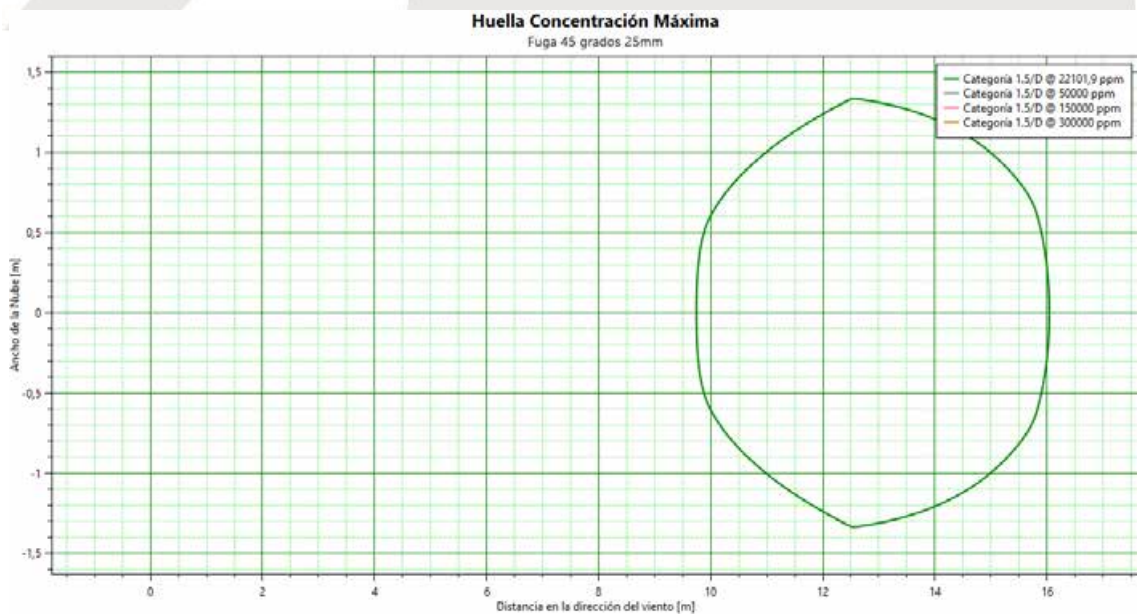


Ilustración 64. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga inclinada 45 grados por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Altura de interés: 9 m (límite). Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

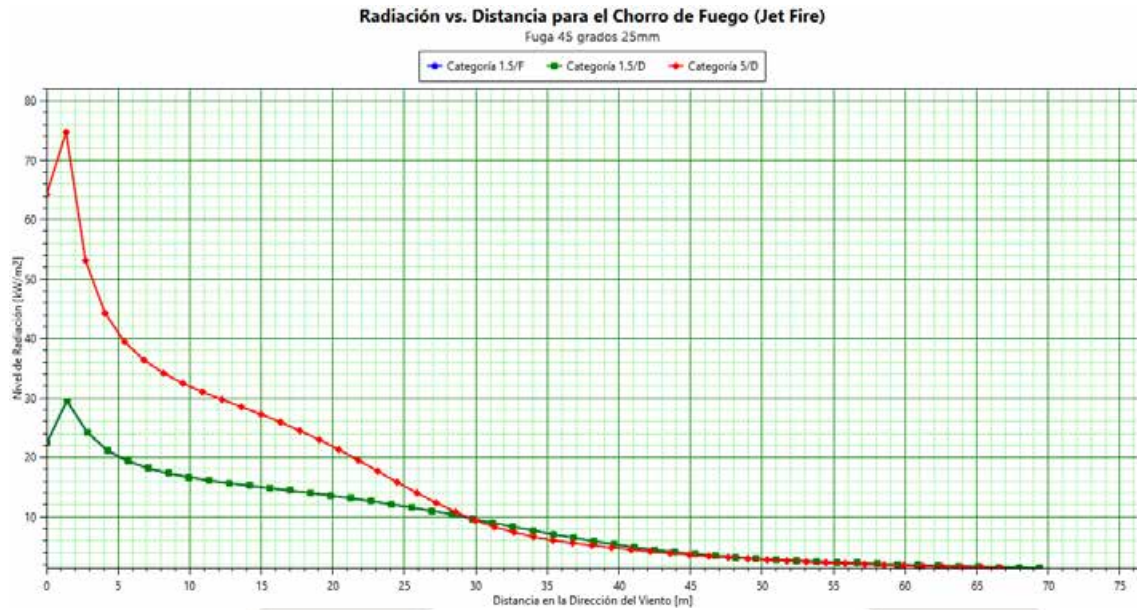


Ilustración 65. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego inclinado 45 grados por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

3.5. FUGA SUELO POR ORIFICIO DE 25 MM

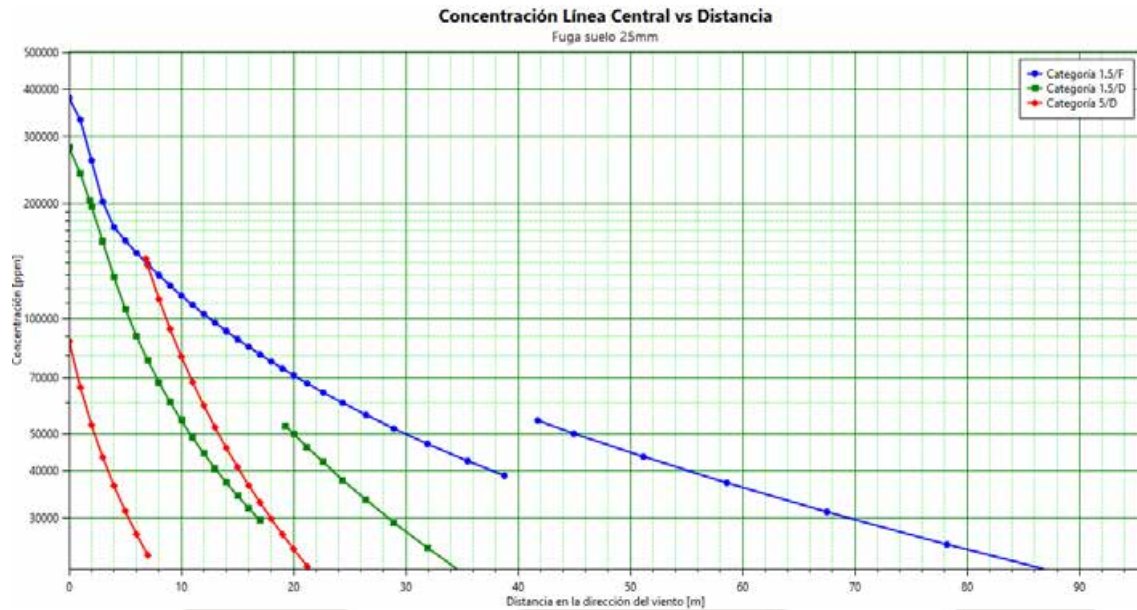


Ilustración 66. Simulación de concentración media (en ppm) vs distancia para las tres categorías climatológicas en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 1 metro de altura. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

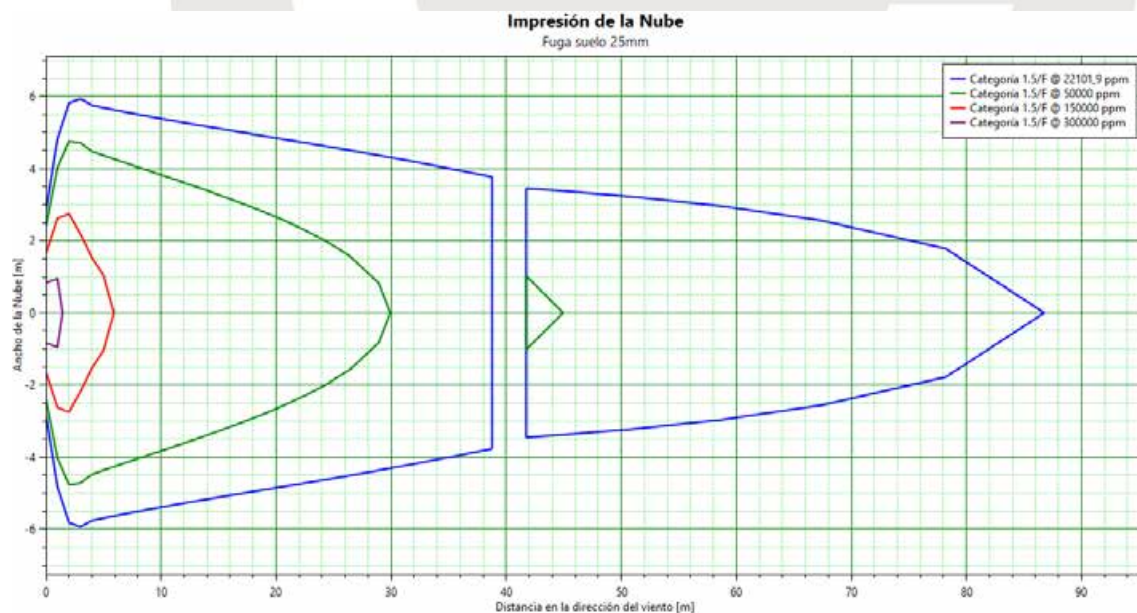


Ilustración 67. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

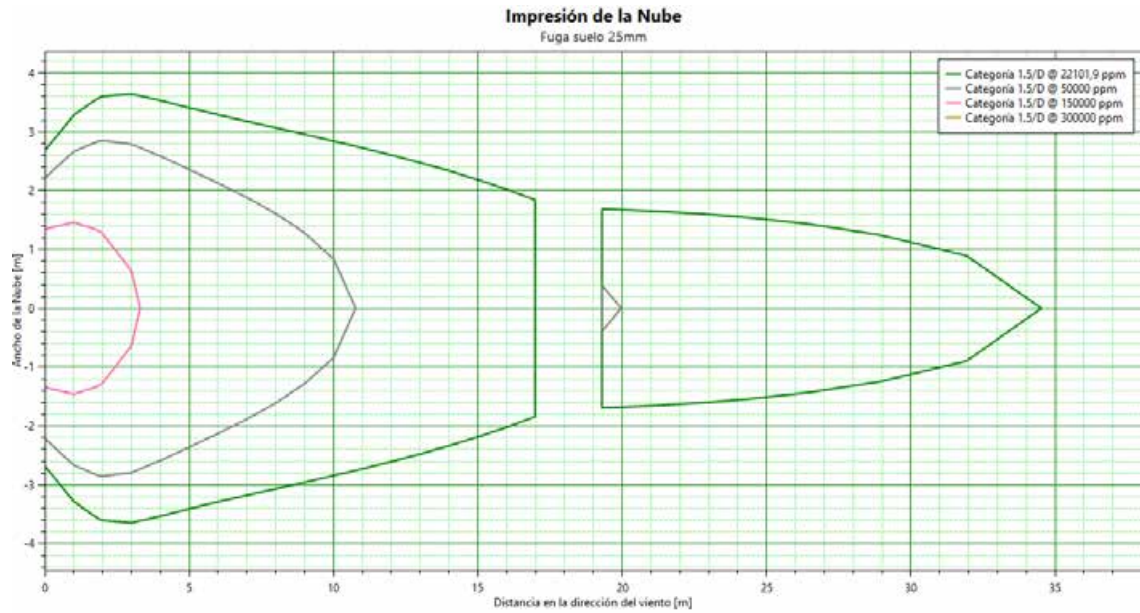


Ilustración 68. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s.

Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

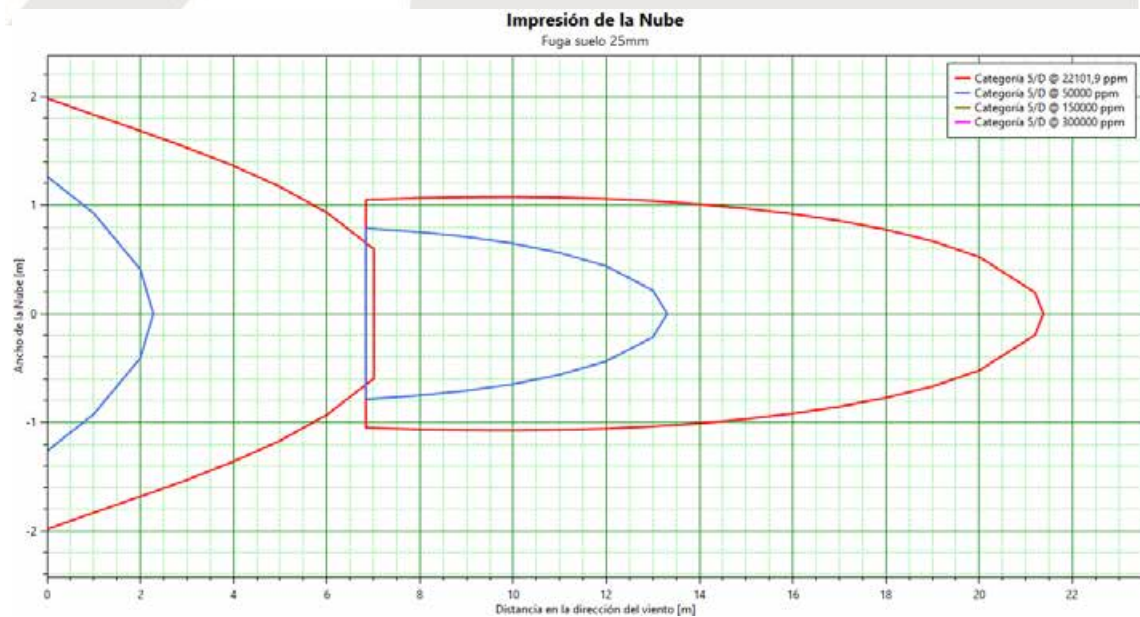


Ilustración 69. Simulación de impresión de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s.

Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

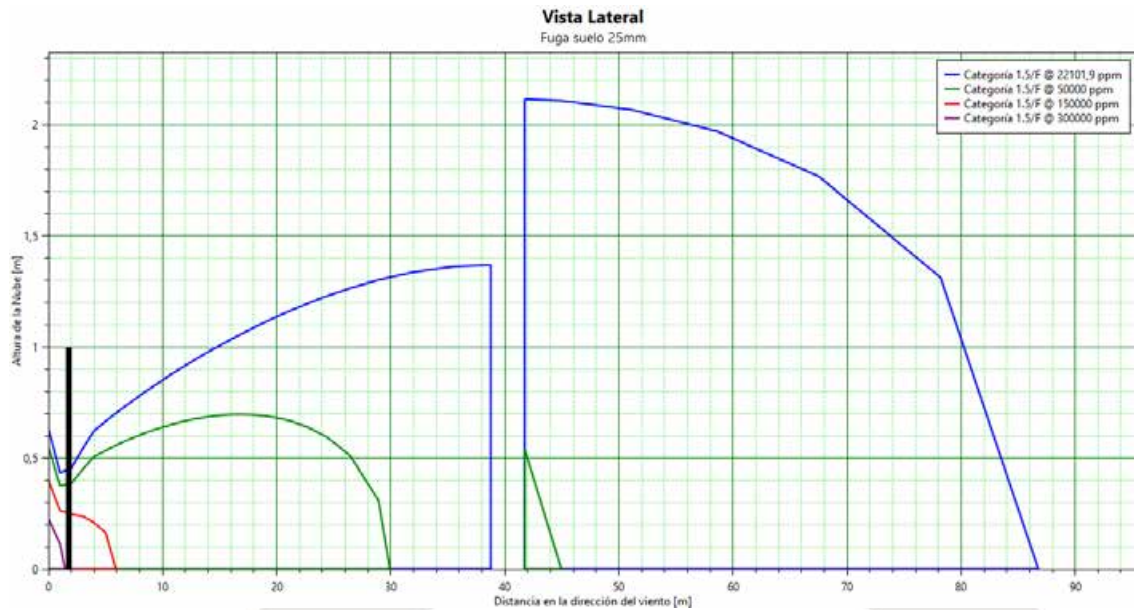


Ilustración 70. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

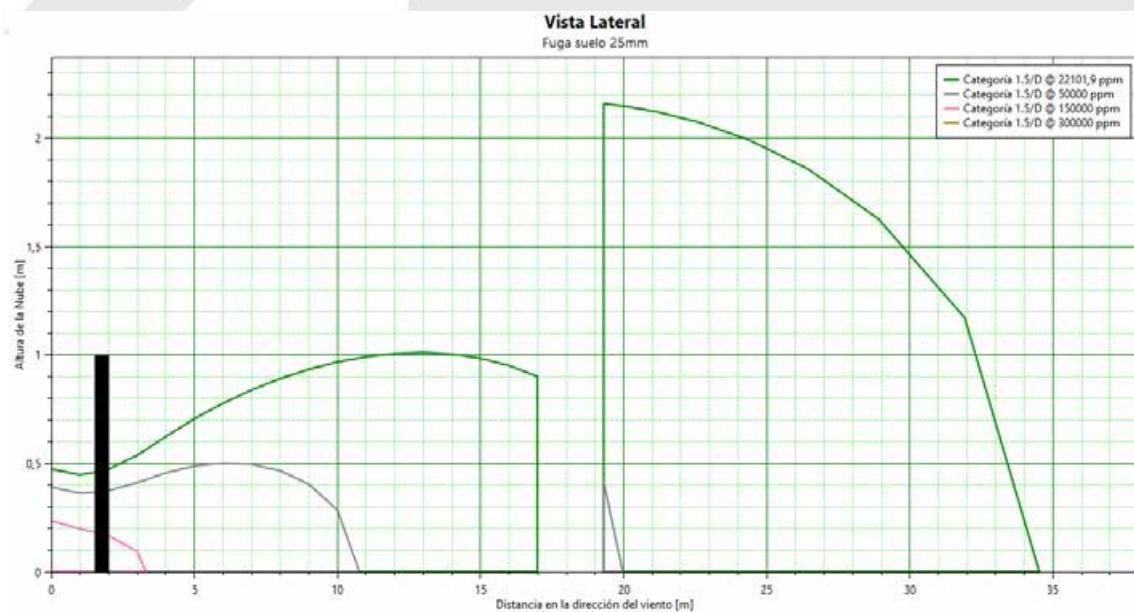


Ilustración 71. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

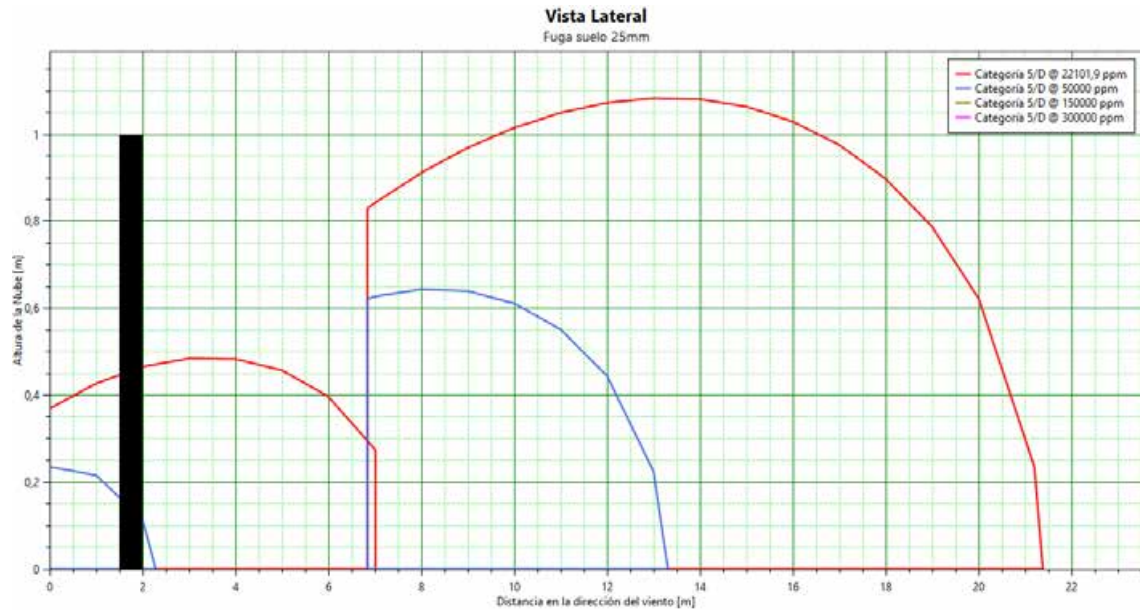


Ilustración 72. Simulación de vista lateral de la nube (en ppm) vs distancia en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

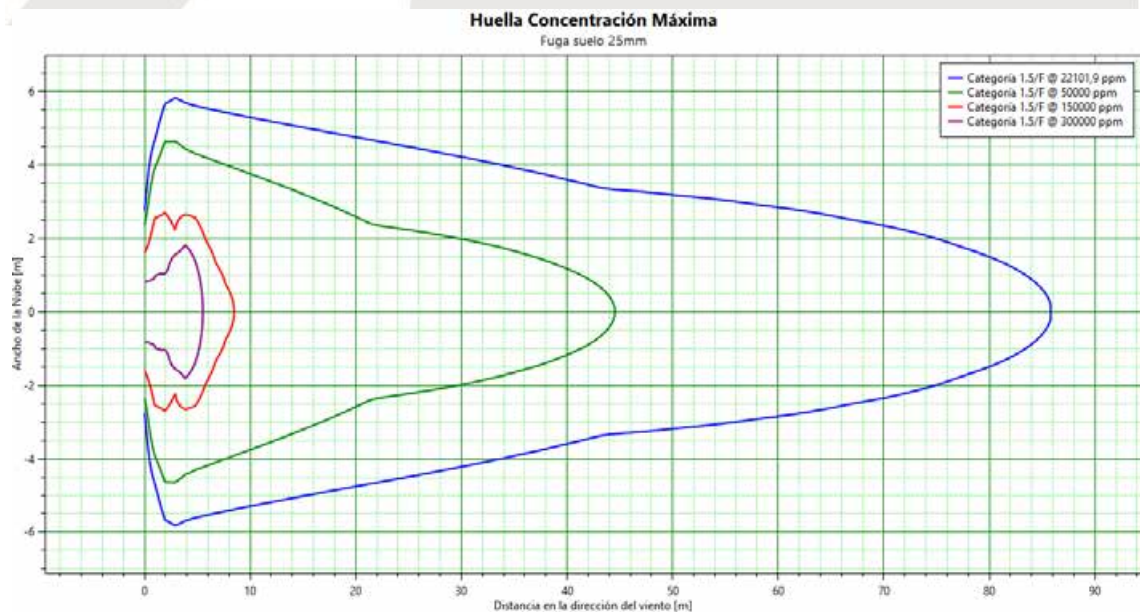


Ilustración 73. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima F – Velocidad del viento 1,5 m/s. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

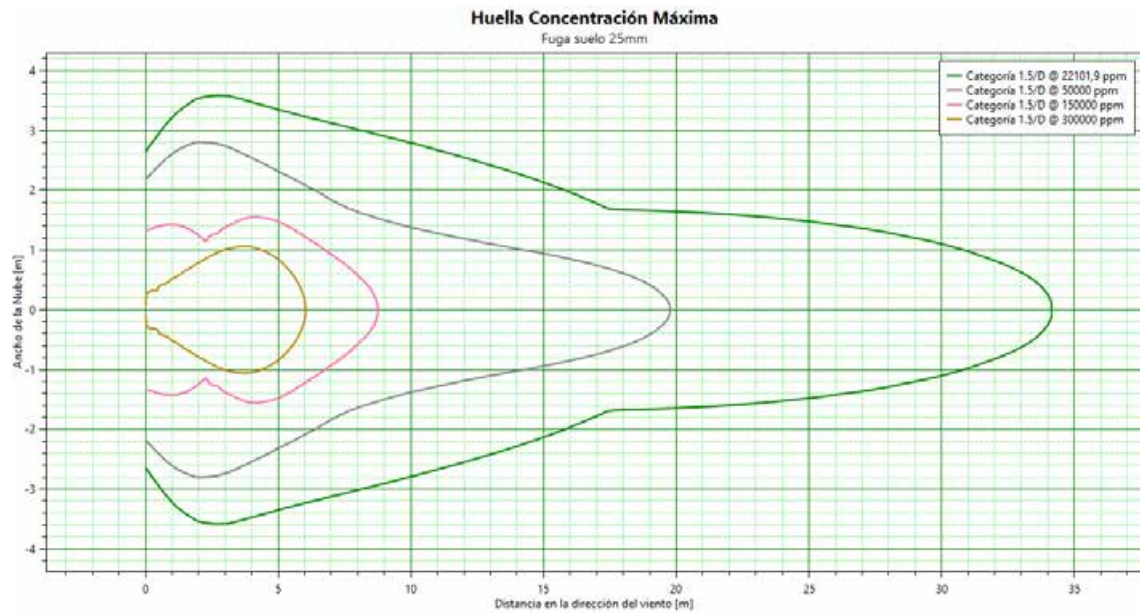


Ilustración 74. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 1,5 m/s.

Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

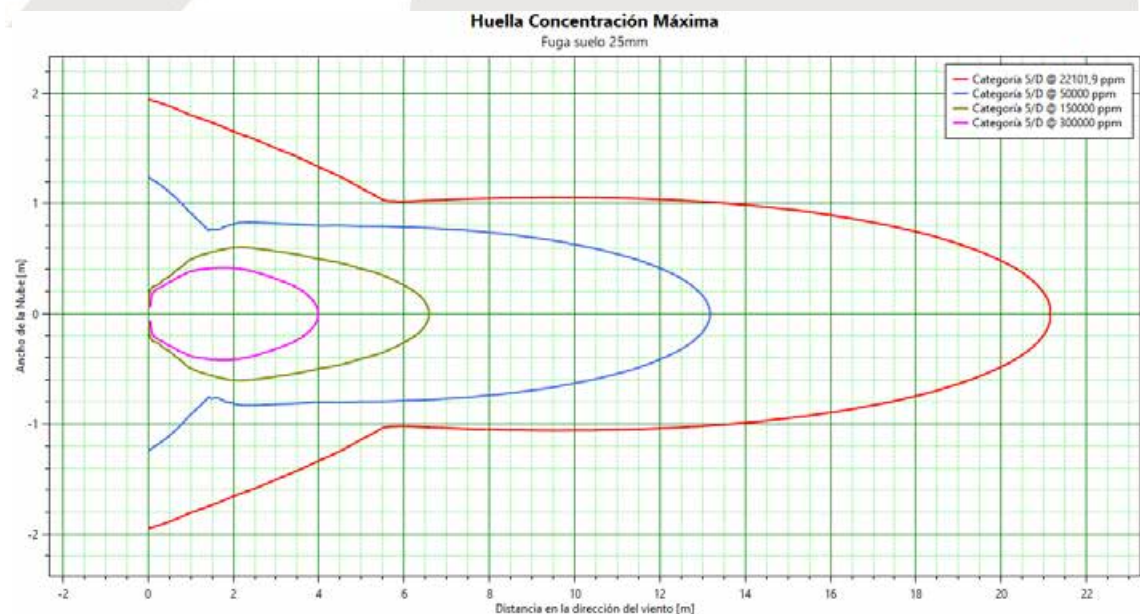


Ilustración 75. Simulación de impresión máxima de la nube vs distancias en caso de fuga suelo por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura. Altura de interés: 0 m. Clima D – Velocidad del viento 5 m/s.

Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

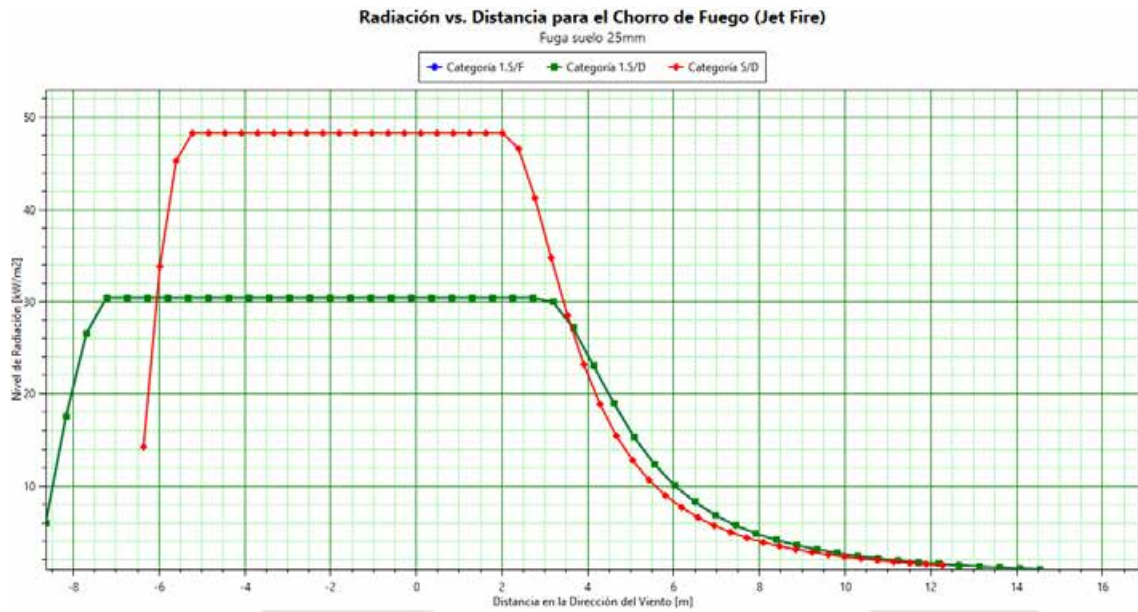


Ilustración 76. Simulación de radiación vs distancia en caso de chorro de fuego por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

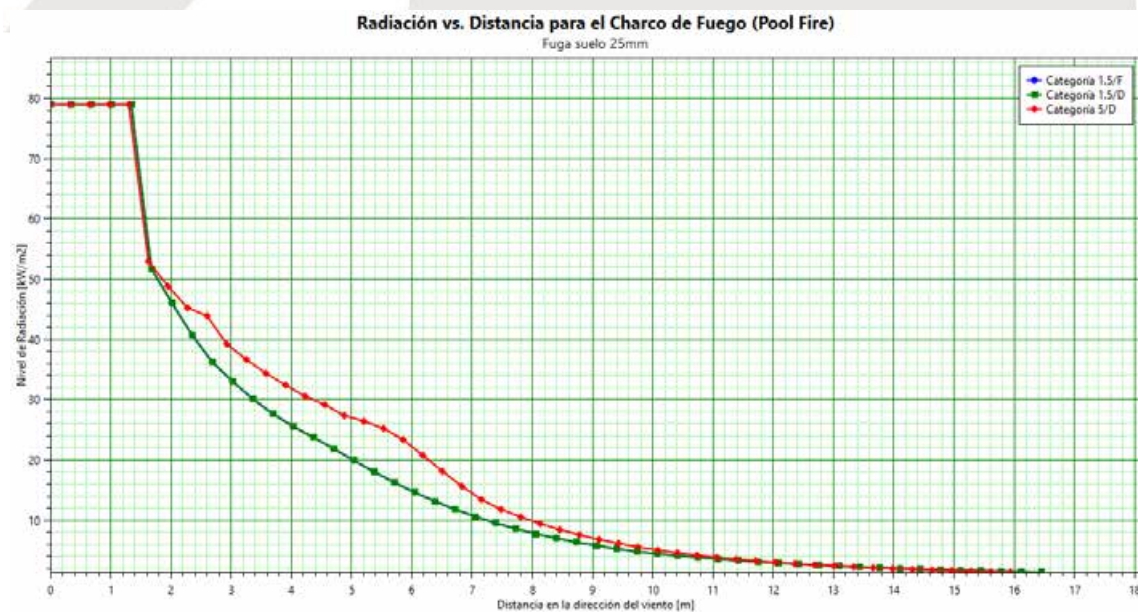


Ilustración 77. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

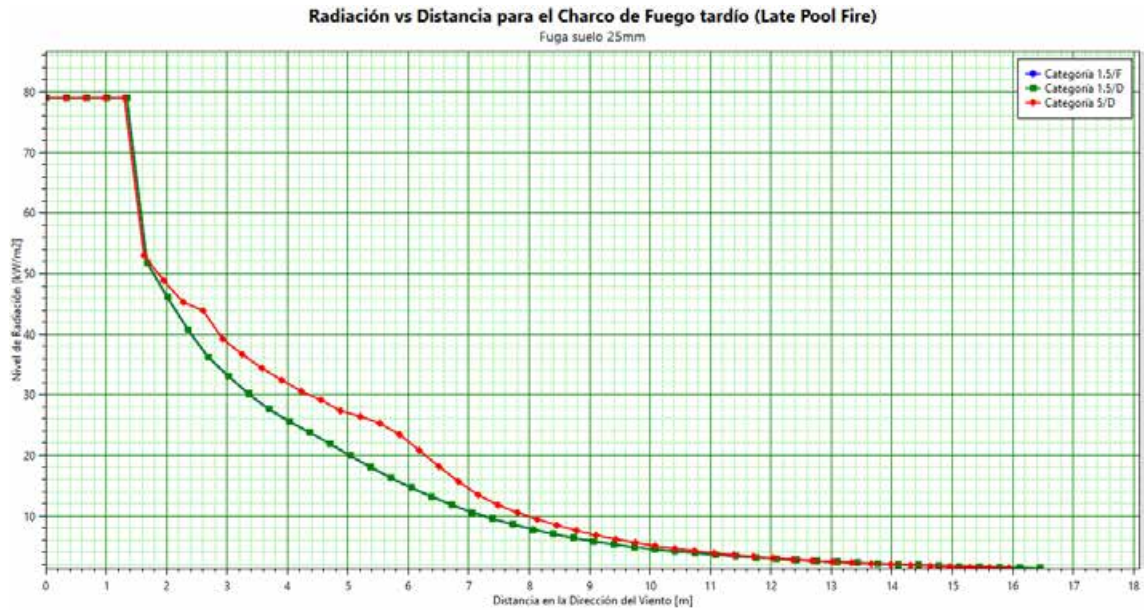


Ilustración 78. Simulación de radiación vs distancia en caso de charco de fuego tardío por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

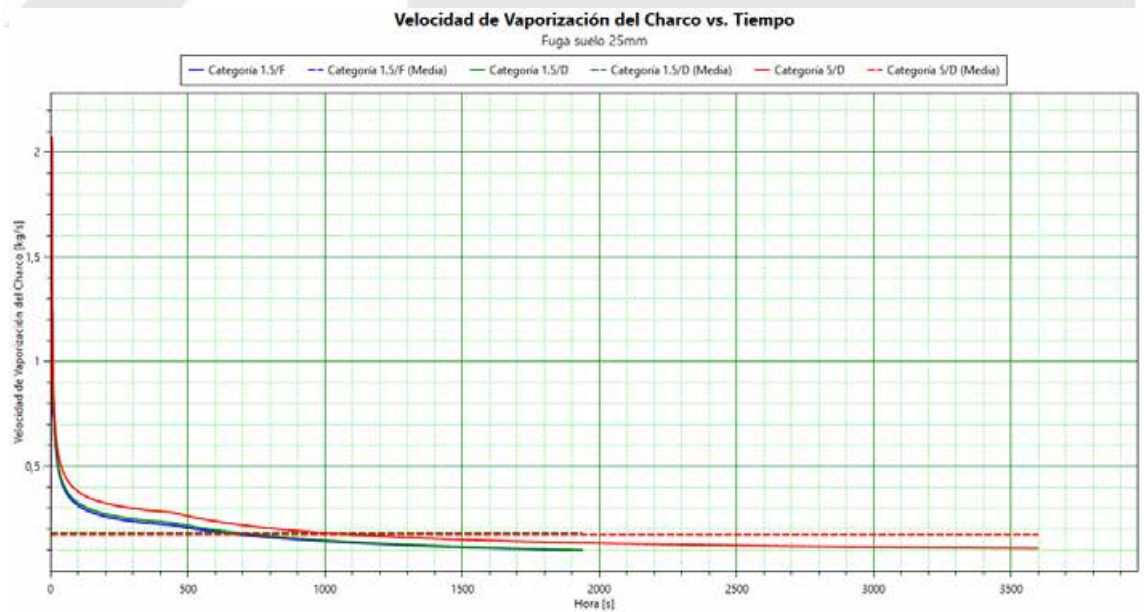


Ilustración 79. Simulación de velocidad de vaporización de charco vs tiempo en caso de charco creado por un orificio de 25 mm, a 0,30 metro de altura, para los diferentes escenarios de clima. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

4. TERMINAL DE CARGA RODADA



Ilustración 80. Simulación de radiación causada por bola de fuego (en kW/m²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2



Ilustración 81. Simulación de radiación causada por chorro de fuego (en kW/m²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2



Ilustración 82. Simulación de radiación causada por charco de fuego (en kW/m²) en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2

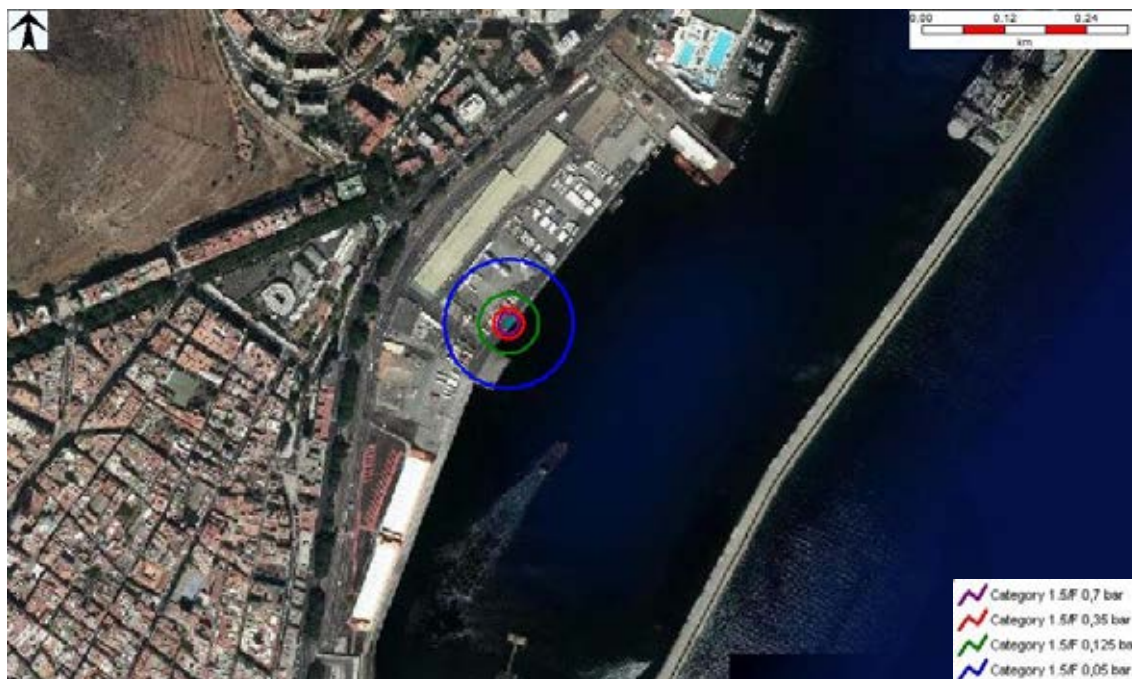


Ilustración 83. Simulación de sobrepresión para daños a personas (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2



Ilustración 84. Simulación de sobrepresión para daños estructurales (en bar de sobrepresión) causada por BLEVE en Terminal de Cruceros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: Elaboración propia con software Phast 7.2



**PLAN DE ACTUACIÓN
CASOS DE EMERGENCIA**

En el presente documento se reflejarán una serie de instrucciones a seguir para los distintos casos de emergencia que puedan darse en la planta satélite compacta de GNL. Antes de describir cada una de ellas, se debe aclarar que para cualquier situación de emergencia sobre la planta de GNL se declara **Emergencia de Nivel 3 o Emergencia General**.

Por tanto:

- Jefe de Emergencia
 1. Activará el sistema de alarma general
 2. Solicitará ayuda externa
- Todos:
 1. Desalojarán el establecimiento siguiendo el itinerario marcado
 2. Deberán conservar la serenidad
 3. Deberán esperar en el punto de reunión

1.- INSTRUCCIONES DE EMERGENCIA

Actuaciones a realizar en caso de que se detecte cualquiera de las siguientes circunstancias:

1.1.-Derrame de líquido

- Parar la planta y cerrar la válvula de bloqueo.
- Antes de intentar cortar el derrame, se deberá avisar y comunicar lo antes posible lo ocurrido al director de seguridad.
- Intentar cerrar la válvula manual aguas arriba del punto donde se produce el derrame.

1.2.-Escape o fuga de gas incontrolada

- Antes de intentar cortar la fuga, avisar al director de seguridad o jefe de emergencia.
- Intentar cerrar la válvula aguas arriba de la fuga.
- En caso de que se produzca una nube de gas, evacuar la instalación y alertar al personal ajeno que pueda verse afectado.

1.3.-Escape de gas con incendio

- Antes de intentar cortar la fuga, se deberá avisar y comunicar lo antes posible lo ocurrido al director de seguridad.
- Intentar cortar la fuga de gas cerrando la válvula situada aguas arriba del escape.
- Cerrar la válvula de bloqueo cortando el paso de gas a consumo.
- Dependiendo del tamaño, peligro o duración del incendio, el operario decidirá el extintor a emplear. En caso de que éste se acentúe, evacuará lo antes posible la instalación alertando al personal que pueda verse afectado.

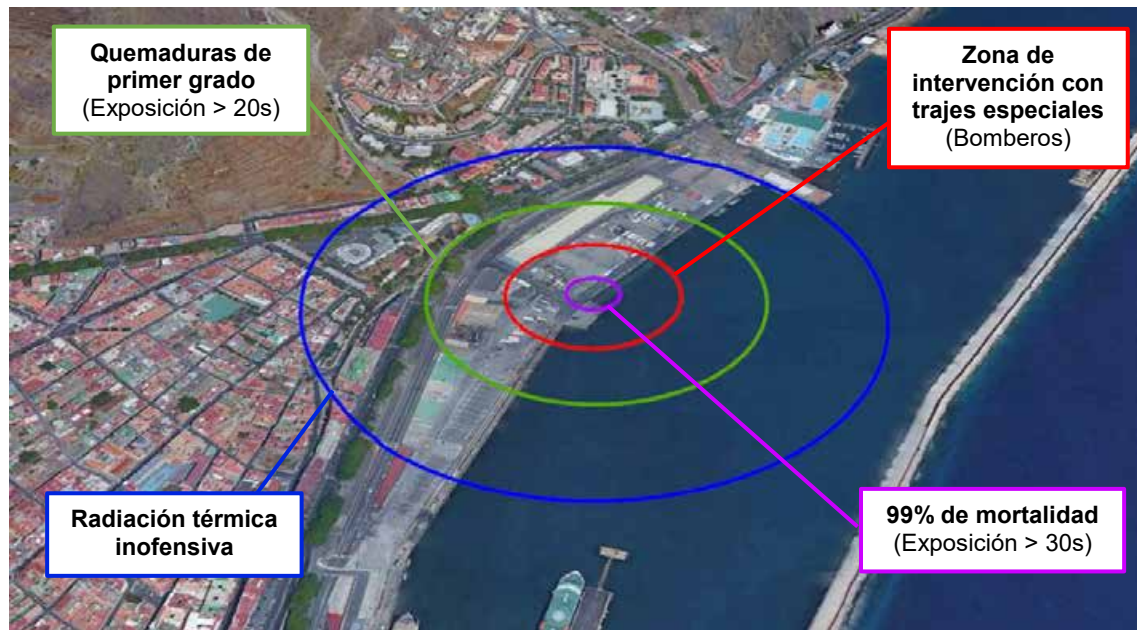
2.- INCIDENCIAS EN PROCESO DE DESCARGA

Si se produce cualquier de las incidencias descritas en el apartado anterior durante el proceso de descarga, como medida de precaución deberá pararse la operación de descarga cerrando las válvulas de la cisterna tanto la de llenado de depósito como la del evaporizador atmosférico.

3.- ACTUACIÓN EN CASO DE BLEVE

Tal y como se ha descrito en el *Análisis de Riesgos de Planta Satélite GNL*, el incendio por bola de fuego es un tipo de accidente que entraña mucho peligro y normalmente consecuencia de una explosión tipo BLEVE. En el supuesto caso de que se produzca esta improbable situación, al igual que en los casos anteriores se deberá realizar lo siguiente:

- Jefe de Emergencia
 1. Activará el sistema de alarma general
 2. Solicitará ayuda externa
- Recomendaciones
 - Evacuar la instalación en un radio de **34 metros**, evitando estar expuesto a la nube un tiempo superior a 30 segundos
 - En un radio de **112 metros**, únicamente se podrá acceder al establecimiento con trajes especiales durante un tiempo limitado. Es por ello que únicamente se permite el paso de los bomberos.
 - Por mayor seguridad, todas aquellas personas tanto personal del establecimiento como ajenos a este que se encuentran en un radio de **363 metros** de la instalación de GNL. Deberá ser alertada y evacuada para evitar quemaduras de primer grado.



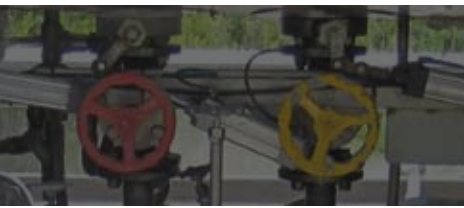
En los planos adjuntos al plan de emergencia se detalla los radios de seguridad enumerados en el gráfico anterior



ANEXO II
GUÍA OPERATIVA
INTERVENCIÓN ANTE ACCIDENTES EN EL
TRANSPORTE DE MATERIAS PELIGROSAS
EN VEHÍCULOS CISTERNA

Guía Operativa

INTERVENCIÓN ANTE ACCIDENTES EN EL
TRANSPORTE DE MATERIAS PELIGROSAS
EN VEHÍCULOS CISTERNA



Prólogo

Es un placer poder escribir estas líneas, en nombre de todos los que hemos participado en la redacción de esta guía operativa y de los que han hecho posible publicarla, porque nuestra gran ilusión se ha hecho realidad: poner al alcance de cualquier bombero nuestros conocimientos sobre cisternas de transporte de mercancías peligrosas y cómo actuar sobre ellas en caso de accidente; conocimientos adquiridos a partir del interés, la consulta, la práctica y, en gran medida, la experiencia.

¿Cómo se ha gestado este proyecto? A partir de encuentros periódicos de trabajo que, integrantes de diversos cuerpos de bomberos, iniciamos en el año 2012 con el objetivo de compartir y avanzar en el conocimiento de la intervención ante riesgos tecnológicos. A lo largo de estos encuentros hemos iniciado diversos grupos de trabajo, uno de los cuales (el primero en finalizar y “materializarse”) ha tratado la redacción de esta guía que tenéis física o “digitalmente” entre manos.

En seguida os daréis cuenta que esta guía está escrita por bomberos y para bomberos, sobre todo por el enfoque práctico y eminentemente operativo que le hemos querido dar. Muchos lamentábamos la ausencia de un documento de esta naturaleza, que nos pudiese servir de ayuda a la formación del conocimiento operativo y a la redacción de procedimientos de intervención.

El cuerpo principal del documento se dedica a exponer la metodología genérica de intervención ante accidentes de cisternas de mercancías peligrosas, y deja para los anexos el desarrollo más exhaustivo del conocimiento sobre las cisternas de transporte por carretera o ferrocarril.

Dicha metodología genérica persigue ofrecer una sistemática de intervención en accidentes con mercancías peligrosas, concretando las funciones tácticas a ejecutar por el operativo de bomberos, y ordenándolas en el tiempo atendiendo a su prioridad. Sobre todo, pretende ser una ayuda a los mandos operativos de la intervención.

Los anexos tratan con mucho detalle la identificación y la descripción de las diferentes familias de cisternas, así como de sus elementos más característicos y de los métodos de trasvase y levantamiento en caso de vuelco. Muchos de los anexos tienen, prácticamente, vida propia.

Sin más demora, os invitamos a que os adentréis en el mundo de la intervención en accidentes de cisternas de transporte de mercancías peligrosas.

Cuanta mayor utilidad encontréis a esta guía, mayor será nuestra satisfacción.

Albert Ventosa Carulla

Coordinador del grupo de trabajo de redacción

Autores:

Lluís Domingo de Barberá	Bombers de la Generalitat de Catalunya
Albert Ventosa Carulla	Bombers de la Generalitat de Catalunya
Javier Elorza Gomez	Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento de la Diputación Foral de Bizkaia
Jose María Bilbao Ruiz	Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento de la Diputación Foral de Bizkaia
Jose María Gil Gutiérrez	Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento de la Diputación Foral de Bizkaia
Francisco Velamazán Cabrero	S.P.E.I.S Toledo
José Antonio Marín Ayala	Consortio de Extinción de Incendios y Salvamento de la Región de Murcia
Jesús Belmonte Pérez	S.E.I.S del Ayuntamiento de Murcia

Agradecimientos:



índice

1.	OBJETO DE LA GUÍA TÉCNICA.	007
2.	DESTINATARIOS.	007
3.	ÁMBITO.	007
4.	NORMATIVA BÁSICA DE APLICACIÓN.	007
5.	FUNCIONES DEL TRANSPORTISTA Y DEL EXPEDIDOR EN CASO DE ACCIDENTE.	008
6.	METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN.	009
7.	CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE.	023
	7.1. Consideraciones generales	023
	7.2. Análisis de la necesidad y viabilidad del trasvase de la cisterna accidentada.	023
	7.3. Requerimientos técnicos para la operativa	026
	7.4. Posiciones de la cisterna accidentada. Influencia en la valvulería.	030
	7.5. Problemas que pueden surgir antes y durante el trasvase.	031
	7.6. Organización operativa.	036

ANEXOS

Anexo 01.	VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA.	041
Anexo 02.	FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS	061
Anexo 03.	FICHAS DE INTERVENCIÓN	109
Anexo 04.	PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEVANTAMIENTO DE CISTERNAS.	137
Anexo 05.	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS.	145
Anexo 06.	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES.	161
Anexo 07.	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/ DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS).	175
Anexo 08.	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES LICUADOS DEL PETRÓLEO (GLP).	191
Anexo 09.	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS GFA (CRIOGÉNICAS).	205
Anexo 10.	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO (GNL).	217
Anexo 11.	BOTELLAS Y BOTELLONES.	233

1. OBJETO DE LA GUIA OPERATIVA.

Esta Guía Operativa es un documento formativo que pretende aportar conocimientos operativos básicos para afrontar la actuación de bomberos ante accidentes en el transporte de materias peligrosas en vehículos cisterna.

2. DESTINATARIOS.

Los destinatarios de la Guía Operativa son los integrantes operativos de cuerpos de bomberos. En especial, se dirige a los mandos operativos intermedios y superiores, para facilitar la toma de decisiones estratégicas y tácticas.

3. ÁMBITO.

El ámbito de la Guía Operativa es la intervención de bomberos ante accidentes en el transporte de materias peligrosas en vehículos cisterna o contenedor cisterna, por carretera o ferrocarril. No se incluye el transporte en bultos (cajas, sacos, GRG, ...), aunque muchos aspectos de la guía le son de completa aplicación.

4. NORMATIVA BÁSICA DE APLICACIÓN.

Los antecedentes de la regulación de la intervención en los accidentes con mercancías peligrosas, previos a la Ley 2/1985 de Protección Civil y a la Norma Básica, fueron la Orden del Ministerio del Interior del 2 de noviembre de 1981, por la que se aprobó el plan de actuación para los posibles casos de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera, y la Orden del Ministerio del Interior del 30 de noviembre de 1984, por la que se aprobó el plan de actuación para caso de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril".

Posteriormente, se promulgó la O.M. INT/3716/2004 por la que se "Publican las fichas de intervención para la actuación de los servicios operativos en situaciones de emergencia provocados por accidentes en el Transporte de M.P. por carretera y ferrocarril".

El transporte terrestre de MMPP por carretera se halla regulado actualmente en España por dos normas fundamentales:

- Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
- ADR (Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera). Las operaciones de carga y descarga de cisternas se incluyen siempre como actividades integrantes del proceso de transporte. Durante el transporte se dan las condiciones en que las probabilidades de accidente son mayores, debido a las circunstancias múltiples que pueden concurrir en el trayecto en el que se realiza el transporte con la cisterna en movimiento, a las peculiaridades de las diversas zonas de paso, y al riesgo que generan terceros vehículos.

La tipología de los accidentes con MMPP, tabla que se muestra a continuación, se atiene a la clasificación que estipula el Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.

TIPOLOGÍA	CONTINENTE	CONTENIDO
TIPO 1	Bien	Bien
TIPO 2	Desperfectos, vuelco o descarrilamiento	Si fuga
TIPO 3	Desperfectos	Fuga o derrame
TIPO 4	Daños o incendio	Fuga con llamas
TIPO 5	Destrucción	Explosión

5. FUNCIONES DEL TRANSPORTISTA Y DEL EXPEDIDOR EN CASO DE ACCIDENTE.

El artículo 4 del Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, por el que se aprueba la directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de materias peligrosas por carretera y ferrocarril, define las funciones del transportista y del expedidor en caso de accidente:

- **Expedidor:** A petición del órgano director de la emergencia, proporcionará las informaciones que les sean requeridas acerca de la naturaleza, características y modo de manipulación de las materias peligrosas involucradas, y podrá ser requerida la presencia de un representante del expedidor en el lugar del accidente.
- **Transportista por carretera:** A petición del órgano director de la emergencia, proporcionará los medios materiales y el personal adecuado para recuperar, trasvasar, custodiar y trasladar en las debidas condiciones de seguridad los materiales que se hayan visto involucrados en el accidente.
- **Transportista por ferrocarril:**
 - Dispondrán de la organización y medios necesarios para efectuar las actuaciones más urgentes de lucha contra el fuego y de salvamento y socorro de posibles víctimas.
 - A petición del órgano director de la emergencia, proporcionará los medios necesarios para la retirada o trasvase de las materias peligrosas involucradas en el accidente y para su transporte en las adecuadas condiciones de seguridad.
- El expedidor y el transportista (por carretera o ferrocarril) colaborarán con las autoridades competentes, en las labores para descontaminar el área afectada por el accidente, retirar los materiales contaminados y proceder al traslado de los mismos a un lugar apropiado para su acondicionamiento como residuos.
- Los expedidores y transportistas de materias peligrosas podrán desempeñar las actividades previstas en los puntos anteriores, mediante la organización y los medios puestos a su disposición en virtud de los acuerdos o pactos para actuaciones de ayuda mutua en caso de accidente y de colaboración con las autoridades competentes.

Según los párrafos anteriores, la intervención sobre la cisterna corresponde al transportista, con los medios humanos y materiales necesarios, que podrán ser de su propiedad o contratados a un tercero.

De todas formas, los cuerpos de bomberos tenemos que estar capacitados (disponer de conocimiento + recursos técnicos) para:

- Comprender y evaluar el riesgo de las acciones que emprenda el transportista.
- Intervenir sobre la cisterna en caso de incapacidad del transportista, dentro de los límites razonables, que podrán estar definidos y escritos, siempre que exista un manifiesto riesgo para las personas, los bienes o el medio ambiente y no se pueda demorar la mitigación o recogida del producto derramado.

En caso de incapacidad del transportista, y como alternativa o complemento a nuestra intervención, el expedidor u otro transportista puede aportar los medios para realizar el servicio, con cargo económico al transportista que ha sufrido el accidente y compartiendo responsabilidades con él.

6. METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN.

La metodología básica que se expone a continuación es la síntesis combinada de procedimientos consolidados y complementarios: PAS, IEDO, Tokeva, aplicados a la intervención ante accidentes en el transporte de materias peligrosas en vehículos cisterna.

Esta metodología se esquematiza a continuación:

P	(1) a (4) Autoprotección
	(5) Reconocimiento del escenario <i>¿qué pasa?</i>
	(6) Evaluación del riesgo <i>¿qué puede pasar?</i>
	(7) Dar seguridad a la zona de intervención
A	(8) Alertar/Informar
S	(9) Rescate / evacuación / confinamiento de víctimas (reales + potenciales)

I N T E R V E N C I Ó N	(10) Zonificación										
	(11) Control de la extensión del escenario: Limitar dispersión de líquidos y exposición a gases										
	<table border="0"> <tr> <td>Líquidos:</td> <td>Gases y vapores en el aire:</td> <td>Líquidos volátiles y gases licuados:</td> </tr> <tr> <td>Conducir y contener</td> <td>Favorecer la dispersión</td> <td>Dificultar la evaporación</td> </tr> </table>	Líquidos:	Gases y vapores en el aire:	Líquidos volátiles y gases licuados:	Conducir y contener	Favorecer la dispersión	Dificultar la evaporación				
	Líquidos:	Gases y vapores en el aire:	Líquidos volátiles y gases licuados:								
	Conducir y contener	Favorecer la dispersión	Dificultar la evaporación								
	Intervención sobre la cisterna										
	<table border="0"> <tr> <td>Control del incendio</td> <td>Control de la fuga</td> <td>Trasvase</td> <td>Levantamiento</td> <td>Gestión de residuos</td> </tr> <tr> <td>(12)</td> <td>(13)</td> <td>(14)</td> <td>(15)</td> <td>(16)</td> </tr> </table>	Control del incendio	Control de la fuga	Trasvase	Levantamiento	Gestión de residuos	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	Control del incendio	Control de la fuga	Trasvase	Levantamiento	Gestión de residuos						
	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)						
	(17) Descontaminación										

06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

I. **P A S** (Proteger, Alertar y Socorrer).

AUTOPROTECCIÓN

(1) **Ubicación vehículos de intervención.**

Al llegar al lugar del accidente, los vehículos se situarán, por defecto, a **50 metros**. El mando operativo mantendrá esta distancia o la modificará (al alza o a la baja) tras la identificación del escenario (5º) y evaluación del riesgo (6º).

Tras la zonificación (10º), los vehículos de intervención, salvo decisión del mando operativo, se mantendrán **en zona templada**.

(2) **Nivel de equipamiento personal.**

El nivel de equipamiento personal utilizado dependerá de las funciones que tenga encomendadas el bombero durante la operativa y no de la zona donde se encuentre.

Nivel autoprotección	Situación
<p>Nivel I (Traje de intervención + ERA)</p>	<p>Bomberos que <u>NO</u> puedan entrar en contacto con la materia peligrosa (voluntaria o involuntariamente).</p> <p>Habitual en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento del escenario. • Rescate de víctimas. • Líneas de autoprotección. • Balizamiento • Extinción de incendios. • Descontaminación (si el producto lo permite) • Tareas auxiliares (vestido/desvestido de intervinientes, abastecimiento de materiales, control de acceso y ERA de intervinientes,...) <p>ERA en uso o a la espalda (preparado para su uso). Se podría prescindir del ERA únicamente si NO hay riesgo por inhalación, de inflamabilidad / explosión o por salpicaduras sobre el rostro.</p>
<p>Nivel II (Nivel I + Traje químico tipo 3 con guantes y botas químicas)</p>	<p>Bomberos que <u>SÍ</u> puedan entrar en contacto con la materia peligrosa (voluntaria o involuntariamente), en caso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuga de líquido. • Fuga de gas en exterior. • Fuga NO importante de gas en recinto cerrado. • Manipulación de válvulas, bombas, depósitos... sin fuga o con fuga (líquido o gas), exponiéndose a contacto superficial, esporádico y a baja presión. <p>ERA en uso o a la espalda (preparado para su uso). Se podría prescindir del ERA únicamente si NO hay riesgo por inhalación, de inflamabilidad / explosión o por salpicaduras sobre el rostro.</p>
<p>Nivel II aligerado (Traje químico tipo 3 con guantes y botas químicas + ERA)</p>	<p>Nivel II sin chaquetón ni sobrepantalón.</p> <p>Para situaciones en que se prescribe el Nivel II (caso anterior), pero:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No hay riesgo de inflamabilidad. • No hay elementos punzantes o cortantes que puedan ocasionar desgarros en el traje químico. <p>ERA en uso o a la espalda (preparado para su uso). Se podría prescindir del ERA únicamente si NO hay riesgo por inhalación, de inflamabilidad / explosión o por salpicaduras sobre el rostro.</p>

<p>Nivel III</p> <p>(Traje químico estanco a gases tipo 1a, 1b o 1c + ERA)</p>	<p>Bomberos que <u>SÍ puedan entrar en contacto con la materia peligrosa</u> (voluntaria o involuntariamente), en caso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuga de líquido, con necesidad de tener que sumergirse parcialmente (piernas, brazos). • Fuga importante de gas en recinto cerrado. • Manipulación de válvulas, bombas, depósitos... con fuga (líquido o gas), exponiéndose a contacto intenso y duradero. • Manipulación de válvulas, bombas, depósitos... con fuga (líquido o gas), exponiéndose a presión de fuga elevada. <p><u>Nota importante:</u> Nivel III no protege contra radiación térmica ni explosiones. Ante productos inflamables usar sólo si se ha controlado el riesgo de ignición.</p>
--	--

Habitualmente el/los equipos de bomberos que intervienen en tareas de contención de la fuga, control de la fuga, trasvase y gestión de residuos, se equiparán con nivel II o nivel II aligerado, el resto con nivel I.

(3) Instalación básica exclusiva de autoprotección.

Sin fuga	1 línea (≥ 3 mangueras) Ø45mm o Ø 25mm
Fuga poco importante	
Fuga importante	1 línea (≥ 3 mangueras) Ø45mm
Incendio	

(4) Supervisión continua de las condiciones de seguridad.

Vigilancia de las condiciones de seguridad en el escenario accidental, mediante un bombero o mando con funciones de "vigía".

- Comprobación, realización y seguimiento de lecturas de concentración de gas y explosividad, dentro del área general de operaciones.
- Seguimiento de la temperatura y/o presión del contenido de la cisterna (para líquidos que se transportan enfriados o calentados).
- Seguimiento de variaciones en el comportamiento de la fuga, del incendio,...

(5) Reconocimiento del escenario.

Composición rápida pero precisa de qué está pasando:

- Identificación de la naturaleza y estado del accidente.
- Forma de la cisterna (para gases, líquidos o sólidos pulverulentos).
- Panel naranja y placas etiquetas.
- Afectación a personas e instalaciones.
- Productos involucrados y sus peligros intrínsecos, lugar y condiciones de fuga, presencia de intervinientes y otras personas.
- Orografía del terreno, condiciones atmosféricas (fuerza del viento, dirección), etc.

06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

Afectación a personas	<ul style="list-style-type: none"> ○ Heridos. ○ Contaminados. ○ Atrapados (atrapamiento mecánico / físico). ○ Necesidad de evacuación / alejamiento / confinamiento.
Afectación a bienes	<ul style="list-style-type: none"> ○ Otros vehículos implicados. ○ Infraestructuras. ○ Edificios. ○ Contaminación del entorno.
Entorno	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fuentes de ignición. ○ Edificios cercanos. ○ Carretera cortada. ○ Elementos vulnerables próximos: colegio, camping, hospital, hotel,... ○ Proximidad de cursos de agua superficiales / subterráneos (acuíferos).
Cisterna	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vehículo estable / inestable. ○ Cisterna / contenedor cisterna. Llena / vacía / vacía limpia / compartimentos llenos / compartimentos vacíos / compartimentos vacíos limpios. ○ Placa características cisterna: número y volumen de compartimentos, presión de servicio, presión de prueba, material,.. ○ Valvulería: carga/descarga inferior o superior, número de válvulas de carga/descarga, válvulas de sobrepresión, válvulas de fondo de acción manual / neumática / hidráulica. ○ Estado general del vehículo, de la cisterna (roturas, pliegues,...), de las bocas de hombre y de la valvulería. ○ Incendio sobre la cisterna. ¿Está alimentado por la propia materia peligrosa que transporta? Superficie ardiendo, superficie
Producto/s	<ul style="list-style-type: none"> ○ Identificación: Panel naranja / carta de porte / nombre / número ONU / etiquetas de peligro. ○ Volatilidad (presión de vapor): Líquido volátil ($P_v \geq 0,1 \text{ Patm}$) / líquido poco volátil ($P_v < 0,1 \text{ Patm}$). ○ Peligro intrínseco: Tóxico / inflamable / corrosivo / comburente / temperatura de transporte / otros. ○ Reacciona con el agua. ○ Reacciona ante aumento de la temperatura. ○ Toxicidad de los humos de combustión.
Metereología	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dirección y velocidad de viento. ○ Precipitación. ○ Temperatura.
Fuga	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fuga de producto/s y caudal aproximado. ○ Origen y destino del producto fugado. ○ Superficie mojada. ○ Desde cuándo fuga y hasta cuándo podría estar fugando. ○ Volumen del/los compartimento/s que fuga/n.

(6) Evaluación del riesgo.

Se trata de imaginar la posible evolución de los acontecimientos próximos y prever el riesgo que suponen.

Evaluación del riesgo de incendio, de explosión, de fuga tóxica, corrosiva,... de inestabilidad del vehículo, de rotura de la cisterna, riesgo sobre los intervinientes y sobre el entorno: población, elementos vulnerables próximos (carretera, ferrocarril, hospital, centro escolar, playa, centro de ocio,...) y medio ambiente (cursos de agua, residuos,...).

Riesgo sobre protagonistas e intervinientes	<ul style="list-style-type: none"> ○ Atropello. ○ Contaminación por contacto con el producto. ○ Inhalación de vapores tóxicos / corrosivos. ○ Exposición o incendio. ○ Alta / Baja temperatura del producto.
Riesgo sobre el escenario del accidente	<ul style="list-style-type: none"> ○ Inestabilidad del vehículo cisterna ○ Sobreaccidente por colisión de otro vehículo. ○ Rotura de la cisterna ○ Fuga. ○ Incendio. ○ Rotura o explosión de la cisterna, en caso de exposición a incendio o de materia peligrosa que reaccione violentamente ante incremento de temperatura. ○ Rotura de la cisterna, en caso de levantamiento. ○ Dispersión, en aire, de vapores inflamables / tóxicos / corrosivos. ○ Dispersión, en suelo, del líquido. ○ Dispersión, en suelo, del líquido inflamado.
Riesgo sobre el entorno y elementos vulnerables	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dispersión, en aire, de vapores inflamables / tóxicos / corrosivos. ○ Dispersión, en suelo, del líquido. ○ Dispersión, en suelo, del líquido inflamado.
Riesgo sobre el medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> ○ Contaminación cursos de agua superficiales / subterráneos (acuíferos). ○ Contaminación de tierras.

(7) Dar seguridad a la zona de intervención (protección del escenario y entorno).

Algunas actuaciones posibles:

- Asegurar vehículos y elementos no estables.
- Impedir el acceso a personas y vehículos.
- Prevenir riesgo de incendio (anular fuentes de ignición, cobertura con espuma, proyección de agua pulverizada,...)



- En incendio: Refrigerar y/o alejar elementos vulnerables próximos.

06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

(8) Información a Sala de Control.

Comunicación concisa con Sala de Control:

- Descripción del escenario accidental.
- Evaluación del riesgo.
- Planteamiento del plan de acción.
- Demanda de activación de recursos propios y ajenos.

(9) Rescate, evacuación o confinamiento de víctimas (reales y potenciales).

a. Rescate y evacuación de las víctimas reales:

- Víctimas del accidente de tráfico del vehículo cisterna u otros vehículos afectados
- Víctimas por contacto o exposición a la materia peligrosa.

Puede ser necesaria **capucha de protección respiratoria** durante el rescate, descontaminación y traslado hasta el exterior de la zona caliente. Se valorará la necesidad de la oxigenoterapia.

Si la víctima ha estado en contacto con la materia peligrosa se procede a la **descontaminación** (siempre que no requiera de otro tratamiento prioritario de estabilización):

- Tiene que ser inmediata:
 - + No se recogen las aguas de la descontaminación, por lo que **no se monta balsa ni otro sistema de contención.**
 - + Para el rescate y la descontaminación, equiparse con **nivel I. Nivel II** únicamente si es inevitable el contacto directo con la materia peligrosa.
- No es necesario desvestirse completamente a la víctima, únicamente de la ropa impregnada de producto y de la que moleste para la descontaminación.
- Se aplicará agua abundante **durante 15 minutos**, en el caso de producto tóxico o corrosivo.

b. Evacuación y/o confinamiento sobre las víctimas potenciales:

Son víctimas potenciales aquellas que puedan recibir los efectos inmediatos o posteriores que pueda desencadenar un posible accidente sobrevenido:

- Curiosos
- Vecinos
- Ocupantes de vehículos próximos
- Actuantes sin el equipamiento de autoprotección necesario
- Personal de la empresa transportista o de grúas, no expresamente autorizado,...
- ...

La **evacuación, alejamiento o confinamiento** (según sea adecuado) de víctimas potenciales, es prioritario al resto de acciones que se describen a continuación, y en general precisará de la colaboración de las fuerzas de seguridad.

II. INTERVENCIÓN

La intervención comienza por la zonificación y acaba por la descontaminación, y entre ambas tareas se desarrolla propiamente la intervención, que presenta 2 prioridades:

- 1ª) Control de la extensión del escenario.
- 2ª) Intervención sobre la cisterna.

(10) Zonificación.

Delimitación de las zonas de intervención de bomberos: zona caliente y zona templada (también llamada zona tibia). Para la zona templada se acostumbra a establecer la misma distancia que para la zona caliente (a partir de ella).

Escenario del accidente	Radio de la zona caliente			
	50 m (2,5 mangueras)	100 m (5 mangueras)	300 m	1.000 m
Sin fuga	Por defecto			
Fuga de sólido pulverulento o granulado	<ul style="list-style-type: none"> Fuga poco importante. Fuga importante, sin viento. 	<ul style="list-style-type: none"> Fuga importante, con viento. 		
Fuga de líquido (Distancia desde límites del charco. Con incendio o sin. Sin riesgo de explosión)	<ul style="list-style-type: none"> Fuga poco importante. Fuga importante sin incendio, de líquido poco volátil. 	<ul style="list-style-type: none"> Fuga importante de líquido volátil. Fuga importante con incendio. 	<ul style="list-style-type: none"> Fuga importante de líquido volátil y tóxico. 	
Fuga de gas (Con incendio o sin. Sin riesgo de explosión)	<ul style="list-style-type: none"> Fuga de gas inerte (con independencia de su importancia) Fuga poco importante de gas NO tóxico 	<ul style="list-style-type: none"> Fuga importante de gas NO tóxico. Fuga poco importante de gas tóxico. 	<ul style="list-style-type: none"> Fuga importante de gas tóxico. Fuga catastrófica, de gas NO tóxico. 	<ul style="list-style-type: none"> Fuga catastrófica de gas tóxico
Riesgo de explosión	<ul style="list-style-type: none"> Recipiente pequeño (bidón) de líquido, expuesto al fuego. 	<ul style="list-style-type: none"> Recipiente grande (cisterna, depósito fijo) de líquido, expuesto a llamas continuas, extensas y directas. Acumulación de gas / vapor inflamable en espacio confinado. 	<ul style="list-style-type: none"> Recipiente pequeño (bombona) de gas licuado expuesto a llamas. Poca cantidad de material explosivo (<1 Tn) Acumulación importante de gas / vapor inflamable en espacio confinado. 	<ul style="list-style-type: none"> Recipiente grande (cisterna, depósito fijo) de gas licuado, expuesto a llamas continuas, extensas y directas Gran cantidad de material explosivo (>1 Tn)

06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

Notas:

- En caso de fuga, el radio se medirá desde el límite del charco.
- En caso de fuga, la delimitación de las zonas podrá precisarse con la lectura obtenida de explosímetro, tubos colorimétricos, analizador de gases (electroquímico, fotoionizador,...),...
- En caso de fuga de líquido volátil y viento dominante, la zona caliente adoptará forma de pluma, midiéndose el radio sobre el eje longitudinal e incrementándose en un 50%.
- Líquido volátil: $P_v \geq 0,1$ bar
- Líquido poco volátil: $P_v < 0,1$ bar
- Fuga importante de líquido: Se valorará la superficie de charco y su capacidad de crecimiento. Superficie > 25 m² se consideraría fuga importante.

(11) Control de la extensión del escenario.

Algunas actuaciones posibles:

- Cubrir alcantarillado.



- Conducir y contener el líquido con un dique en el canal de aguas pluviales de la carretera.



- Conducir y contener el líquido en un compartimiento vacío de la cisterna accidentada.
- Conducir, contener y recircular el líquido al propio compartimento de la fuga, mientras no se esté en condiciones de contenerlo en otro vehículo cisterna o depósito.
- Conducir y contener el líquido en depósitos, en balsa de fortuna realizada con mangueras o escaleras y lona, ...



- Conducir el gas o vapores con cortinas de agua (si se dispone de suministro continuo de agua).



- Dificultar la evaporación del gas licuado o líquido volátil, por cubrición del charco con lonas o espuma.
- Disminuir la concentración de vapores en aire, mediante turbulencias de aire, generadas con agua pulverizada o ventiladores (antideflagrantes, si riesgo inflamable).



06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

(12) Control del incendio.



Necesidades:

- Identificar los combustibles que participan en el incendio:
 - Fuga de la materia peligrosa que transporta (incendio intenso y sostenido en el tiempo)
 - Tractora.
 - Combustible de los depósitos de la tractora.
 - Neumáticos.
 - Otro vehículo, presente en el accidente.
 - ...
- Extinción con agua y/o espuma: determinación de la compatibilidad con las MMPP.
- Dotaciones de personal para la intervención (ataque, relevo, logística, ...)
- Disponibilidad de agua.
- Disponibilidad de espumógeno.

(13) Control de la fuga.

El control de la fuga, si es posible, puede intentarse mediante:

- Accionamiento de válvulas:
 - Válvulas de fondo (neumáticas/hidráulicas → desconectar el manguito para garantizar la despresurización de la válvula y su cierre)



- Válvulas de corte o descarga.
- Válvulas del colector de presión.

- Apriete de bridas. (Atención: si el producto es corrosivo, pueden romperse)
- Sustitución de juntas en bridas, racores, ...
- Sellado de poros.
- Taponamiento con cuñas, conos, palos u otros elementos de fortuna.
- Taponamiento con cojines neumáticos.



(14) Trasvase

Referirse a los anexos 05, 06, 07, 08, 09 y 10.

(15) Levantamiento.

Referirse al anexo 04 Principios básicos del levantamiento de cisternas.

(16) Recuperación del vertidos y gestión de residuos.

Recogida de la materia peligrosa vertida, y que puede encontrarse mezclada con tierras, en forma de charcos,...

Conviene no mezclar el vertido con la materia todavía contenida en la cisterna: la primera será gestionada como residuo, la segunda puede ser aprovechada por el fabricante (menor generación de residuos).

Los residuos generados durante el accidente y la intervención para su resolución tienen que ser gestionados a través de la agencia u organismo competente (gestor autorizado de residuos), que tendrá que haber sido avisado con prontitud para que la gestión de residuos sea efectiva y ágil.

(17) Descontaminación *in-situ* de intervinientes y equipos

Necesaria siempre que intervinientes y/o materiales (herramientas, depósitos, mangueras, bombas, ...) han estado en contacto con el producto.

Si el producto es un gas, con independencia de su riesgo, en general, es suficiente airear (de forma natural o forzada).

Si el producto es un líquido o sólido pulverulento, la descontaminación se realiza con agua y aditivo en caso necesario

Las aguas de la descontaminación son recogidas y gestionadas como residuo únicamente cuando el producto sea tóxico, radiológico o bacteriológico. En estos casos la descontaminación se efectúa con bajo caudal (para minimizar el residuo). En los demás casos (inflamable, corrosivo, comburente) las aguas se pueden tirar sin inconveniente, para lo que se emplea descontaminación de gran caudal.

Para la descontaminación interna de bombas, mangotes y depósitos, se hace circular agua (con aditivo, en caso necesario) en circuito cerrado, a través de ellos, durante 15 minutos. Posteriormente, el agua de recirculación se tira o se gestiona como residuo, de acuerdo al criterio anterior. A continuación se hace pasar agua limpia (en circuito abierto, sin recircular) durante 5 minutos más, para aclarar.

A continuación se detallan las tareas de descontaminación:

- **Descontaminación externa**

El equipo o material está contaminado en su superficie externa. Ejemplos: trajes nivel II, nivel III, botas, guantes, ERA, acoples, mangotes, herramientas,...

Para descontaminar "in situ" materias peligrosas no solubles en agua, del tipo: grasas, pinturas, aceites, hidrocarburos, ... se añadirá detergente (alternativa: espumógeno) al agua de cepillado.

- **Descontaminación externa CON recogida de aguas.**

Si la materia peligrosa es un líquido tóxico (peligro: 60, 63, 638, 639, 66, 663, 68, 69,336, 856, 86, 886), recogeremos las aguas de descontaminación para gestionarlas posteriormente como residuo.

Se montará ducha de bajo caudal, balsa de fortuna, depósito, ... para la recogida de las aguas.

Se utilizará el mínimo caudal de agua posible y nos ayudaremos de cepillos o esponjas.

Procedimiento (en 1 o más balsas):

1. Lavado con agua.
2. Cepillado con agua o agua+aditivo
3. Aclarado con agua.
4. Si el líquido es volátil, se puede completar el proceso, exponiendo el equipo contaminado a una corriente de aire del ventilador.
5. Los auxiliares de descontaminación irán equipados con un nivel II y se considerara el uso del ERA o de máscaras de filtro adecuadas.



Se recogen las aguas de descontaminación, y se trasvasan hacia depósito.

- **Descontaminación externa SIN recogida de aguas.**

Si la materia peligrosa no es un líquido tóxico (inflamable, comburente, corrosivo) NO se recogen las aguas. Se pueden verter libremente.

Se utilizará GRAN caudal de agua.

Procedimiento:

1. Lavado con agua.
2. Cepillado con agua o agua+aditivo
3. Aclarado con agua, con línea Ø25mm, durante 5 minutos.



Si el líquido es muy soluble en agua, se pueden obviar los pasos 1 y 2.

06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

• **Descontaminación interna**

El equipo o material está contaminado en su superficie interna. Ejemplos: bomba, mangotes, depósitos,...

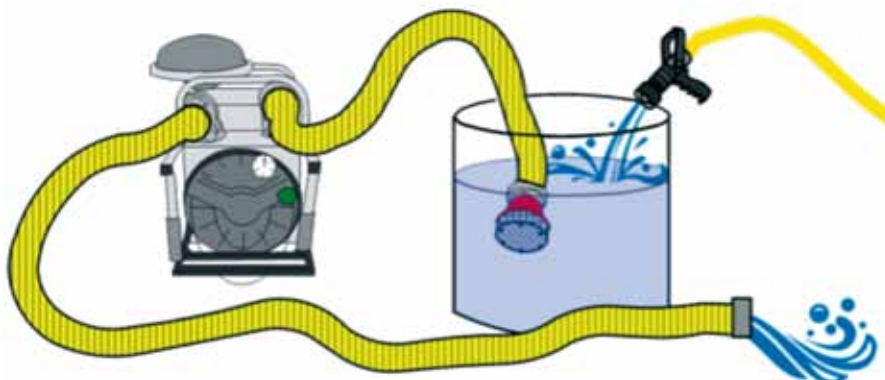
Para descontaminar materias peligrosas no solubles en agua, del tipo: grasas, pinturas, aceites, hidrocarburos, ... se añadirá detergente (alternativa: espumógeno) al agua de recirculación.

Procedimiento:

1. Previa a la descontaminación interna se ha de efectuar la descontaminación externa.
2. Montaje de un circuito cerrado:



3. Recircular el agua (con aditivo si fuera necesario) del depósito durante **15 minutos**.
4. Gestión del agua recirculada:
 - a. Si la materia peligrosa es un líquido tóxico (peligro: 60, 63, 638, 639, 66, 663, 68, 69,336, 856, 86, 886), retiraremos el depósito con agua recirculada (para ser gestionada posteriormente como residuo) y se substituye por un depósito limpio.
 - b. Si la materia peligrosa no es un líquido tóxico, vaciar el agua del depósito (NO se recogen las aguas. Se pueden verter libremente).
5. Se hace circular agua en circuito abierto durante **5 minutos**.



7. CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

7.1. Consideraciones Generales

El transportista es quien debe hacerse cargo de las operaciones de trasvase, mediante los recursos humanos y técnicos necesarios, con la participación de Bomberos en la medida que lo requiera la situación y en función de sus capacidades disponibles (conocimientos y recursos técnicos).

El máximo mando de la intervención de Bomberos debe conocer, autorizar y coordinar el procedimiento de trasvase y levantamiento de la cisterna, en los casos que sea necesario realizarlos.

7.2. Análisis de la necesidad y viabilidad del trasvase de la cisterna accidentada.

En general, salvo en casos muy concretos que mencionamos más adelante, intentaremos trasvasar las cisternas previamente a su movilización, limitando con ello el esfuerzo mecánico del material y, en caso de rotura, minimizando la cantidad de producto vertido al exterior.

El trasvase se plantea en las circunstancias siguientes:

- a) La cisterna está volcada. Por el riesgo de rotura del depósito durante el levantamiento, conviene reducir tanto como se pueda la cantidad de producto (peso) dentro de él.
- b) La cisterna está volcada en condiciones de difícil maniobra para las grúas (gran distancia al punto de emplazamiento, por ejemplo), y es necesario aligerarla.
- c) La cisterna no está volcada, pero su estado tras un accidente hace poco seguro y desaconsejable arrastrarla o transportarla sobre una góndola sin vaciarla.
- d) La cisterna no está volcada, pero se desea trasladarla directamente al taller y es preciso vaciarla antes.

Solo nos plantearemos levantar una cisterna llena o semi-llena, cuando:

- El depósito sea constructivamente resistente y esté en buenas condiciones tras el accidente. Factores a valorar:
 - Tipo y estructura de la cisterna.
 - Grosor de chapa del depósito.
 - Material de construcción del depósito (aluminio, acero, acero inoxidable, en orden creciente de resistencia).
 - Estado de la cisterna tras el accidente (inalterada, impactos, arrugas, grietas, ...)
- La cisterna presente daños graves en las válvulas de fondo y/o conductos de descarga, que impidan el trasvase, siempre y cuando se cumpla (en un grado mínimo imprescindible) la premisa anterior relativa a la resistencia mecánica del depósito, y se tenga en cuenta el riesgo intrínseco del producto transportado.
- El producto transportado tenga un riesgo intrínseco muy elevado y/o la maniobra de trasvase sea compleja, situaciones que harían desaconsejable el trasvase sobre el terreno, siempre y cuando se cumpla (en un grado mínimo imprescindible) la premisa anterior relativa a la resistencia mecánica del depósito.

La resistencia constructiva del depósito, es el factor principal (aunque no el único) en la toma de la decisión de realizar movilizaciones de la cisterna accidentada sin un trasvase previo del producto.

A continuación se compara la resistencia constructiva del depósito, de menor a mayor, entre familias de cisternas:

07 CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

	TIPO DE CISTERNA	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DEPÓSITO
1	Líquidos químicos corrosivos en cisternas de poliéster	<ul style="list-style-type: none"> • Monocasco • Poliéster
2	Líquidos carburantes (Gasoil, gasolina, ...)	<ul style="list-style-type: none"> • Monocasco • Aluminio • 4 - 5 mm de grueso
3	Líquidos químicos diversos	<ul style="list-style-type: none"> • Monocasco • Acero o acero inoxidable • 3 - 4 mm de grueso
4	Gas Natural Licuado (GNL)*	<ul style="list-style-type: none"> • Monocasco • Acero inoxidable • 5 - 6 mm de grueso • Aislamiento exterior de espuma de poliuretano.
5	Líquidos de carga/descarga superior (Muy tóxicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Monocasco • Acero • 5 mm de grueso
6	Criogénicas de doble casco: <ul style="list-style-type: none"> - Gases de fraccionamiento del aire (GFA: O2, N2, Ar, He, CO2, ...) - Gas Natural Licuado (GNL)* 	<ul style="list-style-type: none"> • Doble casco: Interior y exterior • Depósito interior: <ul style="list-style-type: none"> - Acero inoxidable - 5 mm de grueso • Depósito exterior: <ul style="list-style-type: none"> - Acero. - 3 - 4 mm de grueso
7	Gases de carga/descarga superior (Muy tóxicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Monocasco • Acero • 8 mm de grueso
8	Gases Licuados del Petróleo	<ul style="list-style-type: none"> • Monocasco • Acero • 10 - 12 mm de grueso

* El GNL se transporta tanto en cisternas monocasco con aislante exterior de polietileno como de doble casco con aislamiento al vacío.

A menor resistencia, más desaconsejable es el levantamiento sin trasvase previo. Sin que pueda tomarse como regla fija a seguir, se han agrupado por colores los diversos tipos de cisterna:

Rojo:

Tipos de cisternas que nunca se tienen que levantar llenas, por su gran fragilidad.

Las cisternas de carburantes pequeñas, de reparto, por su menor envergadura, son algo más resistentes que las cisternas semi-remolque.

Amarillo:

Tipos de cisternas que preferiblemente no se levantarán llenas, pero que en caso de necesidad y siempre que estén en muy buen estado tras el accidente, se podría valorar su levantamiento sin vaciarlas previamente, tomando las siguientes medidas:

- La maniobra de levantamiento será alguna de las 2 definidas en el anexo correspondiente.
- Nunca se utilizará cable de acero, sino las eslingas más anchas disponibles.
- Las eslingas se pasaran alrededor del depósito abrazándola siguiendo la línea de las "costillas" (cisternas de líquidos), o bien, siguiendo la traza de las soldaduras interiores de los mamparos rompeolas y/o compartimentadores (cisternas de líquidos). Para las cisternas calorifugadas de líquidos, donde no puede apreciarse la traza de dichas soldaduras, los mamparos rompeolas y/o compartimentadores pueden ubicarse por los testigos de rotura situados en el vientre de la cisterna.



Se desaconseja levantar llenas las cisternas monocasco de GNL, por su gran envergadura, diámetro y discreto grosor de virola, así como por el peligro que entrañaría su rotura en el entorno de operaciones. Si aun así, se plantea el levantamiento sin trasvase, es preciso:

- Marcar una estricta zonificación durante el levantamiento.
- Ejercer una atenta tutela de los gruistas, habiendo definido un plan para su evacuación o rescate en caso de rotura de la cisterna (las grúas son puntos calientes de ignición del GNL).

Verde:

Se acostumbra a levantarlas llenas. El riesgo es bajo si la cisterna está en buen estado tras el accidente y se procede con precaución.

07 CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

7.3. Requerimientos técnicos para la operativa

A continuación se relaciona, sin entrar en mucho detalle, el equipamiento adecuado para la realización de un trasvase. Algunos elementos son imprescindibles y otros son convenientes.

7.3.1. Equipos de protección individual y comunicaciones.

La intervención ante mercancías peligrosas requiere el uso de equipo específico de protección individual, de un nivel u otro según las funciones que se tengan encomendadas durante la intervención.

En el apartado correspondiente a la autoprotección ya se ha referido a los niveles I (chaquetón, sobrepantalón, guantes, botas, ERA), II (nivel I, traje antisalpicaduras), II aligerado (nivel I sin chaquetón ni sobrepantalón, traje antisalpicaduras) y III (traje estanco).

Los equipos de comunicación del tipo craneal, laríngeo o similar, favorecen las comunicaciones en intervenciones de buceo químico.

7.3.2. Cisterna receptora

Para vaciar la máxima cantidad posible de producto de la cisterna accidentada, necesitaremos otra cisterna, o incluso dos si trasvasamos gas y la maniobra escogida no permite mantener controlada la presión en el interior de la cisterna receptora.

Requisitos de la cisterna receptora:

- Tiene que ser de la misma familia que la cisterna accidentada.
- Tiene que tener igual o mayor capacidad que la cisterna accidentada.
- Si la cisterna accidentada es compartimentada, la cisterna receptora también tiene que serlo.
- Si la cisterna accidentada es compartimentada pero transporta un único producto, la cisterna receptora puede ser compartida o monocuba.
- Si la cisterna accidentada es monocuba, la cisterna receptora puede ser compartida o monocuba.
- La cisterna receptora tiene que estar limpia, a no ser que haya transportado el mismo producto a trasvasar.
- En caso de trasvase de gas, la cisterna receptora tiene que estar despresurizada. Si no lo está, seguramente y en función de la metodología escogida de trasvase, se tendrá que desgasificar completamente antes de empezar a trasvasar. A esto se lo denomina expansionar la cisterna.

Algunas empresas transportistas disponen de vehículos cisterna especialmente equipados para intervenir en trasvase (cisterna de GLP con compresor, cisterna silo con sistemas de aspiración al vacío, cisterna criogénica con evaporador de gran dimensión, ...).

7.3.3. Equipos de trasvase.

Los equipos de trasvase en accidente (bomba, compresor, mangueras, ...) dependen del tipo de producto a trasvasar.

A continuación se hacen algunas observaciones en relación a los equipos de trasvase para líquidos, pues es común que los Servicios de Bomberos dispongan de algunos de ellos. Hay que tener en cuenta que no es habitual que los SPEIS dispongan de equipos para trasvase de gases, pues son más complejos y el riesgo que entraña su manipulación requiere la presencia de especialistas, por lo que en la mayoría de las ocasiones sobrepasa nuestra capacidad.

Para líquidos, las bombas más comunes son:

- centrífuga
- neumática de membrana (o de diafragma)
- peristáltica.

La bomba centrífuga es la que proporciona mayor caudal de trasiego de las tres, pero no es autocebante, por lo que no es apropiada para trasvases en que la instalación no esté en carga (ejemplo: aspiración desde una boca de hombre).

Estos tres tipos de bombas pueden estar preparadas para el trasiego de líquidos inflamables y/o corrosivos.

La bomba peristáltica es autocebante, es la más polivalente y la más adecuada para la recogida de vertidos en el suelo, canales pluviales, ... (pues tiene buena capacidad de succión) pero es la que ofrece menor caudal.

La bomba de membrana también es autocebante y es la opción más equilibrada para el trasvase de líquidos químicos, pues ofrece algo más de caudal que la peristáltica (aunque no mucho más) y es muy sencilla de mantenimiento. Además la fuerza motriz es el aire comprimido que proporciona un compresor que puede estar situado a un centenar de metros, fuera de la zona caliente de intervención.



BOMBA PERISTÁLTICA



BOMBA DE MEMBRANA



COMPRESOR DE AIRE

El mismo compresor de la bomba de membrana puede utilizarse para el trasvase por presión de cisternas de líquidos, como alternativa al uso de la propia bomba, por lo que el conjunto: bomba de membrana + compresor, es muy resolutivo.

En relación con las mangueras, hay variedades específicas para corrosivos, para inflamables y para hidrocarburos pero, teniendo en cuenta el poco uso que se espera de ellas en un equipo de trasvase de emergencias, es aconsejable disponer de un único tipo, compatible con una mayoría de líquidos químicos.

Las mangueras polivalentes acostumbran a ser interiormente de polietileno de alta densidad o de PTFE (Teflón): las primeras son más sencillas y más elásticas, mientras que las segundas son más resistentes y más rígidas.

Están formadas por varias capas, que integran una espiral cilíndrica interior de cable de acero, para dar mayor resistencia a la presión interior y para conducir la electricidad estática y poder derivarla a tierra. Algunas de ellas disponen de una malla exterior en acero inoxidable.

07 CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE



Manguera polivalente química, compuesta de diversas capas y con espiral cilíndrica de acero

7.3.4. Otros recursos especiales para el trasvase de gases.

RECURSOS PARA PRESURIZAR LA CISTERNA ACCIDENTADA

- Serpentín de regasificación portátil

Con este elemento se puede realizar un trasvase por presión mediante regasificador. Es la sistemática utilizada en cisternas que transportan productos criogénicos que no disponen, o no de la dimensión adecuada, de un serpentín regasificador. Consiste en hacer pasar producto en fase líquida por un serpentín para que se expanda, generando gas que se introduce de nuevo en el interior del depósito accidentado, aumentando la presión y desplazando el producto a trasvasar.



- Baterías de botellas de gas Nitrógeno

Algunos productos, debido a su alto riesgo de reacción violenta, alta inflamabilidad o corrosividad desaconsejan el uso de bomba y que tengan contacto con aire. En estos casos la alternativa es realizar el trasvase inyectando en la cisterna accidentada presión de gas inerte (N₂). El inconveniente de esta sistemática es su complejidad y la difícil disponibilidad sobre el terreno de los elementos necesarios, con los que sí contamos en entornos e instalaciones industriales.

Este recurso permite realizar un trasvase utilizando la presión de un gas inerte, pero implica liberar gases de la cisterna receptora para evitar su sobrepresurización (con tratamiento o no de los gases liberados) o utilizar diversas cisternas receptoras.



RECURSOS PARA TRATAR GASES LIBERADOS DE LA CISTERNA RECEPTORA

El inconveniente de esta sistemática es su complejidad y la difícil disponibilidad sobre el terreno de los elementos necesarios, más fácilmente disponibles en entornos e instalaciones industriales.

En el caso de que dispongamos sobre el terreno de los elementos necesarios, podemos realizar el trasvase presurizando la cisterna accidentada mediante la inyección de un gas inerte a presión, generalmente nitrógeno. La limitación de presión en la cisterna receptora hace necesario liberar sus gases. Con ciertos productos, esta acción genera riesgos no aceptables que deben ser gestionados correctamente.

Para ello las emisiones de gas al exterior pueden:

- ser lavadas en un scrubber (con agua o reactivo a contracorriente)
- ser quemadas en una antorcha
- ser absorbidas en un reactivo (dentro de un depósito o de un contenedor).



Scrubber (lavado de gases de venteo)
con agua o reactivo a contracorriente



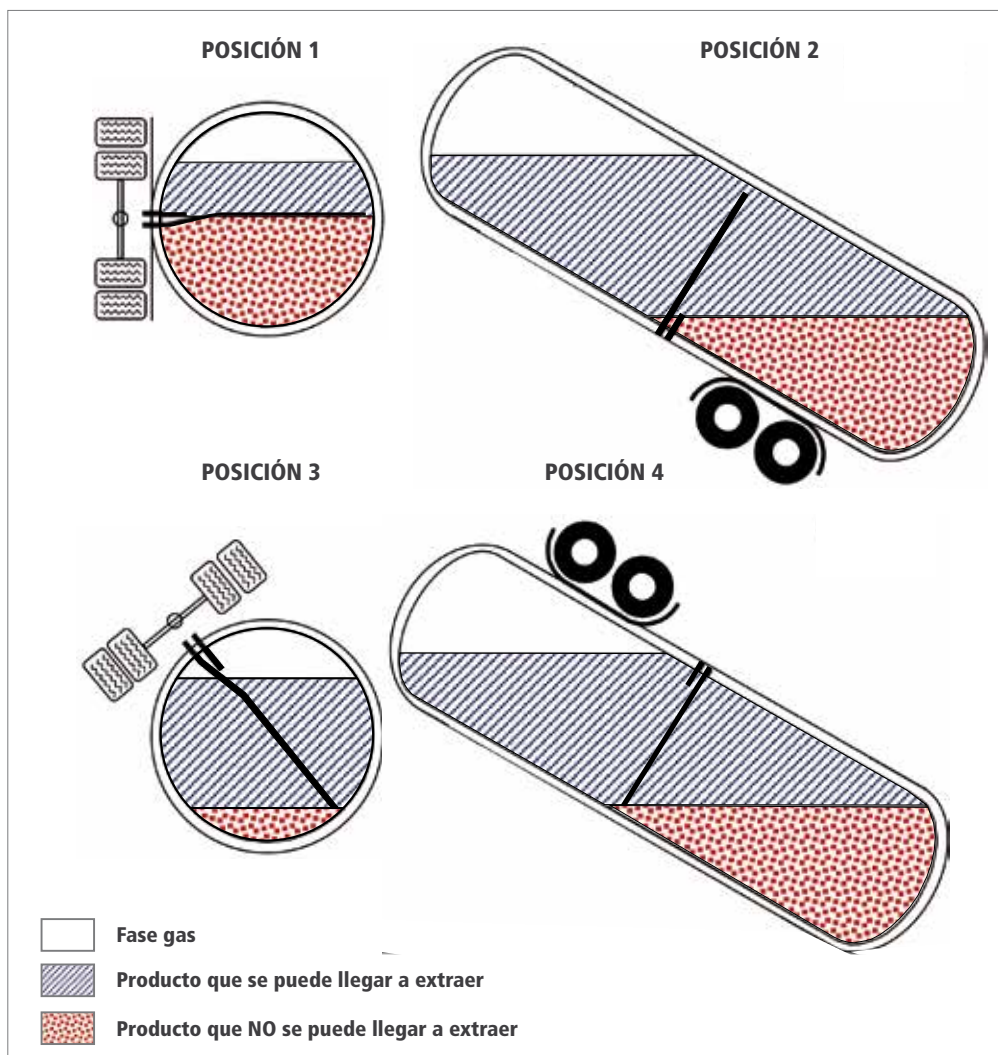
Antorcha para combustión
de gases de venteo

07 CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

7.4. Posiciones de la cisterna accidentada. Influencia en la valvulería.

Cuando la cisterna no se encuentra en posición de régimen de marcha es posible que el procedimiento de diseño de trasvase estándar de la misma no sea operativo, pudiéndose dar situaciones que podrán variar a lo largo del trasvase, en las cuales:

- la fase (líquida o gas) de las salidas se haya intercambiado,
- todas las salidas estén en contacto con la fase líquida,
- a partir de cierto volumen de trasvase pasemos a tener todas las salidas en contacto con la fase gas.
- Para líquidos, las bombas más comunes son:



El esquema superior muestra cómo quedan estratificadas las fases líquida y gas, según la posición de vuelco de la cisterna.

También se muestra, para el caso concreto de una cisterna de GLP y su valvulería, hasta qué nivel se podría trasvasar el producto aplicando las sistemáticas adecuadas.

Para poder realizar el trasvase de la máxima cantidad de producto, será necesario conocer la valvulería de la cisterna siniestrada, valorar las opciones que tenemos y contar con material de acoples y accesorios que permitan superar problemas como la operatividad de las válvulas de fondo y corte.

La información de la valvulería específica para cada tipo de cisterna y cómo afecta su posición a las operaciones de trasvase en caso de vuelco, se encuentran ampliamente explicadas en los anexos de esta guía operativa.

7.5. Problemas que pueden surgir antes y durante el trasvase.

7.5.1. Apertura de las válvulas de fondo.

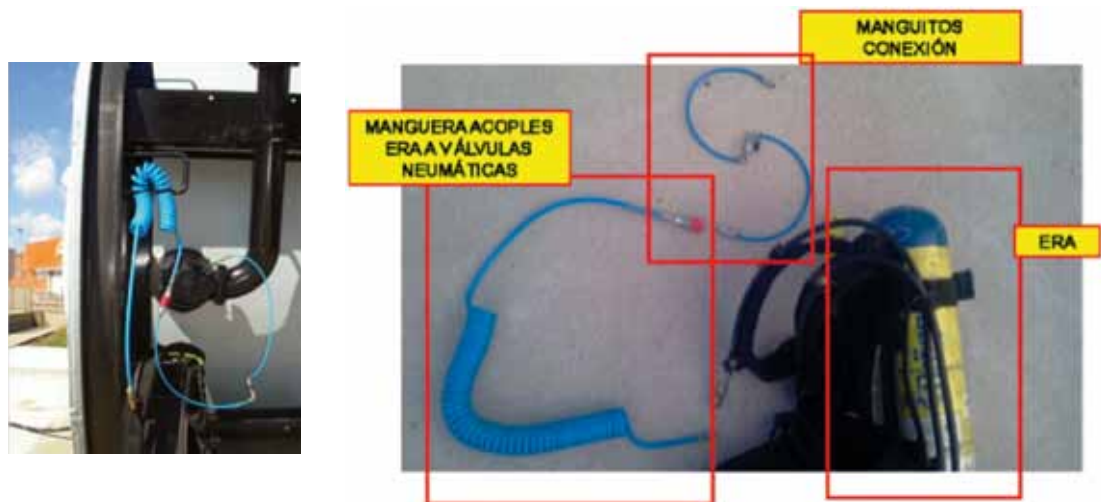
En caso de accidente o avería, podemos encontrarnos con distintas dificultades para lograr la apertura de las válvulas de fondo de la cisterna, en función del tipo de accionamiento para el que estén diseñadas.

- Válvula de fondo de apertura manual inferior de palanca
 - Si la palanca original ha quedado inutilizada, podemos intentar desmontarla y seguidamente accionar el cuadradillo solidario a la válvula con una llave fija.
 - En caso de que el cuadradillo haya quedado segado o inutilizado, podemos desmontar la brida de unión con la válvula de corte, quedando a la vista el vástago que está solidario con el conjunto válvula y muelle interior. Procederemos a empujar este vástago vertical provocando la apertura de la válvula y la salida de líquido (es un sistema en que no entrar en contacto con producto resulta complicado)
 - Si el problema es debido a una desalineación por impacto de la tubería de salida respecto a su posición habitual (con posible salida de producto por mal asiento de la válvula), que dificulta el normal accionamiento de la válvula, podemos intentar llevar el conjunto a su posición original.
- Válvula de fondo de apertura manual de volante superior
 - Si el volante ha quedado inutilizado, una opción es aflojar la pletina situada en la zona superior de la cisterna sobre la que gira el vástago que acciona (atravesando todo el deposito por el interior) la válvula de fondo, y estirar de todo el conjunto logrando una obertura parcial y la salida de producto.



07 CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

- Válvula de fondo de accionamiento inferior neumático. Podemos diferenciar dos tipos:
 - Aquellas que cuentan con una palanca similar a las manuales de palanca, en las cuales un pistón neumático exterior es quien realiza el desplazamiento de dicha palanca logrando la abertura y cierre desde una consola de control.
 - Si desunimos este pistón exterior de la palanca, pasamos a tener una válvula de fondo de abertura manual inferior de palanca standard, y podremos realizar las acciones descritas anteriormente para esta topología de accionamiento.
 - Si el problema es de aportación de aire al pistón neumático exterior, podemos optar por aplicar nosotros la presión mediante el "Kit de presurización portátil".
 - Las válvulas de fondo accionadas directamente con un pulmón situado en la parte baja del codo de salida, que desplaza el vástago vertical que está solidario con el conjunto válvula y muelle interior. Para que se produzca la abertura es necesario aportar aire a unos 7 bares de presión, logrando vencer el muelle interior. En el momento en que no hay presión de aire (voluntariamente o por rotura de los manguitos de presión) el sistema cierra la salida de líquido.
 - Si el problema es de aportación de aire al pulmón, podemos optar por aplicar nosotros mediante el "Kit de presurización portátil" presión a la consola de mandos de accionamiento de toda la valvulería de la cisterna, o hacerlo de forma individualizada a aquellas válvulas que nos interese abrir.



- Otra opción para lograr la abertura de la válvula de fondo es roscando un tornillo de la métrica adecuada en el orificio existente para este uso en el pulmón, con esta acción vamos desplazando el vástago vertical sin necesidad de aportar aire, logrando la obertura y salida de líquido.



TORNILLO DE APERTURA MANUAL

- Si el problema de funcionamiento es debido a una desalineación por impacto de la tubería de salida respecto a su posición habitual (con posible salida de producto por mal asiento de la válvula), que dificulta el normal accionamiento de la válvula, podemos intentar llevar el conjunto a su posición original. A partir de aquí tenemos las opciones explicadas con anterioridad.
- Situaciones en que no podemos lograr la apertura de la válvula de fondo
 - Podemos encontrarnos accidentes en que no hay opción de utilizar la válvula de fondo; esto nos obliga a buscar nuevas formas de extraer el producto que se encuentra en el interior de la cisterna. Un ejemplo puede ser en algunos vuelcos de cisternas de carburantes utilizar las salidas de recuperación de vapores como posibles salidas de líquidos; y otras opciones imaginativas.



ACOPLE PARA APROVECHAR LA VÁLVULA DE RETORNO DE VAPORES COMO SALIDA DE PRODUCTO

7.5.2. Sobrepresión excesiva en la cisterna de gas accidentada.

Si la presión de la cisterna accidentada de gas es excesiva, por seguridad, antes de proceder con el montaje del circuito de trasvase, se desgasificará hasta la presión de servicio (si hay algún conducto que pueda abrirse y que esté comunicado con la fase gas, que lo permita).

No conviene tampoco despresurizar en exceso si se ha planteado un trasvase de la cisterna accidentada, pues una presión alta es imprescindible para vaciar la cisterna accidentada en una mayoría de los métodos de trasvase.

7.5.3. Manipulación incorrecta de válvulas.

Antes de cualquier montaje del circuito de trasvase (y después de asegurarse que es posible abrir la/s válvula/s de fondo) se verificará que la/s válvula/s de fondo y la/s válvula/s de corte están completamente cerradas.

Una vez montado el circuito de mangueras, bomba, ... y para iniciar las operaciones de trasvase, se abrirá primero la válvula de fondo y posteriormente la de corte.

Una vez acabado el trasvase, se procederá a la inversa, primero se cerrará la válvula de corte y posteriormente la válvula de fondo.

07 CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

7.5.4. Inestabilidad de las mangueras que se introducen por la boca de hombre.

Las mangueras que aspiren a través de la boca de hombre o que impulsen el producto a través de ella en la cisterna receptora, deben subirse y bajarse encordadas, y durante el trasvase deben estar fijadas con cuerdas, para garantizar su estabilidad, sobre todo por las vibraciones que transmite la bomba durante su funcionamiento.

7.5.5. Depresión en cisterna accidentada de líquido.

Si no se habilita ninguna entrada de aire al depósito de la cisterna accidentada mientras se está trasvasando, puede suceder:

- La interrupción del trasvase debido a que la bomba no consigue aspirar más producto.
- Posible colapso estructural hacia el interior de la cisterna accidentada, al aspirar con bomba.



Para evitar la depresión es necesario:

- Dejar abierta la boca de hombre del compartimento que se esté vaciando

O bien,

- Dejar abierta la válvula de entrada del colector de presión al compartimento.

7.5.6. Vaciado de una cisterna volcada de líquido.

Las cisternas de líquidos químicos no tienen válvulas antidepresión, a diferencia de las de carburantes. Si la cisterna está volcada, a medida que extraemos el producto enseguida generaremos el vacío en el interior del depósito, pues no hay manera de que entre el aire en su interior, y se detendrá el trasvase.

Posibles soluciones para evitarlo (se explican con más detalle en el anexo de trasvase de cisternas de líquidos químicos):

- a) Trasvasar con presión de aire (empujar el producto en vez de aspirarlo).
- b) Habilitar una entrada de aire («chimenea»), mediante soluciones de «fortuna» o con accesorios específicos, para que entre el aire dentro del depósito.
- c) Abrir de forma controlada la boca de hombre, conteniendo en una balsa de fortuna, cubeta o bidón, y bombear el producto desde la balsa.
- d) Practicar una abertura en el depósito (si producto no inflamable) y aspirar desde la abertura. Es un método desaconsejado por ser destructivo.

7.5.7. Sobrepresión en cisterna receptora de líquido.

Si no se habilita ninguna salida de aire en la cisterna receptora, irá subiendo la presión del compartimento a medida que se vaya llenando con el producto trasvasado, dificultando cada vez más el trabajo de la bomba.

Para evitar la sobrepresión, se tiene que:

- Dejar abierta la boca de hombre del compartimento que se esté llenando

O bien,

- Dejar abierta la válvula de entrada del colector de presión al compartimento.

7.5.8. Sobrepresión en cisterna receptora de gas.

Uno de los problemas que presenta todo trasvase de gases es la sobrepresión que se genera en la cisterna receptora, que si no se consigue controlar a mínimos, irá creciendo hasta presiones demasiado altas para que la bomba u otro sistema de impulsión, las supere, por lo que el trasvase se parará. En este caso sería necesario substituir la cisterna receptora por otra vacía (y despresurizada), hecho que alarga y dificulta las tareas de trasvase. La solución para evitarlo, es realizar un control de gases de la cisterna receptora:

- Despresurizar (desgasificar) la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el trasvase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.

O bien,

- Cerrar el circuito de gases, para que se compensen las presiones (como se detallará más adelante).

7.5.9. Estanqueidad del circuito de trasvase.

En cualquiera de las modalidades de trasvase a las que se hace referencia en los anexos, y de forma previa a la puesta en marcha del trasvase, hay que realizar una inundación de todo el circuito de mangueras, bomba, ... para verificar su estanqueidad.

En caso de fuga de producto, se repasará el apretado de racores y el estado de las juntas de estanqueidad.

Es interesante colocar visores de vidrio intercalado en la manguera tanto en la aspiración y impulsión de la bomba como en el circuito diseñado en trasvases por presión de aire.

7.5.10. Purga del circuito de trasvase antes de desmontarlo.

El diseño de la maniobra debe prever el fácil vaciado del circuito, si es posible hasta que no quede nada de producto. A este efecto se puede hacer trabajar la bomba en vacío o mantener la circulación de aire a presión una vez agotado el producto a trasvasar si estamos utilizando compresor, para vaciar el circuito de mangueras y evitar riesgo de pérdida de producto en el desmontaje.

Es necesario asegurarse de que no pueda salir producto antes de desmontar mangueras o accionar válvulas. Por precaución deben ponerse cubetas de recogida bajo las conexiones por donde pueda salir producto acumulado, una vez se cierren válvulas y se desmonte el circuito.

7.6. Organización operativa.

Estableceremos la organización operativa básica mínima necesaria en el caso de que el cuerpo de Bomberos tuviese que hacer frente a una maniobra de trasvase.

El escenario que podemos afrontar con este nivel organizativo es el que engloba la gran mayoría de actuaciones de trasvase sobre el terreno; implicando a productos y acciones que requieran uso de EPI de Nivel I y Nivel II según la función desarrollada, contando con la descontaminación adecuada para los intervinientes según la función desarrollada y manteniendo las instalaciones de autoprotección e intervención que garanticen la seguridad del área de intervención.

En situaciones en que sea una empresa externa quien realice dicho trasvase, sus operarios realizarán algunas de las funciones determinadas en este posicionamiento operativo (principalmente el trasiego de producto); pero será competencia del cuerpo de bomberos integrarlos en el modelo organizativo general, estableciendo la zonificación, determinando el uso de EPI adecuados y velando por la seguridad del entorno y los actuantes.

La organización operativa vendrá determinada por las funciones necesarias a desarrollar mientras se prepara, ejecuta y finaliza el trasvase de la cisterna accidentada. Estas son:

- Jefe de la Intervención
- Vigía
- Intervención (sobre las cisternas)
- Control de accesos
- Logística
- Descontaminación / Instalaciones de autoprotección e intervención (sobre el escenario)

Estas funciones requieren de un mínimo de 12 actuantes, de los cuales a ser posible dos deberían ser mandos. Las acciones a ejecutar se realizarán en muchos casos de forma simultánea en el tiempo; y será el Jefe de Intervención quien irá dando la opción de iniciar nuevas acciones, que impliquen situaciones de mayor riesgo, a medida que las medidas de control de estos riesgos o sus consecuencias estén implementadas.

Podríamos definir que, de forma general, una posible salida mínima de recursos para hacer frente a esta actuación estaría compuesta por:

- 1 FRQ con 4 actuantes
- 1 BUP con 4 actuantes
- 1 BNP con 2 actuantes
- 1 Vehículo Ligero con 1 mando y 1 bombero/conductor

ESQUEMA DE ORGANIZACIÓN OPERATIVA BÁSICA EN ACTUACIONES DE TRASVASE

2 Mandos +
10 Bomberos



FUNCIONES EN LA ACTUACIÓN DE TRASVASE

1. JEFE DE INTERVENCIÓN

Máximo mando del servicio sobre el terreno. Protección: Nivel I

Reconocimiento del escenario, con valoración y toma de decisiones en relación a:

- Nivel de protección adecuado.
- Dirección del viento.
- Dirección de aproximación y emplazamiento de los recursos propios en zona segura.
- Definición de las zonas caliente y tibia.
- Definición de las primeras actuaciones a realizar

Una vez estabilizado y asegurado el entorno/escenario de trabajo procederá a la valoración y toma de decisiones en relación a:

- Tipología de trasvase a realizar
- Distribución de funciones entre el personal
- Nivel de protección adecuado.
- Determinación del tipo de descontaminación necesaria y montaje a realizar
- Determinación del tipo de instalaciones de autoprotección e intervención (que garanticen mientras se realiza el trasvase la seguridad de la zona de intervención), detección de riesgos y qué medidas deben tomarse para paliarlos.

07 CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

 **2. VIGIA**

Bombero encargado de realizar un control de la seguridad global de la intervención. (Nivel I)

- Delimitación de la zona caliente
- Detección de riesgos: visualización del escenario de forma continua 360°, lecturas con detectores de gases o explosímetros adecuados al producto, lectura con cámara térmica, demanda de seguimiento periódico de presión y temperatura de las cisternas.

 **3. INTERVENCIÓN (SOBRE LA CISTERNA Y SU TRASVASE)**

Bombero Cisterna A (Accidentada) (Nivel II)

- Montaje de los mangotes, cubetos, cuerdas y demás útiles necesarios para realizar el trasvase.
- Manipulación de las válvulas y demás acciones a requerimiento del Jefe de la maniobra
- Control y seguimiento del trasvase respecto a la cisterna A

Bombero Cisterna B (Receptora) (Nivel II)

- Montaje de los mangotes, cubetos, cuerdas y demás útiles necesarios para realizar el trasvase.
- Manipulación de las válvulas y demás acciones a requerimiento del Jefe de la maniobra
- Control y seguimiento del trasvase respecto a la cisterna B

Bombero encargado de Bomba (Nivel I)

- Recogida y traslado del material y herramientas referidas al trasvase, llevándolas hasta el punto de entrada a la zona caliente. Posterior entrada a la zona caliente.
- Montaje de la bomba y/o compresor-regulador de presión, mangotes, cubetos, y demás útiles necesarios para realizar el trasvase.
- Manipulación de las válvulas y demás acciones a requerimiento del Jefe de la maniobra
- Control y seguimiento del trasvase respecto a la bomba y/o compresor-regulador de presión

Jefe de Maniobra de Traslado (Nivel I)

- Supervisará todas las maniobras, manipulación de las válvulas y demás acciones durante el trasvase
- Tendrá comunicación continua y visión directa con los tres Bomberos implicados directamente en el trasvase
- Tendrá comunicación continua con el jefe de la emergencia y el vigía con el personal que apoya la actuación y no ha entrado en la zona caliente.

Bombero SOS / Relevo, A (Nivel II)

Bombero SOS / Relevo, B (Nivel II)

- Ayudará a equiparse con el Nivel II a los 2 bomberos que entraran en zona caliente para encargarse de las cisternas.
- Con la ayuda del otro Bombero SOS / Relevo, se equipará con Nivel II
- Realizará la función SOS / Relevo en binomio a requerimiento del Jefe de Intervención

 **4. CONTROL DE ACCESOS**

Bombero/Conductor (Nivel I)

- Realiza el control de accesos a la zona caliente.
- Controla los consumos y las necesidades de aportación de aire de los actuantes.
- Establece los pasillos de entrada a la zona caliente y de salida de la zona caliente hacia el área de descontaminación.

5. LOGÍSTICA

Bombero/Conductor (Nivel I)

- Da respuesta a las necesidades de material y herramientas referidas al trasvase, que no hayan sido previamente recogidas por el bombero encargado de la bomba, llevándolas hasta el punto de entrada a la zona caliente.
- Da respuesta a las necesidades hidráulicas de las instalaciones de autoprotección e intervención (que garanticen mientras se realiza el trasvase la seguridad de la zona de intervención)

6. DESCONTAMINACIÓN / INSTALACIONES AUTOPROTECCIÓN E INTERVENCIÓN

Bombero A (Nivel I)

Bombero B (Nivel I)

- Montaje y actuación con las instalaciones de autoprotección e intervención determinadas por el Jefe de la Intervención. Esta acción, que parte de una situación en que el escenario es lo bastante estable como para plantear el trasvase; podrá ser preventiva, puntual o realizarse de forma reiterada a lo largo de las operaciones de trasvase.
- Preparación de la zona de descontaminación con la configuración y características determinadas por el Jefe de la Intervención.
- La duplicidad de funciones hace que atendiendo a las necesidades de descontaminación el Jefe de Intervención determine en que proceso del trasvase decide hacer relevos de los actuantes, si en algún momento hay que detener el trasvase o si hay que priorizar una descontaminación o una acción para garantizar la seguridad del área de intervención.

REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIONES

Es aconsejable sectorizar las comunicaciones siguiendo un criterio de tramos de control, de seguridad global en el servicio y de Comunicación con el centro de Control de Bomberos.

- El Jefe de intervención mantendrá comunicación por radio por dos canales diferentes con:
 - Control Central de Bomberos (Canal General)
 - Jefe de maniobra de trasvase, Bombero Vigía, Bombero Control accesos, Bomberos de descontaminación / líneas de intervención, Bombero Logística (Canal Local 1)
- El Jefe de maniobra de trasvase mantendrá comunicación por radio por dos canales diferentes con:
 - Jefe de la Intervención (Canal Local 1)
 - Los bomberos de cisterna y el bombero de bomba de trasvase, y con los bomberos SOS / Relevo (Canal Local 2, y si es posible, con visión directa)
- El Bombero Vigía estará a la escucha de los Canales Locales 1 y 2 y podrá comunicar por el que sea necesario según las necesidades.



Anexo 01

Válvulas y otros elementos de la cisterna



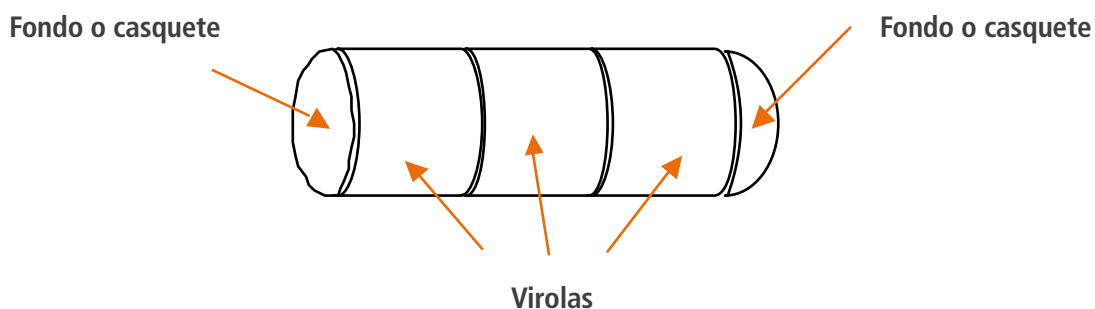
índice

1. EL DEPOSITO
2. PLACA DE CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO.
3. ROMPEOLAS.
4. BOCA DE HOMBRE.
5. CUBETO.
6. PROTECCIÓN ANTIVUELCO.
7. PARASOL.
8. CONDUCCIONES DE CARGA/DESCARGA.
9. VÁLVULA DE FONDO.
10. VÁLVULA DE CORTE.
11. RACORES Y BRIDAS.
12. BOMBA DE TRASVASE.
13. COLECTOR DE PRESIÓN.
14. SISTEMA DE APORTE DE CALOR.
15. VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN Y DISCO DE ROTURA.
16. VÁLVULA DE 5 EFECTOS Y VÁLVULAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES.
17. GALGA ROTATIVA O INDICADOR DE NIVEL.

En este anexo se describen diferentes elementos que incorporan los vehículo cisterna (depósito, rompeolas, válvulas de fondo, válvulas de sobrepresión, parasol, ...). Algunos de estos elementos no se encuentran en todas las cisternas, sino sólo en algunas, según el tipo de producto o familia de productos que transporten.

1. EL DEPÓSITO

El depósito se construye a partir de virolas curvadas y 2 fondos o casquetes, uno en cada extremo. Las virolas y casquetes están unidos mediante soldaduras



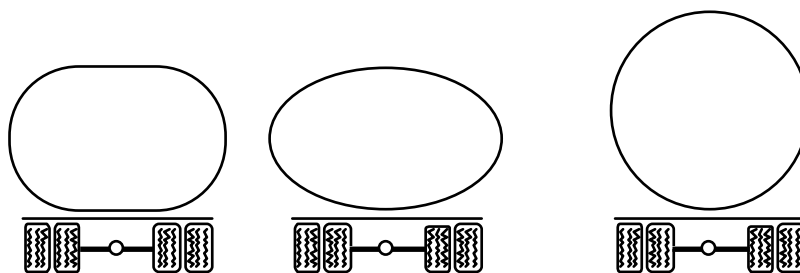
Para dotarlos de mayor resistencia, los depósitos acostumbran a estar reforzados exteriormente con unas costillas (denominadas omegas), que a su vez son el medio de fijación del depósito al chasis.



Las costillas pueden ser completas (abrazan todo el depósito) o parciales. En la figura se observan ambos tipos.

Las costillas acostumbran a estar presentes tanto en los depósitos de transporte de líquidos como de gases, aunque hay algunas excepciones, como las cisternas de carburantes (no se presurizan nunca, por lo que no requieren un depósito reforzado) y las de GLP (el grosor de las virolas para soportar la presión interior hace innecesario reforzar el depósito).

El depósito puede tener sección transversal policéntrica, elíptica o circular:



Las dos primeras no son geometrías óptimas para resistir presión interior al depósito, por lo que las secciones policéntricas y elípticas siempre indican una presión de servicio (máxima presión de trabajo que puede alcanzar el depósito) atmosférica, como en el caso del transporte de carburantes. El resto de productos líquidos, también se transportan a presión atmosférica, pero como muchos de ellos se descargan por presión de aire, la cisterna tiene que resistir presiones de servicio alrededor de los 2 bar.

La sección transversal circular no presupone nada: se utiliza para el transporte de gases, líquidos (también de carburantes) y sólidos pulverulentos o granulados.

ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

2. PLACA DE CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

La cisterna siempre tiene una placa con las características del depósito, que puede encontrarse en cualquier lugar, pero que normalmente está en un lateral, sobre el chasis.

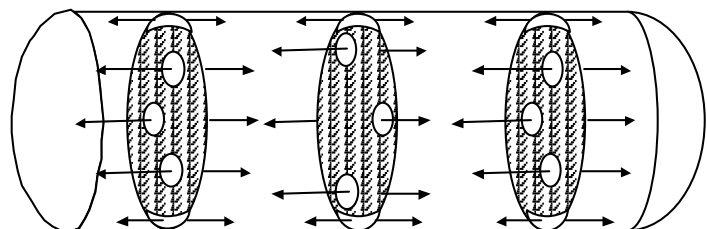


Esta placa contiene información muy valiosa sobre la cisterna:

- Presión de servicio (máxima presión de trabajo que puede alcanzar el depósito, normalmente durante el proceso de carga o descarga).
- Presión de prueba (presión hidrostática a la que se somete periódicamente el depósito, siempre mayor a la presión de servicio)
- Número de compartimentos
- Capacidad máxima de cada compartimento (en litros).

3. ROMPEOLAS

Las cisternas monocuba y los compartimentos de más de 7.500 litros, tienen interiormente tabiques perforados que limitan el desplazamiento de la carga durante el transporte (especialmente durante las aceleraciones y desaceleraciones), con objeto de dar mayor estabilidad al vehículo cisterna durante la marcha.



Los orificios de un rompeolas al contiguo no están confrontados, para dificultar el paso del líquido en el eje longitudinal del depósito, con la excepción de la aberturas inferiores (para que el depósito se pueda vaciar completamente) y superiores (para comunicar las fases gas o permitir el paso del aire).

4. BOCA DE HOMBRE

La boca de hombre permite que una persona pueda acceder al interior del depósito o del compartimento, para tareas de mantenimiento, inspección o limpieza.

Únicamente las cisternas de transporte de líquidos químicos, carburantes, asfaltos y sólidos granulados o pulverulentos, tienen tapas practicables para poder abrir la boca de hombre.



En el resto de cisternas: líquidos y gases de carga y descarga superior (grandes tóxicos), GNL, GLP y gases criogénicos, las tapas de boca de hombre no son practicables, sino embridadas, por el riesgo inherente del producto y/o la presión interior del depósito. Como excepción, las cisternas de GNL y gases criogénicos no tienen boca de hombre.



El número de bocas de hombre no siempre está en consonancia con el número de compartimentos, sino con los espacios entre rompeolas (en caso de depósito monocuba) o espacios entre mamparos (en caso de depósito compartimentado). En el caso de depósito compartimentado sí que suele ser habitual que haya una boca de hombre por cada compartimiento. Únicamente si el compartimento supera los 7.500 litros, tiene que disponer de rompeolas interior, por lo que tendrá 2 bocas de hombre.

5. CUBETO

Las cisternas de transporte de líquidos químicos, carburantes y asfaltos tienen la boca de hombre en el interior de un cubeto, encargado de recoger el producto que pueda verter durante la carga de la cisterna por la boca de hombre..

El cubeto puede ser individual para cada boca de hombre o único para todas las bocas (cubeto corrido).

ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA



Cada cubeto tiene uno o dos sumideros, para conducir el agua de lluvia y, en su caso, el producto vertido, al suelo. Dichos tubos de desagüe disponen de válvula de corte.

6. PROTECCIÓN ANTIVUELCO

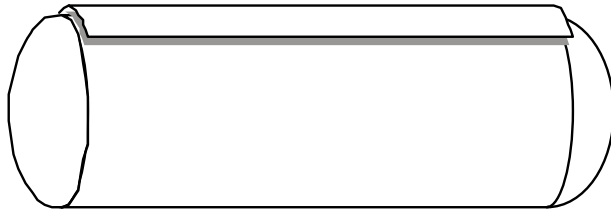
La protección antivuelco es el elemento que sobresale superiormente del depósito en cisternas de líquidos químicos, con el propósito de proteger (en caso de vuelco) la boca de hombre y válvulas que se encuentren junto a ella.



7. PARASOL

El parasol es habitual en las cisternas de transporte de GLP, pero no todas lo llevan.

Se trata de una plancha curva que está sobrepuesta unos 4 centímetros al depósito, y que evita que la radiación solar incida directamente sobre él, evitando a su vez el incremento de la temperatura del GLP y el aumento de la presión en el interior del depósito.



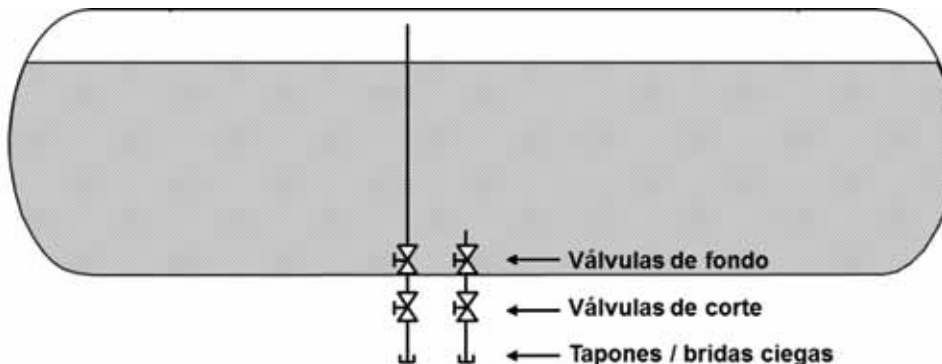
8. CONDUCCIONES DE CARGA/DESCARGA

Son los conductos que penetran en el depósito y que durante el proceso de carga y/o descarga están destinados a conducir el producto en su fase líquida, y en su caso, también en fase gas.

Por exigencia del ADR, todas las conducciones de carga y descarga tienen que disponer de 3 cierres, en el siguiente orden (de interior a exterior del depósito):

1. Válvula de fondo.
2. Válvula de corte.
3. Tapón o brida ciega

Como ejemplo, el esquema de una cisterna de GLP sería:



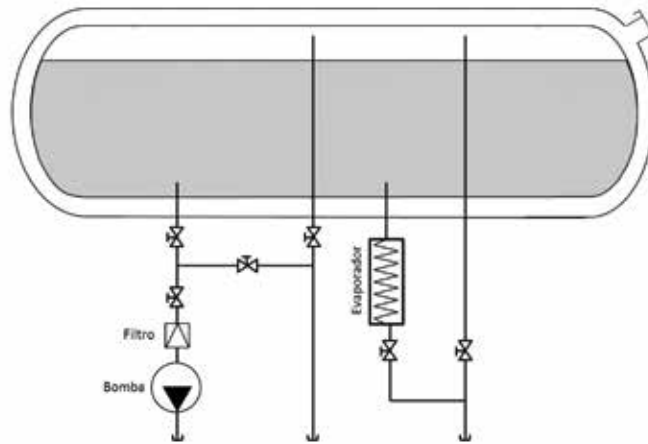
Hay 2 excepciones a esta exigencia:

- Las cisternas de carga y descarga superior. No tienen, obviamente, válvulas de fondo.



ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

- Las cisternas criogénicas de doble casco. No permiten alojar una válvula en el depósito interior con accionamiento exterior.



9. VÁLVULA DE FONDO

Es una válvula interior al depósito, y tiene por objeto garantizar la estanqueidad del depósito en caso de rotura de los conductos de carga/descarga.

Actúa como el tapón de una bañera. Aunque esté llena de agua y rompamos el tubo de desagüe, no se verterá agua mientras el tapón ajuste correctamente.



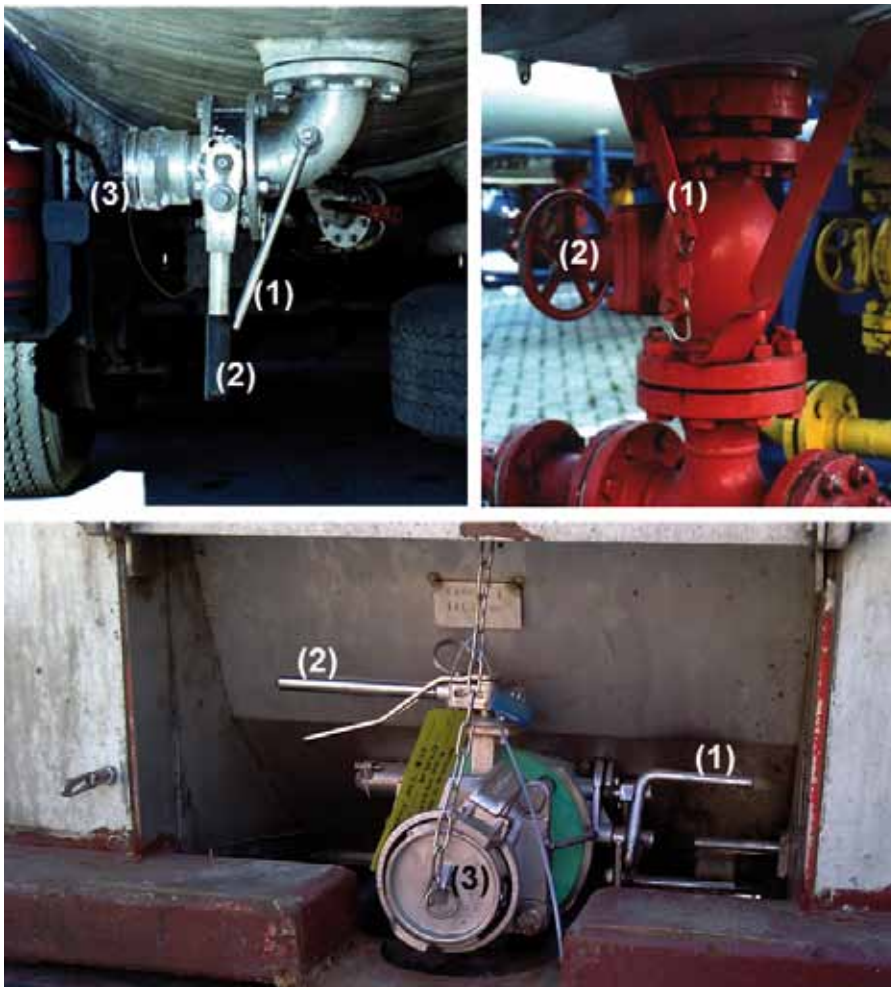
Aunque la válvula es interior al depósito, su accionamiento es exterior.

Tipos y ubicación de los accionamientos de la válvula de fondo:

- Accionamiento manual. Se puede encontrar en:
 - a) El lomo superior del depósito, junto a las bocas de hombre, con forma de volante. Es exclusivo de cisternas de líquidos químicos. Se observan tantos volantes como válvulas de fondo.



b) En el cuerpo exterior de la válvula de fondo, con forma de palanca.

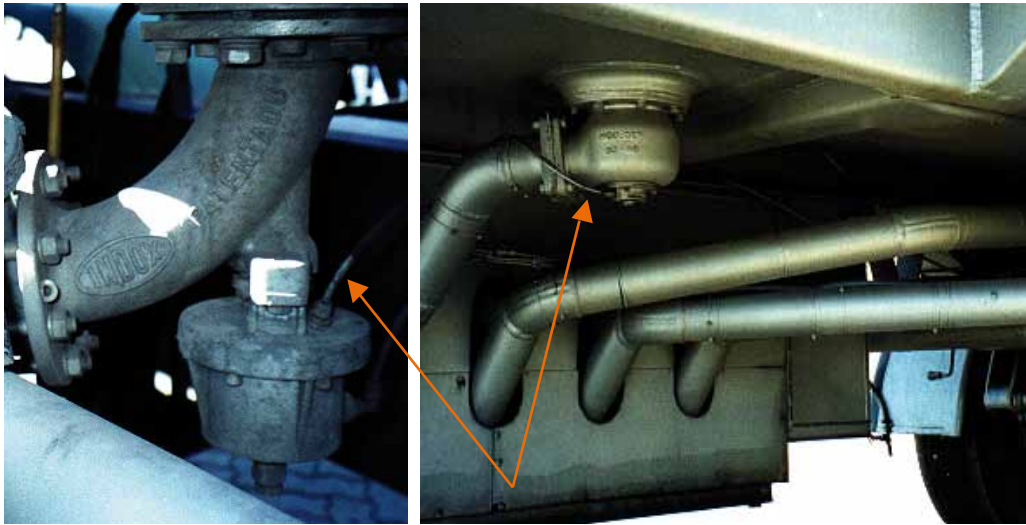


(1): accionamiento válvula de fondo. (2): válvula de corte. (3): tapón.

- Accionamiento neumático. Es el más frecuente. Funciona con la presión del circuito de aire comprimido del vehículo y sólo se puede operar si la cisterna está frenada. La válvula de fondo se mantiene abierta mientras está presurizada (unos 7 bar) y está cerrada si no hay presión en el circuito.

Si la válvula estuviese abierta y el tubo neumático se rompiese, desenganchase o quemase, la válvula de fondo se cerraría instantáneamente.

ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA



Circuito neumático

Accionamiento neumático con pistón:



- Accionamiento hidráulico. Poco habitual. Funciona de forma similar al accionamiento neumático, pero con presión hidráulica, ejercida con una sencilla bomba manual de pistón.

10. VÁLVULA DE CORTE

En el extremo de cada conducción de carga/descarga, entre la válvula de fondo y el tapón del racor o brida ciega, se encuentra la válvula de corte. Su misión es abrir y cerrar el paso de producto durante la carga y descarga de la cisterna, ajustando su apertura al caudal deseado.

La apertura de la válvula de corte tiene que ir precedida de la apertura de la válvula de fondo, y su cierre tiene que ir seguido del cierre de la válvula de fondo.

La válvula acostumbra a ser del tipo de bola o de mariposa para líquidos (accionamiento por palanca) y de compuerta para gases licuados (accionamiento por volante).



11. RACORES Y BRIDAS

Los conductos de carga/descarga acaban en racores o bridas para la conexión de las mangueras.

Tipos:

- Para gases licuados y líquidos muy tóxicos se emplean racores de tipo rosca (de diferentes tipos y sentido de giro) y bridas.



ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

- Para líquidos químicos, los racores habituales son de tipo **guillemín** en cisternas del sur de Europa, y de tipo **tankwagen** (DIN 28450) en cisternas del centro y norte de Europa. El racor guillemín no tiene género, pero el tankwagen sí (hay macho y hembra).



Guillemín



Tankwagen

- Para carburantes, el racor habitual es de tipo Api. El racor **Api** es de tipo seco (el racor dispone de válvula, que se cierra al desconectar la manguera, para que no se vierta producto interior al conducto).



12. BOMBA DE TRASVASE

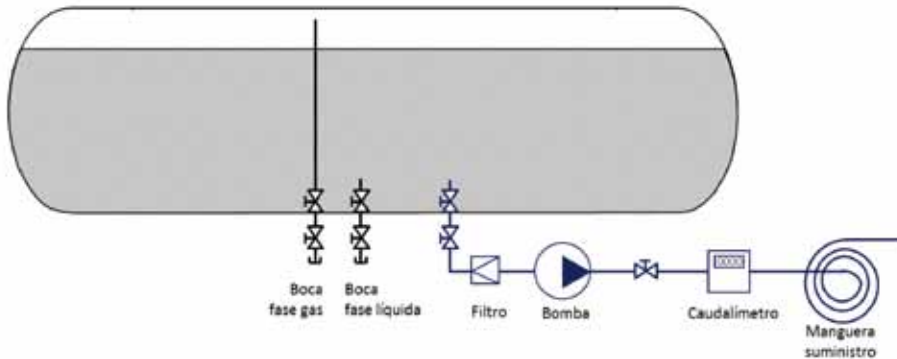
Algunas cisternas incorporan bomba de trasiego, normalmente dentro de un armario.

Es habitual en cisternas de:

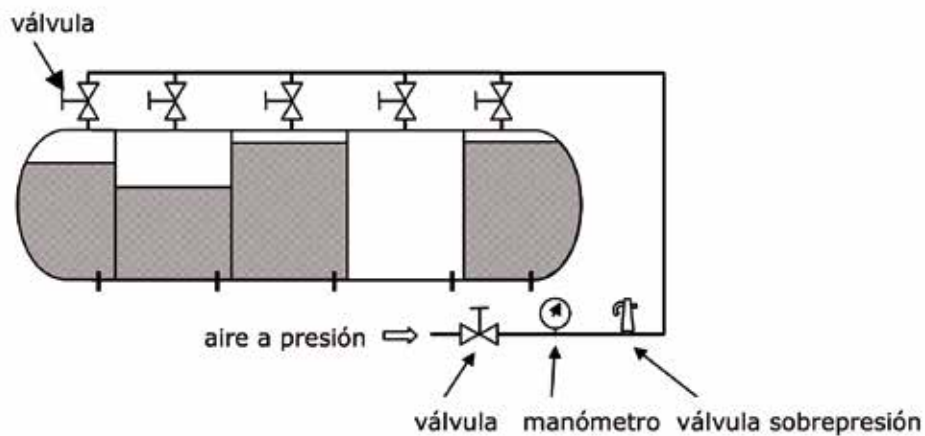
- Gases licuados criogénicos (ej: O₂, CO₂, N₂, Ar, ...).
- GLP, pensadas para la distribución a pequeños clientes.
- Carburantes (gasoil, principalmente), para la distribución a pequeños clientes.



En estos casos el conducto de aspiración de la bomba también dispone de la correspondiente válvula de fondo. Para el caso de una cisterna de GLP, el esquema sería:



13. COLECTOR DE PRESIÓN



Las cisternas de líquidos químicos disponen de un conducto a través del cual se introduce aire hacia el interior del depósito o compartimento, sometiéndolo a presión (hasta 2 bar) para descargar el producto.

Este colector tiene un racor (normalmente kamlok o exprés) donde conectar el compresor, una válvula de corte, manómetro y válvula de sobrepresión (tarada a 2 bar), y en el lomo del depósito, tantas ramificaciones como compartimentos tiene el depósito (una en caso de depósito monocuba), comunicadas con el interior del compartimento con una válvula de corte (junto a la boca de hombre).



ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA



14. SISTEMA DE APORTE DE CALOR

Los productos que son muy densos o solidifican a temperatura ambiente, se transportan calientes para mantenerlos fluidos. Es el caso de fuel-oil, ácido acético, asfalto,...

Se cargan calientes y, salvo en raras excepciones, durante el transporte no se calienta el producto para mantener su temperatura, sino que se conserva por el calorifugado del depósito.

Como consecuencia de una cierta pérdida de calor durante el trayecto, suele ser necesario calentar de nuevo el producto unos grados hasta la temperatura óptima de descarga. Para ello, las cisternas disponen de un sistema de calentamiento que se hace funcionar en los momentos previos a la descarga.

Las cisternas calorifugadas disponen de un sistema de aporte de calor que puede ser de 2 tipos:

- Serpentín de vapor:

Es el sistema más habitual. Es exterior al depósito (no está en contacto con el producto) y se encuentra oculto bajo el calorifugado.

En los extremos del serpentín, hay un racor de conexión, generalmente del tipo exprés o rosca, y en el extremo opuesto (y en el punto más bajo del depósito), una válvula de descarga de sobrepresión (tarada a 4 bar) y una llave de purga.



- Resistencia eléctrica:

No es habitual. Es más frecuente en contenedores cisterna. Se trata de una resistencia eléctrica, ubicada entre el depósito y el calorifugado, de forma similar al serpentín de vapor.



15. VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN Y DISCO DE ROTURA.

La válvula de sobrepresión (de alivio) abre automáticamente cuando la presión en el interior del depósito supera una determinada presión de tarado, dejando escapar gases o vapores al aire, hasta que cierra, una vez ha disminuido la presión por debajo del valor de tarado.

No todas las cisternas incorporan válvula de sobrepresión (de alivio) en su depósito. Disponen de este tipo de válvula las que transportan:

- GNL
- Gases licuados criogénicos (ej: O₂, CO₂, N₂, Ar, ...).
- Líquidos muy volátiles (ej: metanol, estireno, acetaldehído, resinas) o muy reactivos (ej: ácido nítrico).

Las cisternas de GLP pueden tenerlas o no, en función del criterio del transportista.



Cisterna de GNL. Las válvulas de sobrepresión del depósito son las rotuladas como PSV1



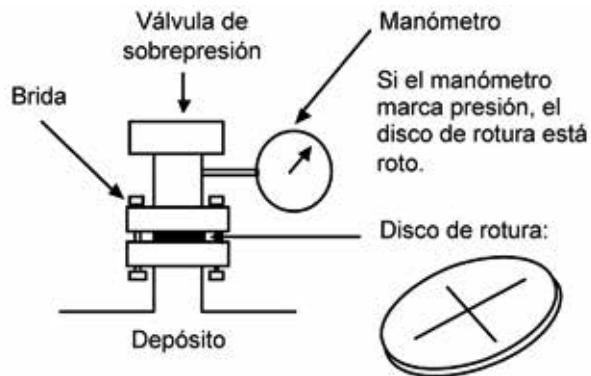
Válvula de sobrepresión para líquidos con disco de rotura



Válvulas de sobrepresión de cisterna de GLP

ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

Las válvulas de sobrepresión de líquidos acostumbran a montar previamente un disco de rotura, para dar más seguridad al conjunto ante posibles fallos de estanqueidad de la propia válvula. Además, se intercala un manómetro entre ambos elementos, para que haya constancia de que se ha roto el disco una vez la válvula de sobrepresión haya cerrado tras un alivio de presión.



El disco de rotura es una superficie circular metálica, debilitada en 2 ejes, tarada para que rompa a una determinada presión.

16. VÁLVULA DE 5 EFECTOS Y VÁLVULAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES

La válvula de 5 efectos y el colector y válvulas de recuperación de vapores, son exclusivos de las cisternas de carburantes.

Válvula de recuperación de vapores



Válvula de 5 efectos

La válvula de 5 efectos permite la acción de diversas funciones en un mismo dispositivo:

- 1) Válvula de aireación: evacuación de vapores durante la carga.
- 2) Válvula de vacío: entrada de aire exterior durante la descarga.
- 3) Válvula de sobrepresión en caso de acumulación excesiva de vapores.

- 4) Contención del líquido en caso de vuelco o inclinación mayor a 15° (a la salida de una rotonda o en un vuelco, por ejemplo).
- 5) Malla antichispas.

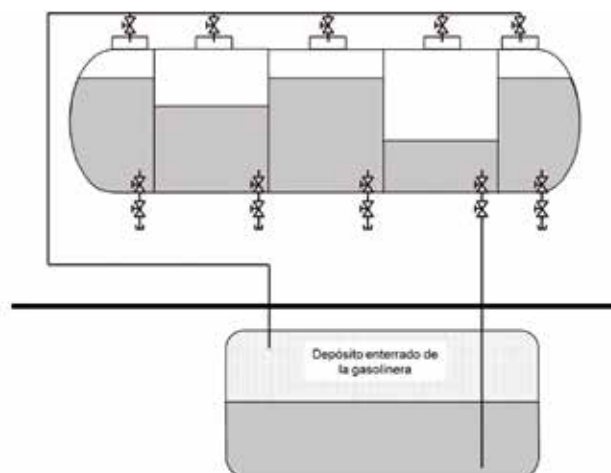
Aunque no tendría que ocurrir, no es infrecuente que en caso de vuelco, fugue combustible por la válvula de 5 efectos.



Junto a la boca de hombre de cada compartimento, una válvula neumática comunica su interior con un colector común a todos los compartimentos. El extremo opuesto del colector acaba en un racor tipo API ubicado en el interior del armario de conductos de carga/descarga.

Este colector es completamente exterior y en ocasiones discurre por el interior de la cámara que forma la pared del cubeto.

El objetivo de este conducto es cerrar el circuito de vapores del combustible comunicando la fase gaseosa del depósito enterrado de la gasolinera con la de la cisterna, durante el proceso de descarga o carga, y evitar que se venteen al aire.



Si no se utilizase el sistema de recuperación de vapores, durante la carga de la cisterna sus vapores saldrían a través de la válvula de 5 efectos (para evitar la sobrepresión del compartimento), y durante la descarga, el aire entraría también a través de la misma válvula (para evitar el vacío en el compartimento).

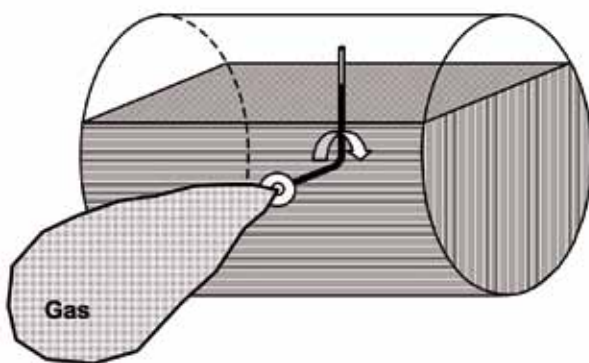
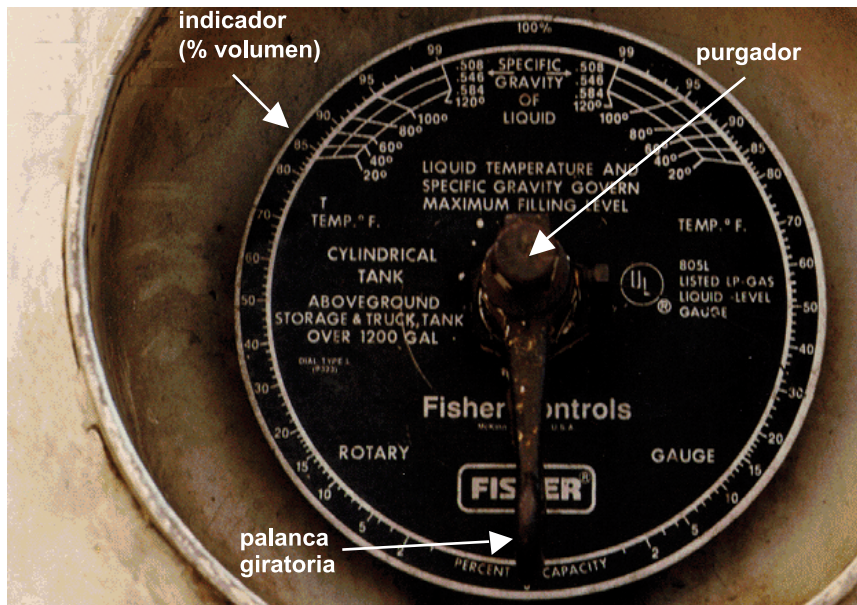
ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

17. GALGA ROTATIVA O INDICADOR DE NIVEL

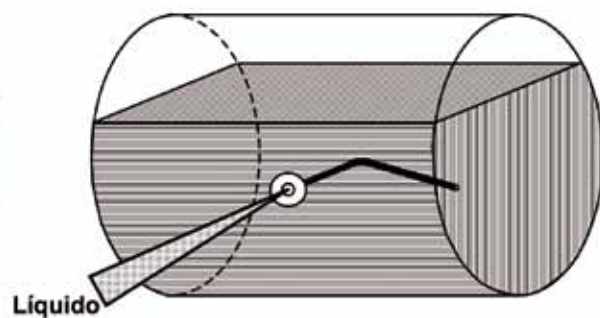
La galga rotativa es un instrumento muy simple, exclusivo de las cisternas de transporte de GLP, que permite conocer el nivel del líquido contenido en el depósito.

Está compuesta por una palanca giratoria, un purgador situado en el eje de la palanca (con su tapón correspondiente) y un disco graduado con el tanto por ciento del volumen total del depósito.

En el interior del depósito, solidario a la palanca giratoria, hay un tubo de pequeño diámetro en forma de codo a 90°, que gira cuando se hace girar la palanca.



El extremo del tubo interior está en la fase gas: por el purgador sale gas.



El extremo del tubo interior está sumergido en la fase líquida: por el purgador sale líquido.

Para mirar el nivel de líquido contenido en el depósito, giramos la palanca hasta situarla arriba en posición vertical, abrimos el tapón del purgador y empezará a salir gas (pues el extremo del tubo interior está en su punto más alto). Si continuamos girando la palanca, continuará saliendo gas hasta que llegará el momento en que salga un chorrillo de líquido, como consecuencia de que el extremo del tubo ha llegado a la superficie de la fase líquida.

En este momento, si se consulta la lectura que nos da la palanca de giro sobre el disco indicador, sabremos el tanto por ciento (%) de volumen de líquido respecto la capacidad total del depósito.

Esta lectura, por descontado, sólo será fiable cuando la cisterna esté en posición de marcha (sobre sus ruedas, no volcada) y horizontal.

Si continuamos girando la palanca, continuará saliendo el chorrito de GLP líquido, porque el tubito interior estará completamente sumergido en la fase líquida. Para que deje de salir producto, se rosca el tapón en el purgador.





Anexo 02

Fichas descriptivas de las familias de cisternas

FICHAS DE RECONOCIMIENTO DE CISTERNAS

En este apartado se recogen una serie de fichas para reconocimiento e identificación de los diversos tipos de cisternas que transportan mercancías peligrosas: una general y diez específicas, cuyo contenido es el siguiente:

FICHA GENERAL DE IDENTIFICACIÓN.

Partiendo de la forma de la cisterna, permite, mediante una serie de preguntas rápidas, determinar el tipo. Cada serie de preguntas termina en una o más fotos, y un número de ficha, que dirige a las fichas técnicas.

FICHAS TÉCNICAS

Con información ampliada y específica para cada tipo de cisterna. Encontramos diez diferentes: nueve para las distintas tipologías que podemos encontrar habitualmente, y una para vehículos destinados al transporte de botellas de gases industriales. Todas siguen una misma estructura y contenido, recogiendo la siguiente información:

Página 1. Número de ficha y tipo de cisterna, acompañado de cuatro fotografías del tipo tratado. En la parte superior aparece el código ADR, cuyo significado se explica más adelante en forma de esquema.

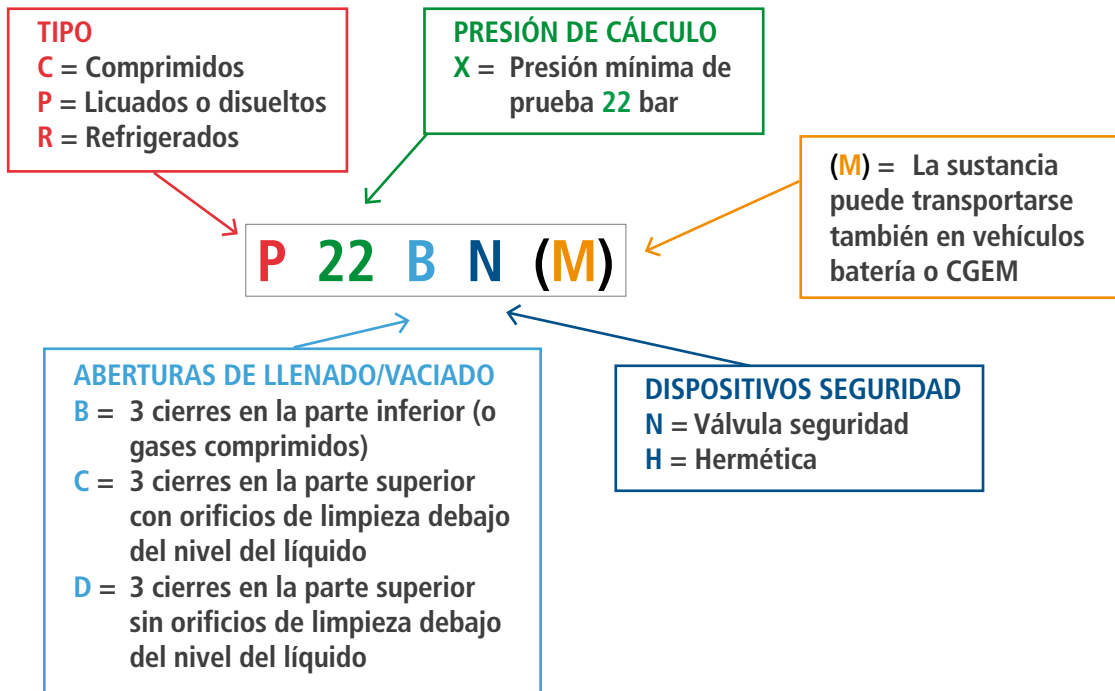
Página 2. Dispositivos de seguridad, carga y control. Una breve descripción de las características técnicas de la cisterna (capacidad, material de construcción, dispositivos de seguridad, bocas de carga y descarga, ...), acompañada de una serie de fotografías de los elementos más representativos de ese tipo de cisternas.

Página 3. Esquema de la cisterna, con las conducciones y bocas de carga y descarga.

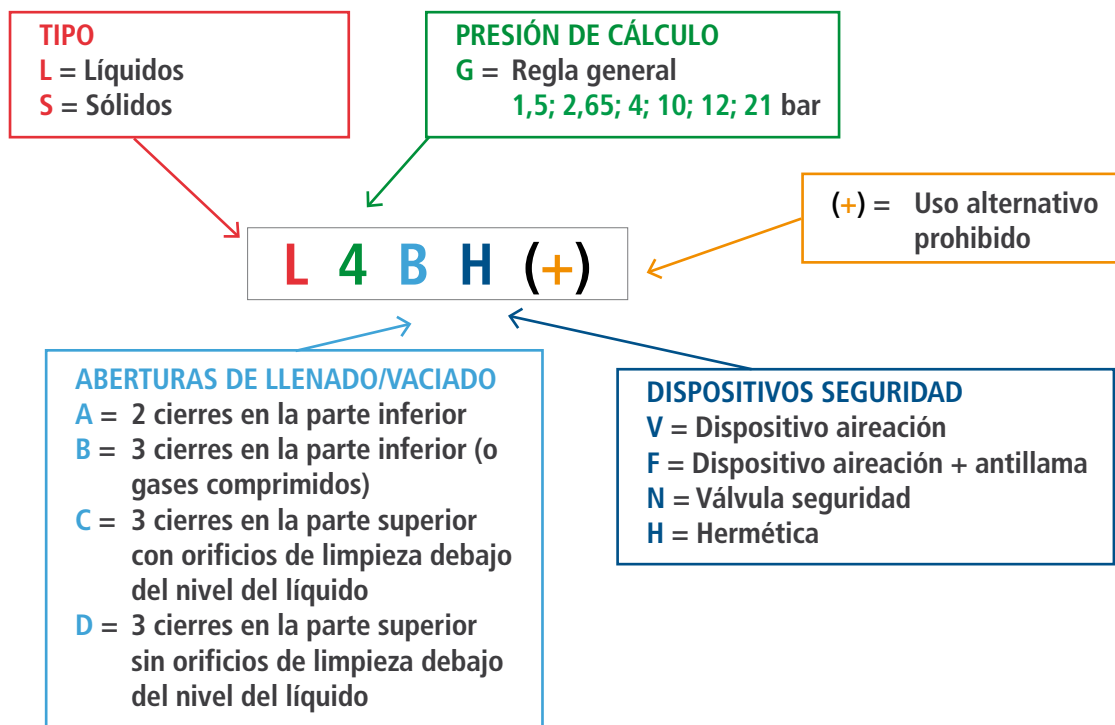
Página 4. Se recoge una serie de paneles naranja y placas etiquetas de los productos más transportados, con el nombre correspondiente. Debe advertirse que, aparte de las placas etiqueta de peligro, algunas sustancias deben llevar además la marca de peligroso para el medio ambiente que se muestra a continuación, que irá junto a las placas etiqueta con su mismo formato y dimensiones.



CÓDIGO CISTERNAS CLASE 2 (GASES)



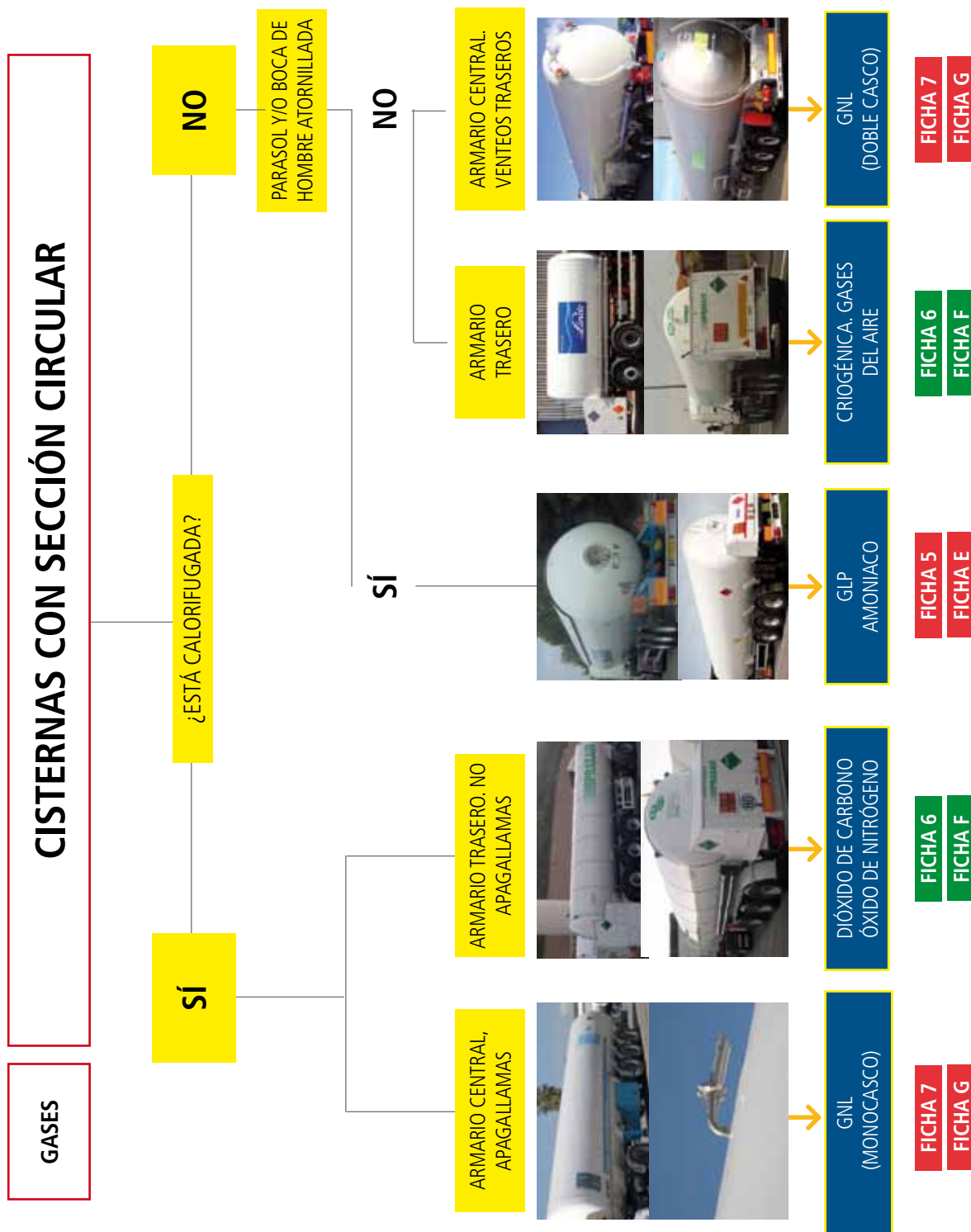
CÓDIGO CISTERNAS CLASES 3 A 9 (LÍQUIDOS Y SÓLIDOS)



ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS



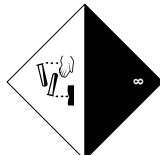
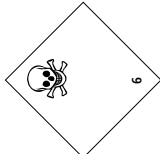




ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

01

CISTERNAS PARA LÍQUIDOS DIVERSOS



CÓDIGO CISTERNA ADR : L4BN / L4BH

CALORIFUGADAS



SIN CALORIFUGAR



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

CARACTERÍSTICAS

Cisternas polivalentes, denominadas así por la variedad de productos que pueden transportar, aunque todos en estado líquido, o fundido. Pueden ser monocuba o compartimentadas. Cada compartimento suele tener unos 7.500 litros de capacidad. Disponen de varias bocas de hombre en la parte superior con cubetos de recogida que pueden ser tantos como bocas o uno corrido que agrupe a todas. No están presurizadas.

CAPACIDAD. Variable, hasta 38.000 litros.

MATERIAL. Acero inoxidable.

AISLAMIENTO. Las calorifugadas, fibra de vidrio (100 mm) con recubrimiento exterior de aluminio, poliéster o inoxidable.

DISPOSITIVOS SEGURIDAD. Válvula de vacío. Puede montar válvula de sobrepresión y disco de ruptura (IMDG). Dispositivos antivuelco en el superior de la cisterna. Colector de presión para descarga que actúa también como recogida de vapores.

DISPOSITIVOS CONTROL. Manómetro en colector de presión

CARGA/DESCARGA. Cuentan con una o varias bocas de descarga (monocuba o compartimentada) con triple cierre: válvula de fondo, válvula manual y racor con tapón. Las válvulas de fondo pueden ser manuales, hidráulicas o neumáticas, y pueden estar en la parte superior o inferior de la cisterna. La carga puede efectuarse por arriba o por abajo pero con recuperación de vapores, y la descarga por abajo. Se puede ayudar con una sobrepresión máxima de 2 bar.



COLECTOR DE PRESIÓN.
RECUPERACIÓN DE VAPORES



BOCAS CARGA/DESCARGA



PROTECCIONES ANTIVUELCO

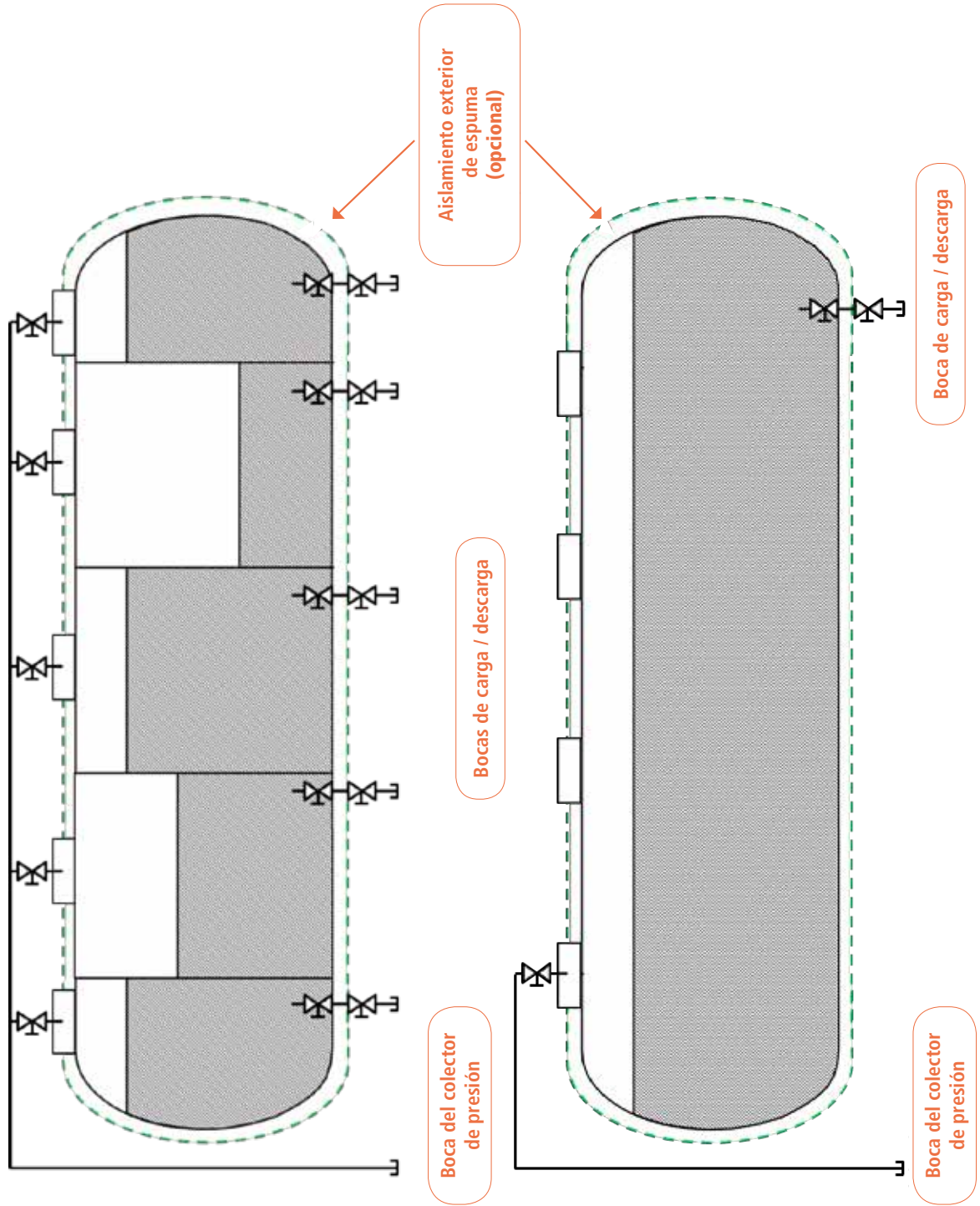


BOCA DE HOMBRE. CONEXIÓN AL
COLECTOR Y VÁLVULA DE FONDO

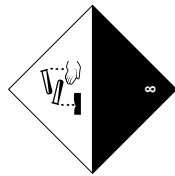


VÁLVULAS DE FONDO.
NEUMÁTICA Y MANUAL

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



PRODUCTOS TRANSPORTADOS



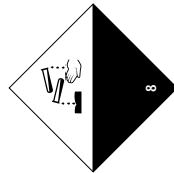
80
1830

ÁCIDO SULFÚRICO



336
1230

METANOL



80
1824

HIDRÓXIDO SÓDICO EN SOLUCIÓN



80
1789

ÁCIDO CLORHÍDRICO



58
2014

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN



85
2031

ÁCIDO NÍTRICO



CISTERNAS PARA CARBURANTES

02

CÓDIGO CISTERNA ADR : L4BN / L4BH

SEMIRREMOLQUE (PRIMARIO)

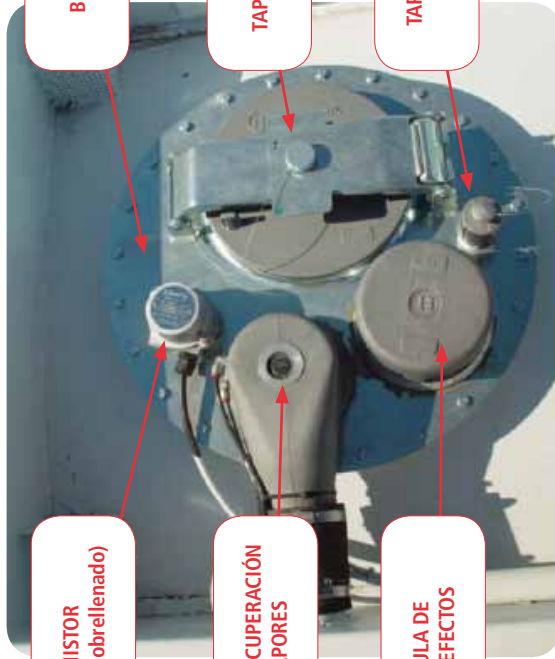


CISTERNA FIJA (REPARTO)



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

TAPA PASO DE HOMBRE DN 500



TERMISTOR
(Sensor de sobrellenado)

BOCA DE HOMBRE

VÁLVULA RECUPERACIÓN DE VAPORES

TAPÓN 10" CON CIERRE

VÁLVULA DE CINCO EFECTOS

TAPÓN GUÍA CALIBRE
(Nivel manual)

CARACTERÍSTICAS

Cisternas diseñadas para el transporte de hidrocarburos líquidos. Podemos encontrar dos tipos: las de reparto, con cisterna fija, y las de transporte primario (semirremolque). Las primeras suelen ser monocuba, y las segundas compartimentadas, con cuatro, cinco, o seis mamparos estancos.

CAPACIDAD. Las de reparto suelen variar desde los 1.500 litros hasta los 20.000. Las de transporte primario, hasta 44.000 litros.

MATERIAL. Aleación de aluminio.

AISLAMIENTO. NO.

DISPOSITIVOS SEGURIDAD. Cada compartimento dispone de una boca de hombre en la que se encuentra la válvula de cinco efectos. Una de sus funciones es actuar como válvula de sobrepresión. Está tarada a 200-275 mbar.

DISPOSITIVOS CONTROL. Dispositivo electrónico de control de llenado, situado también en la boca de hombre.

CARGA/DESCARGA. Las bocas de carga/descarga se sitúan normalmente en un armario central, junto con la conexión para la recuperación de vapores. Cuentan con conexión API RP-1004 de 4" más válvula manual o neumática de fondo. Cada conexión corresponde a un compartimento.

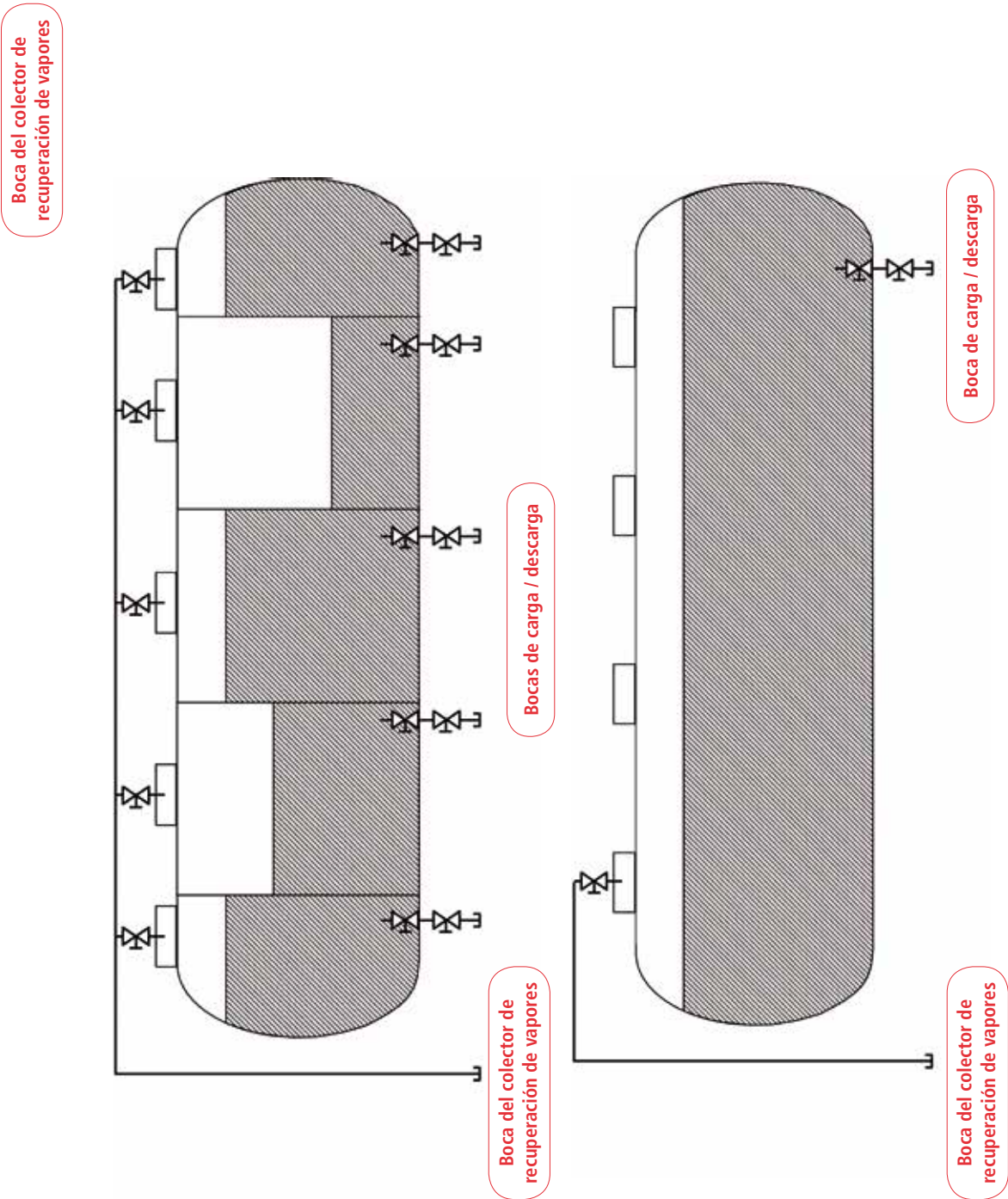


VÁLVULA NEUMÁTICA DE FONDO



BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULA DEL COLECTOR DE RECUPERACIÓN DE VAPORES
(borde rojo)

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



PRODUCTOS TRANSPORTADOS

30
1202



GASÓLEO

33
1203



GASOLINA

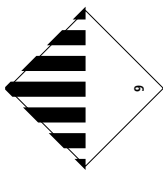
30
1223



QUEROSENO



ESTAS CISTERNAS PUEDEN TRANSPORTAR LOS SIGUIENTES NÚMEROS ONU POR ORDEN DE PELIGROSIDAD: 1203 (GASOLINA), 1268 (NAFTA), 1863 (COMBUSTIBLE AVIACIÓN), 1223 (QUEROSENO), 1203 (GASÓLEO). SI TRANSPORTAN VARIOS DE ESTOS PRODUCTOS, PUEDEN IR MARCADAS SOLO CON EL NÚMERO DEL MÁS PELIGROSO TRANSPORTADO.



CISTERNAS PARA ASFÁLTICOS

03

CÓDIGO CISTERNA ADR : L4BN



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL



BOCA DE CARGA Y VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN CON DISCO DE RUPTURA

CARACTERÍSTICAS

Cisternas monocuba destinadas al transporte de asfaltos y otros derivados del petróleo. Cuenta con resistencias eléctricas en la parte trasera para los productos transportados en caliente. Normalmente dispone de una sola boca de acceso, con cubeto y plataforma, a la que se accede por escalera lateral o trasera.

CAPACIDAD. 30.000 litros.

MATERIAL. Acero inoxidable.

AISLAMIENTO. Fibra de vidrio (100/150 mm) con recubrimiento exterior de aluminio o poliester.

DISPOSITIVOS SEGURIDAD. Válvula de vacío. Puede montar válvula de sobrepresión y disco de ruptura (IMDG) y válvula de aireación neumática (no es obligatoria)

DISPOSITIVOS CONTROL. Habitualmente, termómetro en la parte posterior, junto a boca de descarga.

CARGA/DESCARGA. La carga se realiza por la parte superior. La descarga por boca situada en la parte inferior trasera. Las válvulas de accionamiento para la descarga se sitúan en el lateral trasero. La descarga se puede realizar con la tapa superior abierta, o ayudando con una presión máxima de 2 bar.

LOS PRODUCTOS TRANSPORTADOS NORMALMENTE SON:
1267, 1268, 1999, 3256, 3257 y 3258.



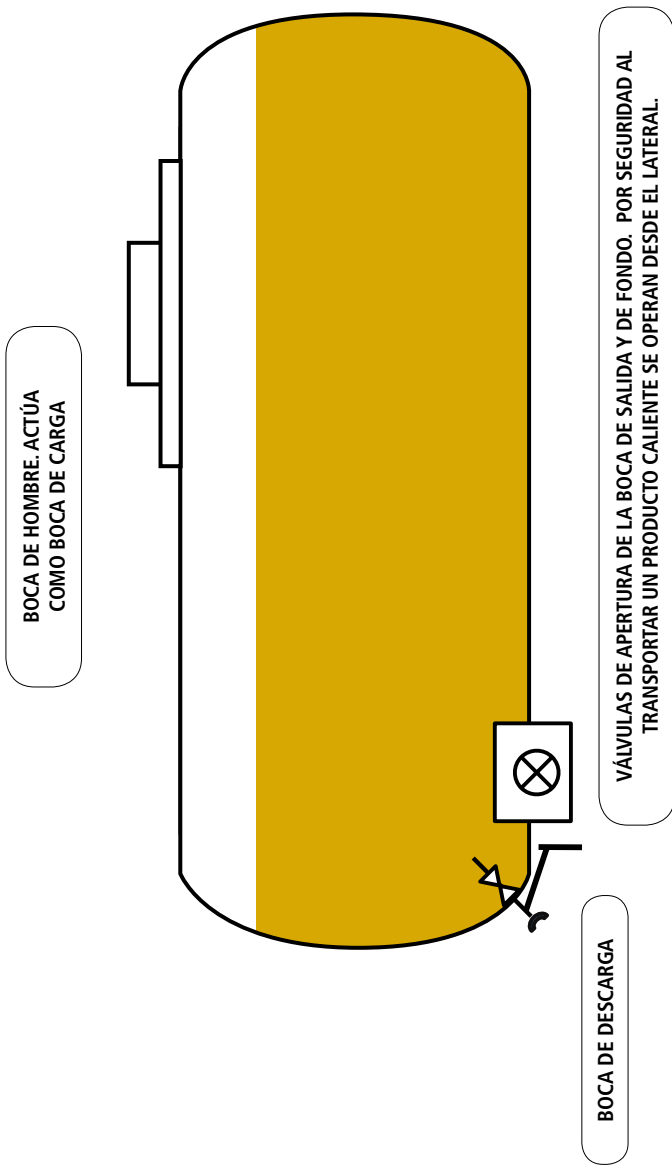
VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO DE BOCA DE DESCARGA Y FONDO



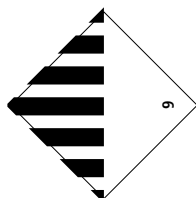
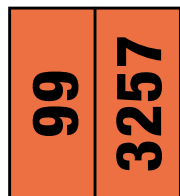
BOCA DE DESCARGA, CON VÁLVULA DE ACCIONAMIENTO LATERAL, TERMÓMETRO Y CONJUNTO DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS

ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

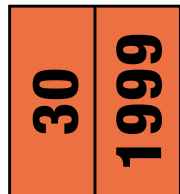
ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



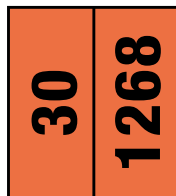
PRODUCTOS TRANSPORTADOS



LÍQUIDO A TEMPERATURA ELEVADA



ALQUITRANES LÍQUIDOS



DESTILADOS DEL PETRÓLEO



LA MARCA PARA PRODUCTOS TRANSPORTADOS EN CALIENTE ES PARA LOS NÚMEROS ONU 3256, 3257 Y 3258



**CISTERNAS PARA
GRANDES TÓXICOS**

04

CÓDIGO CISTERNA ADR : L10DH



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

CARACTERÍSTICAS

Cisternas monocuba de diseño especial para el transporte de líquidos o gases muy tóxicos. Son herméticas y solo disponen de una boca de hombre no practicable en la parte superior en donde se encuentra la valvulería, en el interior de un cajón de protección. No tienen conductos ni válvulas en su parte inferior. El diseño es muy similar para el transporte de gases, variando el tipo de cierre de las válvulas y la presión de servicio, lo que determina el grosor de la cisterna. La presión de prueba habitual para líquidos es de 10 bar, pero para algunos productos se exigen presiones mayores (cianuro de hidrógeno 15 bar; fluoruro de hidrógeno 21 bar).

CAPACIDAD. Variable según la densidad del producto. Pueden llegar a 30.000 litros en el caso de líquidos y unos 18.000 para gases.

MATERIAL. Acero inoxidable de 5 mm para líquidos. Acero al carbono de 11 mm para gases.

AISLAMIENTO. No

DISPOSITIVOS SEGURIDAD. Pueden llevar válvula de sobrepresión y disco de ruptura (en cisternas IMDG).

DISPOSITIVOS CONTROL. Las que disponen válvula de sobrepresión, acompañan un manómetro.

CARGA/DESCARGA. Habitualmente, una válvula fase líquida y otra gas, pero pueden tener dos para fase líquida y una para gas.

La carga y descarga se hace por la parte superior, ayudada por una sobrepresión de la cisterna.

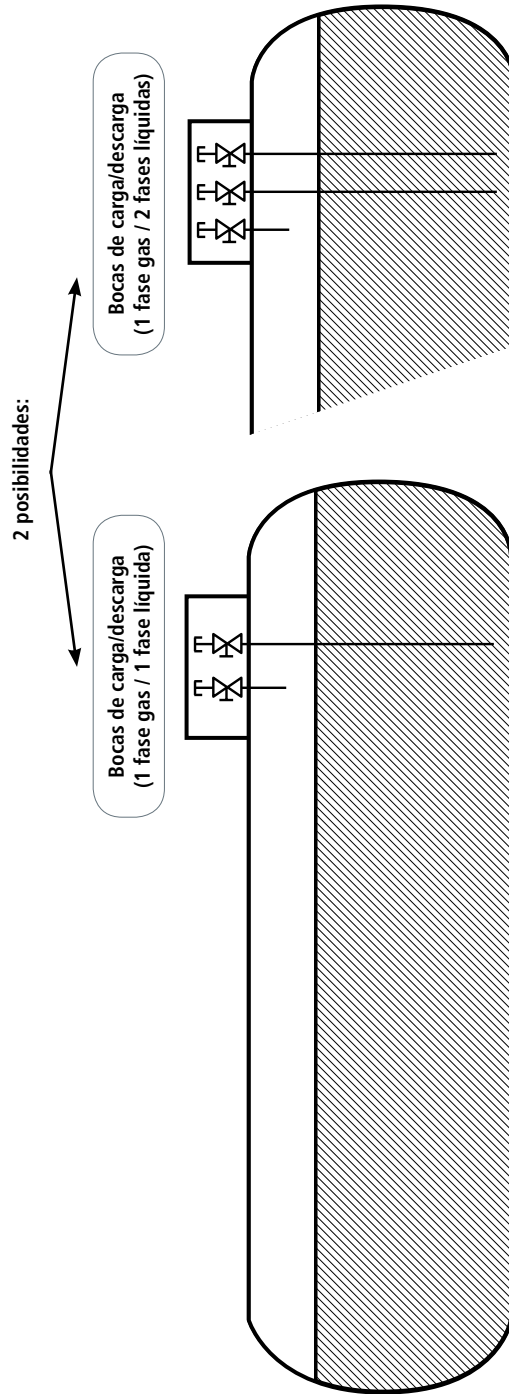


BOCAS CARGA/DESCARGA. VÁLVULAS DE APERTURA MANUAL EN EL CASO DE LÍQUIDOS; APERTURA NEUMÁTICA PARA GASES. ES EL PRINCIPAL ELEMENTO PARA DIFERENCIAS AMBAS CISTERNAS.

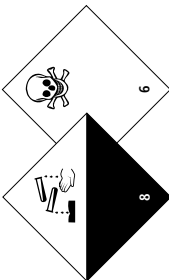
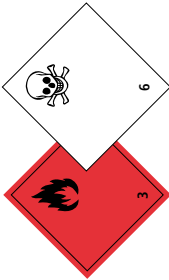


BOCA DE HOMBRE CON VÁLVULA PARA FASE LÍQUIDA Y FASE GASEOSA Y VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN CON DISCO DE RUPTURA. DETALLE DE AMBAS.

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA


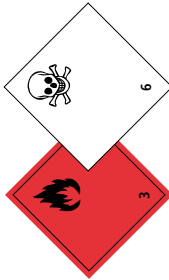


PRODUCTOS TRANSPORTADOS

886	1052		336	1093	
------------	-------------	---	------------	-------------	---

FLUORURO HIDRÓGENO

ACRILONITRILLO

336	1131		663	1613	
------------	-------------	---	------------	-------------	---

SULFURO DE CARBONO

CIANURO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN

X338	1295			
-------------	-------------	---	---	--

ACRILONITRILLO



CISTERNAS PARA GASES LICUADOS

05

CÓDIGO CISTERNA ADR : P30BN



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL



PARASOL



CONEXIONES CARGA / DESCARGA Y VALVULAS DE FONDO



ARMARIO DISTRIBUCIÓN CON BOMBA



GALGA ROTATIVA



BOCA DE HOMBRE. EN SU INTERIOR SE ENCUENTRA LA GALGA ROTATORIA, MANÓMETRO Y TERMÓMETRO.

CARACTERÍSTICAS

Cisternas destinadas al transporte de gases licuados, principalmente GLP, aunque pueden transportar otros gases derivados del petróleo, y otros totalmente diferentes, como el amoníaco. Cuentan con una boca de hombre no practicable, fijada con tornillería, que puede ir en la parte trasera, delantera o ventral.

CAPACIDAD. Variable, entre 3.000 y 48.000 litros. La carga habitual es el 85% de la capacidad, lo que representa aproximadamente una masa equivalente a la mitad del volumen.

MATERIAL. Acero al carbono. 10 mm en la virola y 12 mm en los fondos.

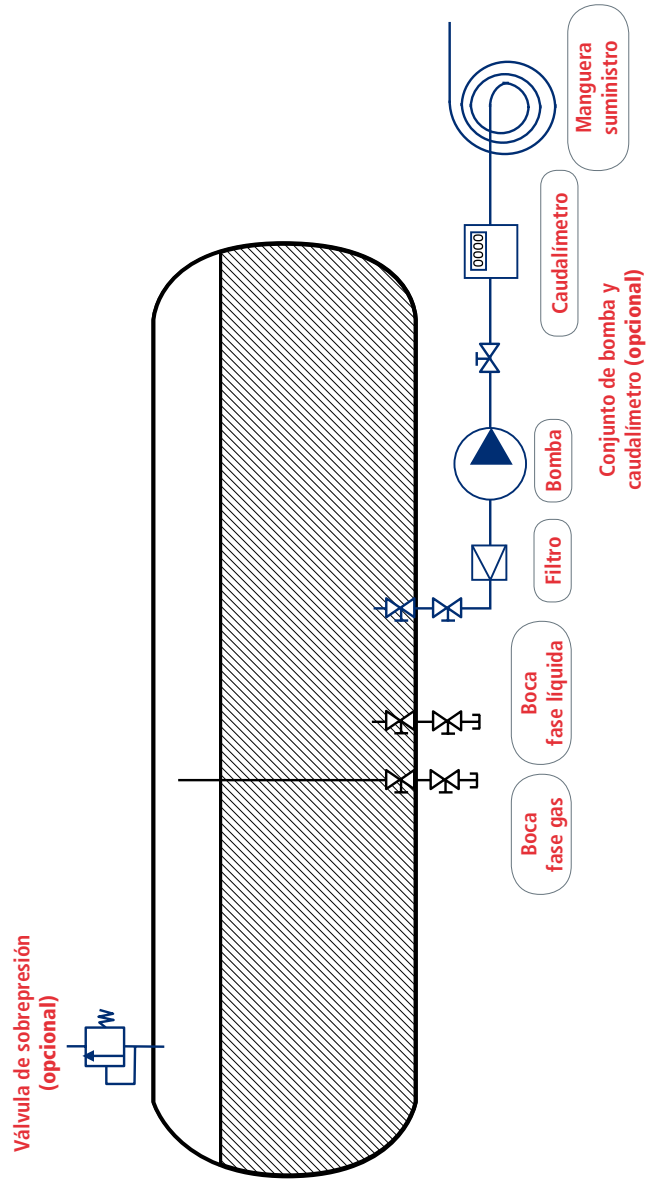
AISLAMIENTO. NO. Suelen disponer de un parasol en la parte superior. Se trata de una chapa separada de la cisterna unos 4 cm que cubre la fase gaseosa, evitando un calentamiento excesivo por radiación solar.

DISPOSITIVOS SEGURIDAD. Normalmente no cuenta con válvulas de sobrepresión del depósito.

DISPOSITIVOS CONTROL. Galga rotativa para control del nivel. Suelen disponer también de termómetro y manómetro.

CARGA/DESCARGA. Dos bocas situadas en la parte central o en armario, una para fase líquida (rojo) y otra para fase gas (amarillo). Cada boca cuenta con válvula de fondo (Fisher o Rego) de accionamiento manual, hidráulico o neumático, válvula de corte manual (volante o bola), y conectores con tapón (normalmente tipo Wecco).

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULAS SEGURIDAD



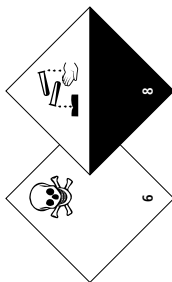
PRODUCTOS TRANSPORTADOS

23
1965



HIDROCARBUROS LICUADOS EN MEZCLA

268
1005



AMONIACO ANHIDRO

23
1011



BUTANO

23
1978



PROPANO

239
1010



BUTADIENO

23
1077



PROPILENO



CISTERNAS PARA GASES CRIOGÉNICOS

06

CÓDIGO CISTERNA ADR : R5,2BN/R30BN



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

CARACTERÍSTICAS

Transportan mayoritariamente gases de fraccionamiento del aire en estado líquido y a muy baja temperatura. Encontramos dos tipos: las de doble casco aisladas al vacío (para argón, nitrógeno y oxígeno) y las monocasco con aislamiento de poliuretano (para CO₂ y óxido nítrico). En las primeras, la presión de servicio está en unos 3 bar, mientras que en las segundas ronda los 23 bar.

CAPACIDAD. Variable. Desde unos 18.000 litros para cisternas sobre camión, hasta 33.000 litros en semirremolques.

MATERIAL. Acero inoxidable interior y acero al carbono exterior en las de doble casco. Acero al carbono resistente a las bajas temperaturas para las monocasco.

AISLAMIENTO. Cámara de vacío con aislante en las de doble casco. Poliuretano (200 mm) y envolvente de aluminio en las monocasco.

DISPOSITIVOS SEGURIDAD. Válvulas de sobrepresión en armario trasero, taradas a la presión de servicio. Normalmente, el venteo se dirige al suelo o hacia arriba por el exterior del armario.

DISPOSITIVOS CONTROL. Indicadores de nivel, presión del tanque y presión de la bomba..

CARGA/DESCARGA. Suelen disponer tres bocas: la de carga-descarga en fase líquida, otra en fase gaseosa, y otra mixta líquido gas.



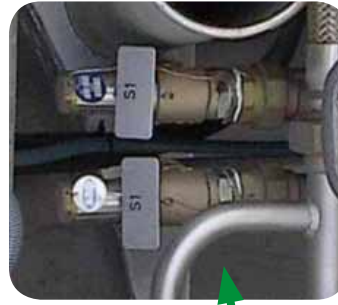
BOCAS CARGA/DESCARGA



CONTROL DE LA BOMBA



INDICADORES DE PRESIÓN Y NIVEL



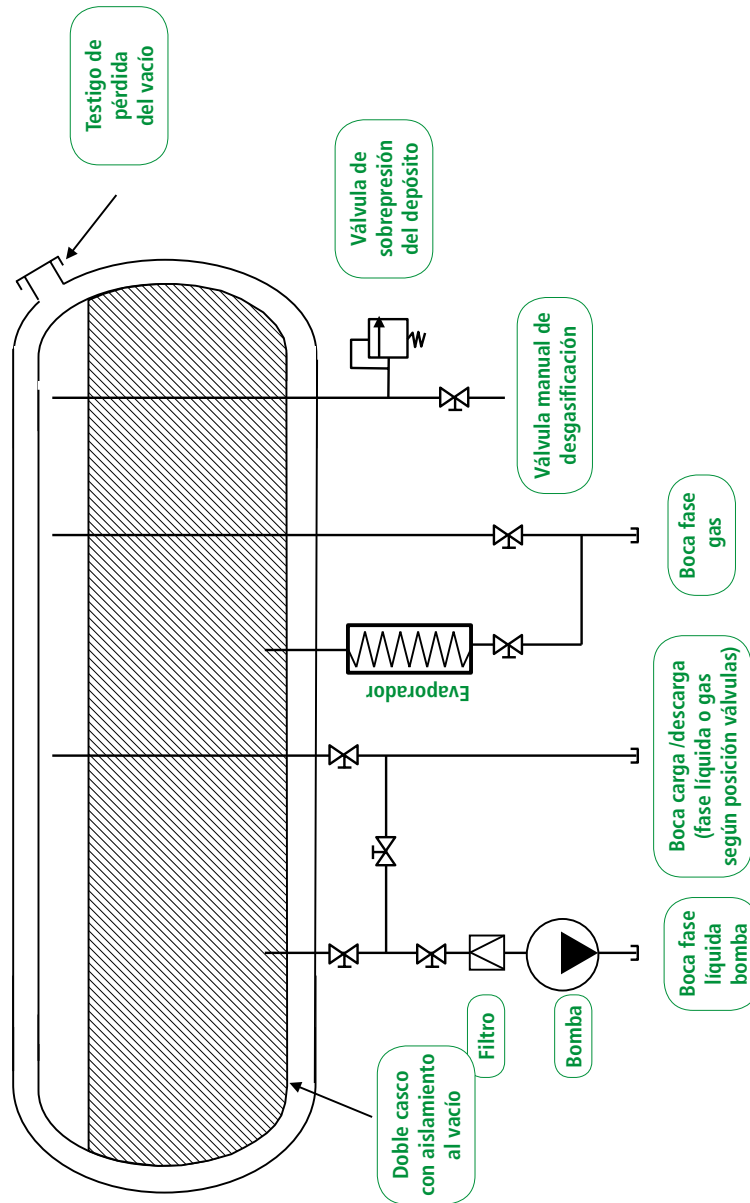
VÁLVULAS DE SOBREPRESIÓN



SERPETÍN. SITUADO NORMALMENTE EN LA PARTE CENTRAL DE LA CISTERNA

EL ARMARIO TRASERO ES UN ELEMENTO TÍPICO Y CARACTERÍSTICO DE ESTAS CISTERNAS.

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULAS SEGURIDAD



Nota:
No se ha representado la válvula de sobrepresión de cada boca y de los tramos entre válvulas.

PRODUCTOS TRANSPORTADOS

22
1951



ARGÓN

22
1977



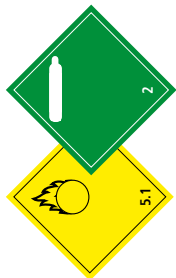
NITRÓGENO

23
1011



DIÓXIDO DE CARBONO

225
1073



OXÍGENO

225
2201



OXIDO NITROSO



CISTERNAS PARA GAS NATURAL

07

CÓDIGO CISTERNA ADR : R9,1BN



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

CARACTERÍSTICAS

Cisternas específicas para el transporte de gas natural licuado con siete rompeolas interiores. La presión habitual de transporte se sitúa en torno a 1,5 bar. Hay dos tipos, las monocasco y las de doble casco. Todos los dispositivos de seguridad, carga/descarga y control, se encuentran en un armario central bajo la cisterna.

CAPACIDAD. 56 m³ con una carga aproximada de 22.000 kg.

MATERIAL. Acero inoxidable.

AISLAMIENTO MONOCASCO. 130 mm de poliuretano y envolvente de aluminio o acero en la virola, y poliéster en los fondos.

AISLAMIENTO DOBLE CASCO. Cisterna interior de 3 mm y exterior de 4 mm en acero al carbono. Cámara de vacío entre ambas con relleno de perlita.

DISPOSITIVOS SEGURIDAD. Cuentan con tres válvulas de seguridad, dos taradas a 7 bar y una a 9,1 bar, que descargan en un apagalamas en la parte superior de la cisterna.

DISPOSITIVOS CONTROL. Válvula de máximo llenado, manómetro y termómetro. Pueden disponer también de válvulas de vaciado de emergencia.

CARGA/DESCARGA. Disponen dos válvulas para fase líquida, una de 3" y otra de 2", y una de 2" para fase gaseosa, todas con triple cierre: válvula neumática de fondo, dispositivo de apertura manual y obturador del racor de conexión.



VÁLVULAS DE VACIADO DE EMERGENCIA



VÁLVULA MÁXIMO LLENADO



APAGALLAMAS



VÁLVULAS DE SEGURIDAD



BOCAS DE CARGA Y DESCARGA

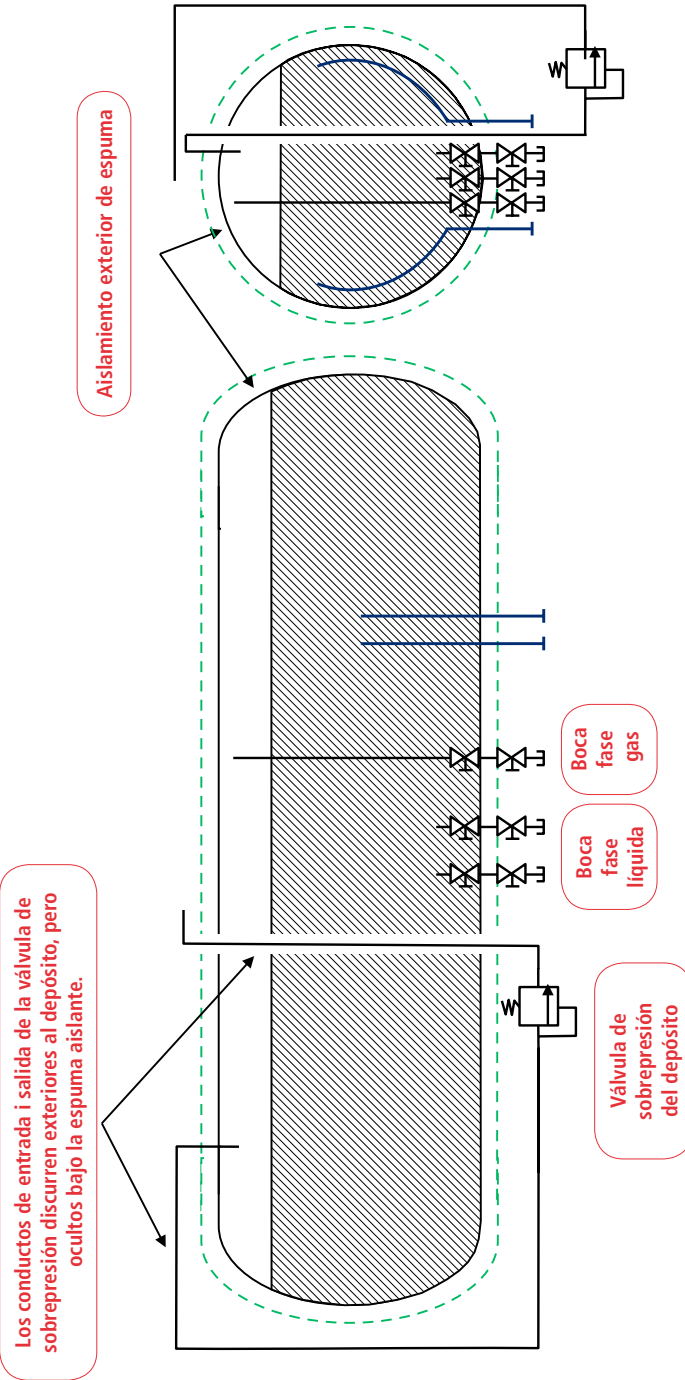


MANÓMETRO Y TERMÓMETRO



CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDO

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULAS SEGURIDAD



PRODUCTOS TRANSPORTADOS



**METANO LÍQUIDO REFRIGERADO
(GAS NATURAL LICUADO)**



VEHÍCULO BATERÍA

08

CÓDIGO CISTERNA ADR : C300BN



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL



BOCAS DE CARGA/DESCARGA. LA DERECHA ES LA CARGA

CARACTERÍSTICAS

El vehículo batería es un tipo de cisterna destinado al transporte de gases comprimidos a alta presión (normalmente sobre 200 bar), y otros que, por su peligrosidad, el ADR solo permite su transporte en este tipo de vehículos o CGEM, tales como:

- UN 1049 Hidrógeno.
- UN 1001 Acetileno.
- UN 1067 Dióxido de nitrógeno.
- UN 1076 Fosgeno.
- UN 1081 Tetrafluoroetileno.

Este tipo de vehículo incluye elementos unidos entre sí por una tubería colectora común, y montados de manera permanente en la unidad de transporte. Pueden formar parte de un vehículo batería los siguientes elementos:

- BOTELLAS (capacidad hasta 150 litros).
- BOTELLONES (hasta 1.000 litros)
- TUBOS (hasta 3.000 litros).
- BLOQUES DE BOTELLAS (máximo 3.000 litros por bloque).
- CISTERNAS (capacidad superior a 450 litros).

Sea cual sea la configuración del vehículo, siempre se descarga el contenido, nunca los elementos que lo forman.

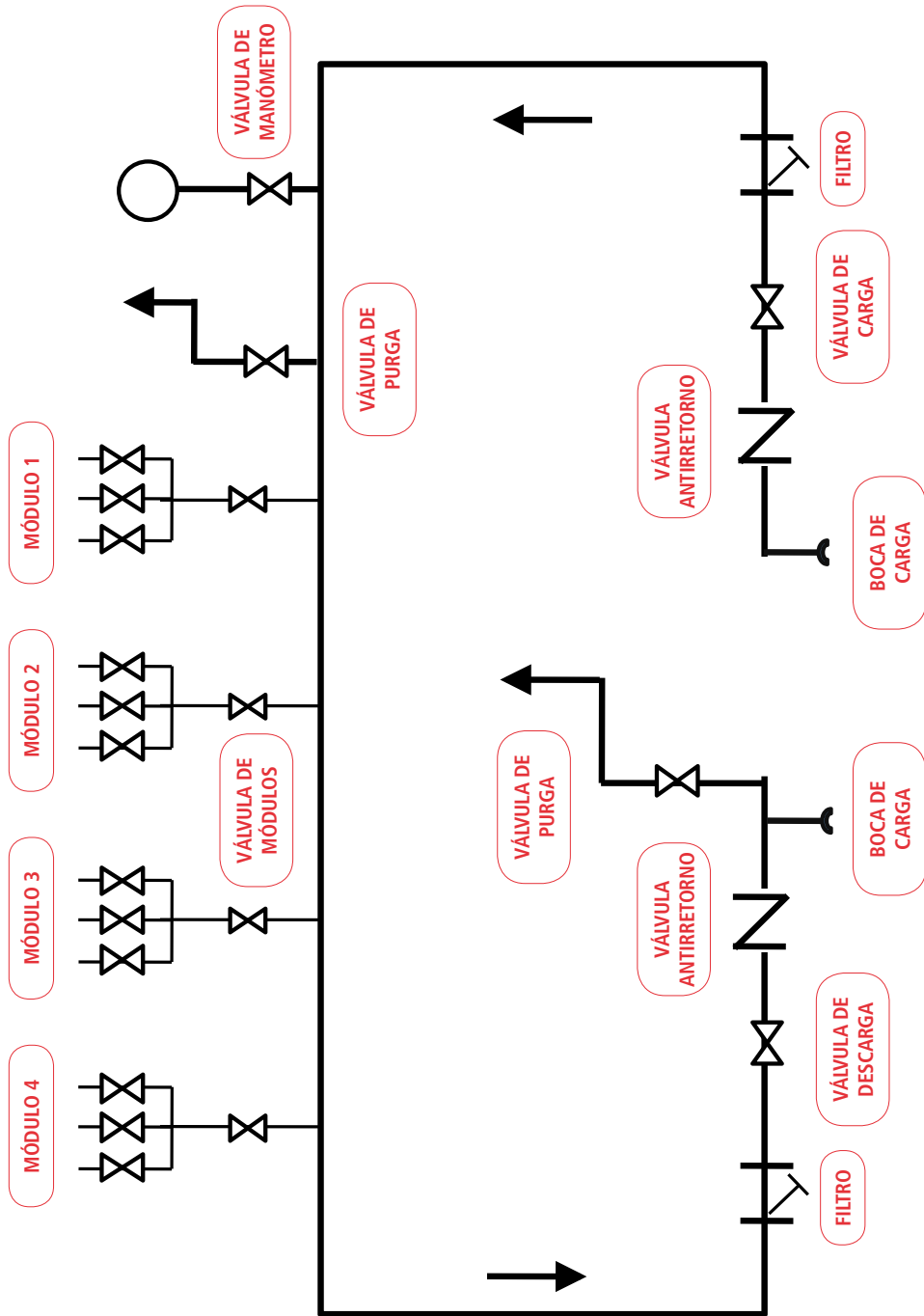


VÁLVULAS DE MÓDULOS



VÁLVULA DE CARGA/DESCARGA CON VÁLVULA DE PURGA

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULERÍA



PRODUCTOS TRANSPORTADOS

23
1049



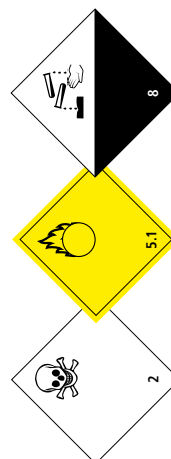
HIDRÓGENO COMPRIMIDO

268
1005



MONÓXIDO DE CARBONO COMPRIMIDO

265
1067

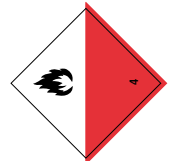
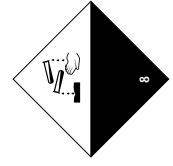


DIÓXIDO DE NITRÓGENO

239
1081



TETRAFLUOROETILENO



CISTERNAS PARA SÓLIDOS

09

CÓDIGO CISTERNA ADR : SGAN



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

CARACTERÍSTICAS

Cisternas monocuba con diseño especial para el transporte de sólidos en grano o pulverulentos. Cuentan con un pistón basculante en la parte delantera para elevar la cisterna y facilitar la descarga. Dispone de varias bocas de hombre y racores de conexión (normalmente Storz) en la parte superior para hacer la carga lo más repartida posible.

CAPACIDAD. Hasta 63.000 litros.

MATERIAL. Aluminio.

AISLAMIENTO. No.

DISPOSITIVOS SEGURIDAD. Válvula de vacío. Pueden montar válvula de seguridad en el colector trasero.

DISPOSITIVOS CONTROL. Manómetros en colector para verificar presión de descarga.

CARGA/DESCARGA. La carga se realiza por la parte superior y la descarga por un cono trasero característico que dispone de válvula manual con racor y tapón. En el proceso de descarga se eleva la cisterna mediante el pistón delantero y se ayuda con una sobrepresión máxima de 2 bar. A tal fin, dispone de un colector próximo a la boca de descarga. El cono trasero monta normalmente un sistema neumático de fluidificación para evitar la aglomeración del producto.

EL PISTÓN DELANTERO Y EL CONO TRASERO SON LOS ELEMENTOS MÁS CARACTERÍSTICOS DE ESTAS CISTERNAS.



CONO TRASERO DE DESCARGA
CON FLUIDIFICADOR NEUMÁTICO



COLECTOR DE PRESIÓN CON
VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN



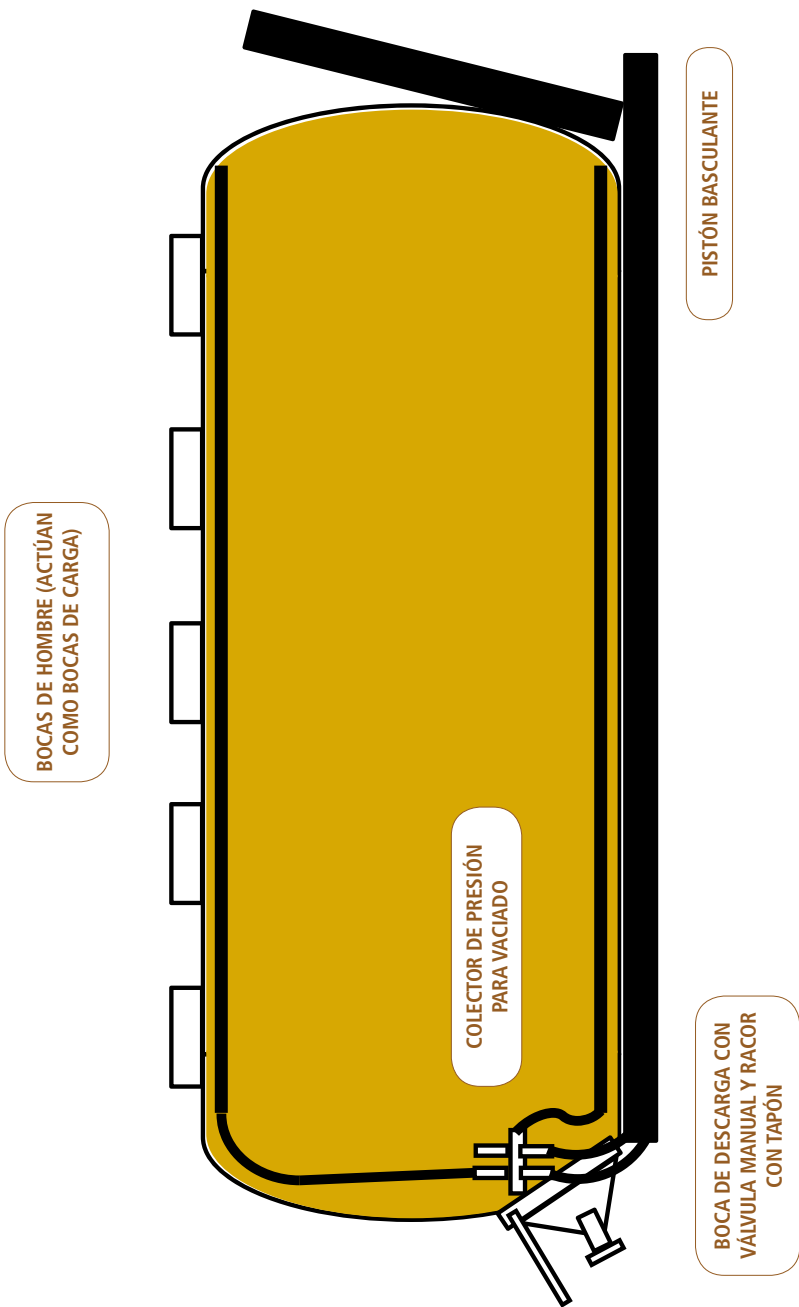
BOCAS DE HOMBRE Y RACORES
PARA CARGA



PISTÓN BASCULANTE

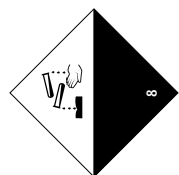
ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



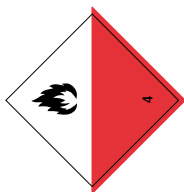
PRODUCTOS TRANSPORTADOS

80
1823



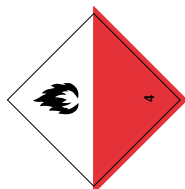
HIDRÓXIDO SÓDICO SÓLIDO

40
1361



CARBÓN

40
1382



SULFURO POTÁSICO

50
1505



PERSULFATO DE SODIO

50
3378



CARBONATO SÓDICO PEROXIHIDRATADO

ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

10

VEHÍCULOS BOTELLAS








CÓDIGO ADR :



TRANSPORTE 1º (16 CESTAS)



TRANSPORTE 2º (8 CESTAS)



TRANSPORTE 1º y 2º de GLP



VEHÍCULO CAJA MIXTO
CESTAS+ARMARIO BOTELLERO

ELEMENTOS DE TRANSPORTE

CARACTERÍSTICAS

Transporte de recipientes que contienen:

- gases comprimidos
- gases disueltos (acetileno, amoniaco)
- gases licuados (GLP)
- criogénicos

CAPACIDAD: B-1 a B-50 litros (capacidad de litros en agua) Ranger hasta 180 litros.

MATERIAL. Acero al carbono, acero inoxidable, aluminio y aleaciones especiales para H₂, CO, etc.

AISLAMIENTO. Solo en gases criogénicos .

SEGURIDAD. Disco de rotura en gases licuados. Válvula sobrepresión o descarga en criogénicos. Toma a tierra del bloque en gas inflamable. Tapón fusible en acetileno.

DISPOSITIVOS CONTROL. Manómetros incorporados en la válvula o en la instalación (manoreductor).

TIPOS DE RECIPIENTE: (Pms:Pmáx servicio)

Botellas de acero sin soldadura. Pms:?

Botellas de acero soldadas. Pms :60 bar

Botellas de acero soldadas para Cloro.

Pprueba:30 bar

Botellas aleación aluminio sin soldaduras. P: ?

Botellas para Acetileno. Pprueba: 60 bar,

Botellones criogénicos. Pms: 35 bar

Botellones de acero. Pms: ?

Conexión a tierra
bloque de hidrógeno



BOTELLÓN CRIOGÉNICO



GLP .BUTANO(11,5 bar) Y
PROPANO (23 bar)



CESTAS 16xB50



GAS COMPRIMIDO
HASTA 300 bar



BLOQUES 16xB50



RANGER 4-15 bar

ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

VALVULAS DE CARGA/DESCARGA. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.



CON MANOMETRO INCORPORADO



CON DISCO DE ROTURA (a 26 Kg/cm²)



CON DISCO DE ROTURA



CO2 CON DISCO DE ROTURA (a 80 Kg/cm²)



VALVULAS CRIOGÉNICAS



NIVEL DE LÍQUIDO
VÁLVULA FASE LÍQUIDA
VÁLVULA FASE GAS
VÁLVULA SOBREPRESIÓN
MANÓMETRO



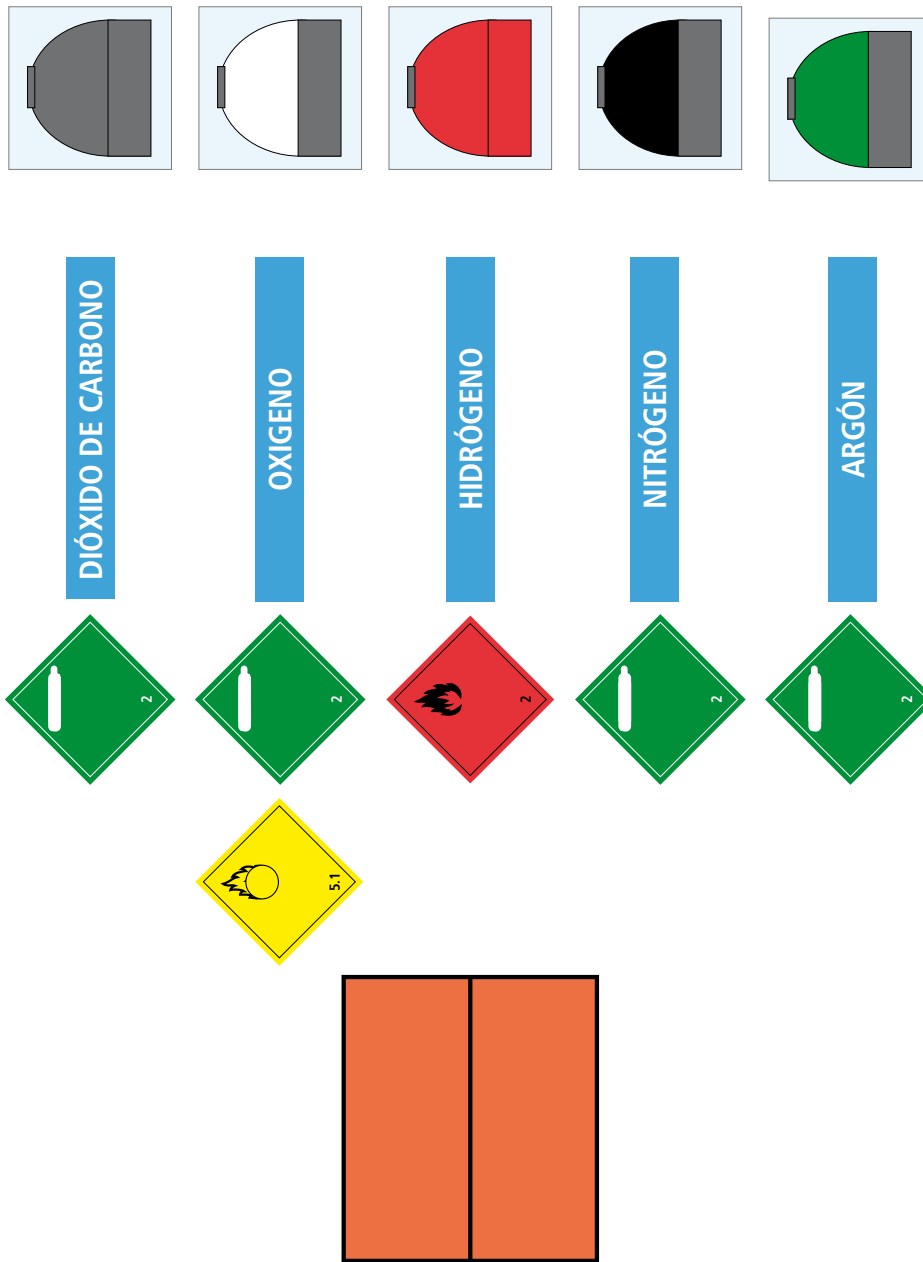
GAS LICUADO.
DOBLE VÁLVULA
"5" =SONDA



VÁLVULA DE CARGA
Y DESCARGA DEL
BLOQUE



PRODUCTOS TRANSPORTADOS



LOS PRODUCTOS AQUÍ REFERENCIADOS NO SON LOS ÚNICOS INCLUIDOS EN ESTE GRUPO

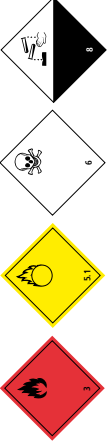


Anexo 03

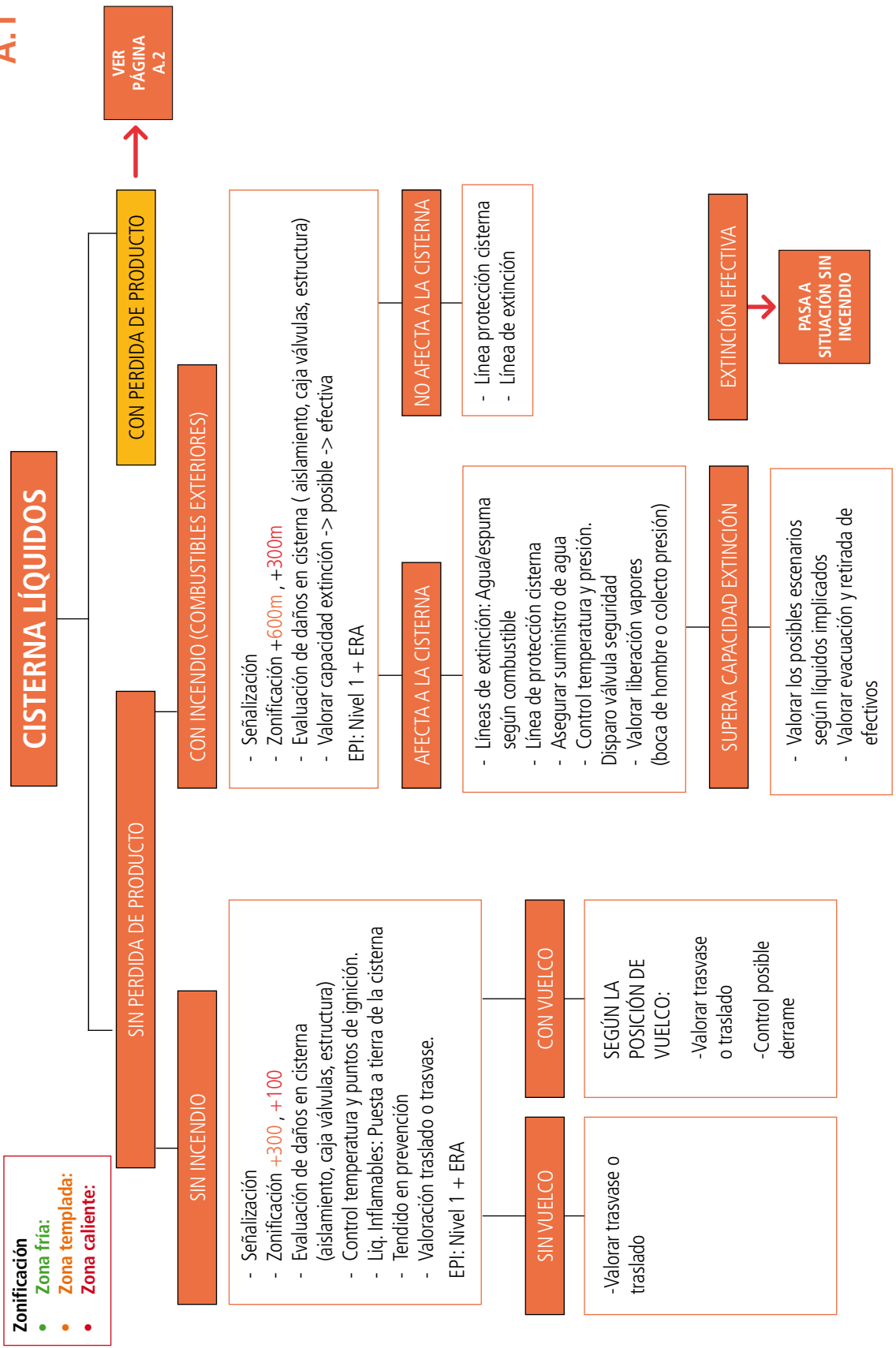
Fichas de intervención



A CISTERNAS LÍQUIDOS DIVERSOS

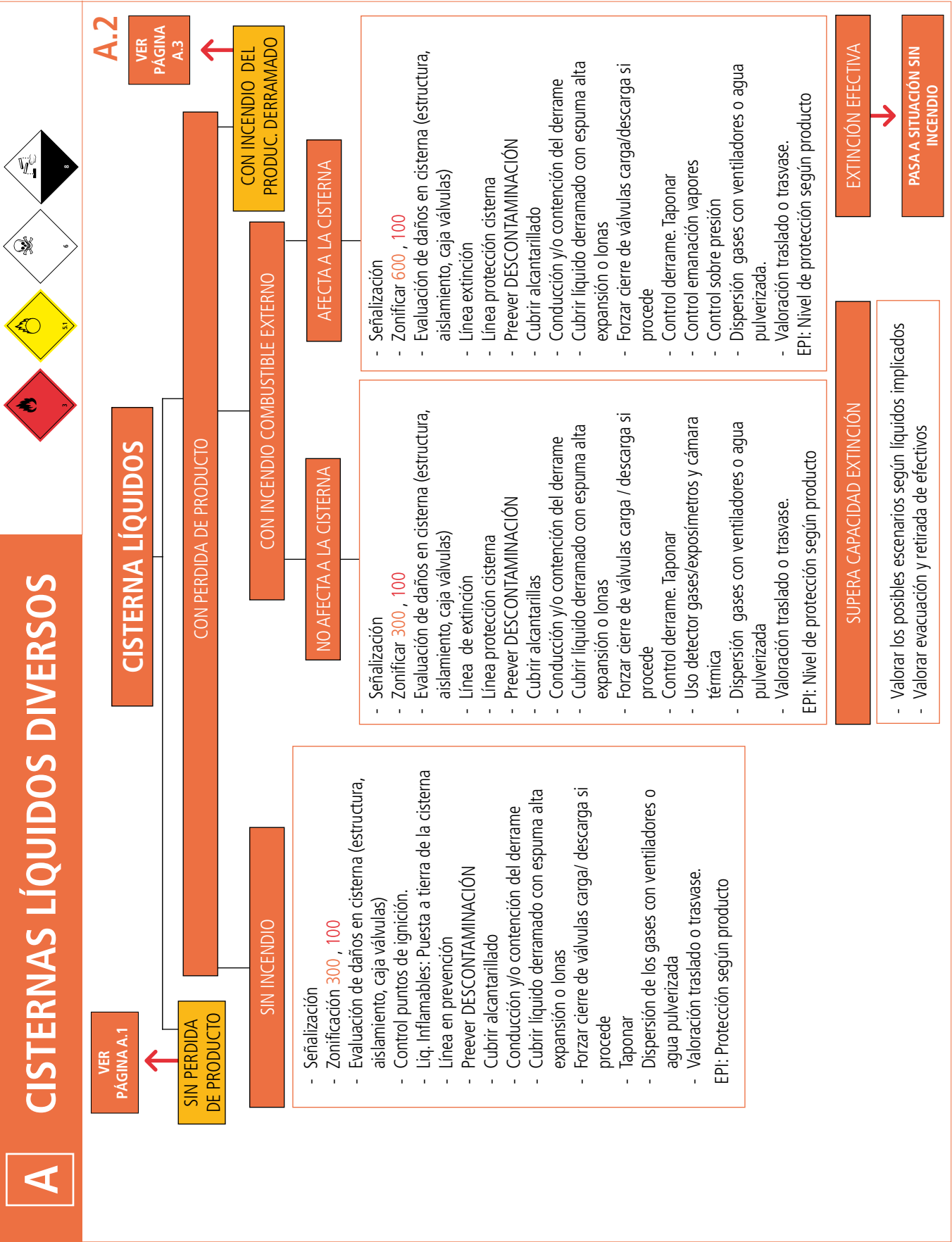


A.1



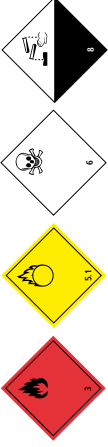
Zonificación

- Zona fría:
- Zona templada:
- Zona caliente:



CISTERNAS LÍQUIDOS DIVERSOS

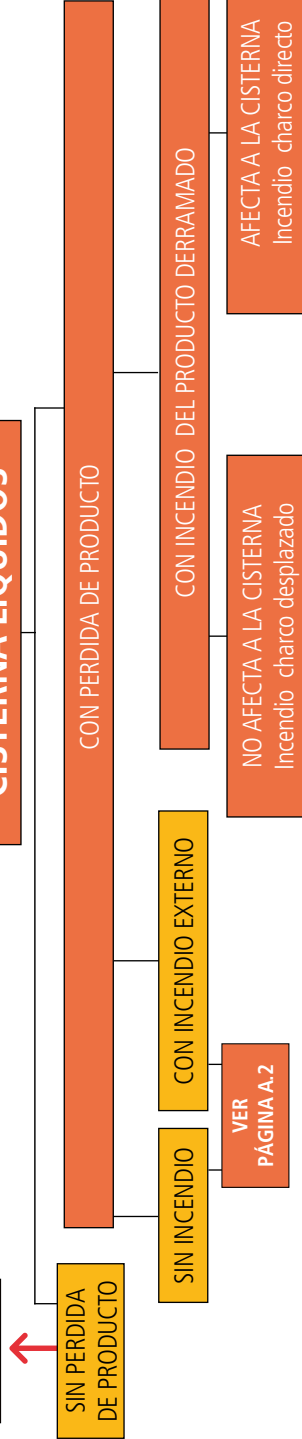
A



A.3

CISTERNA LÍQUIDOS

VER PÁGINA A.1



- NO AFECTA A LA CISTERNA**
Incendio charco desplazado
- Señalización
 - Zonificar 300 , 100
 - Evaluación de daños en cisterna (estructura, aislamiento, caja válvulas)
 - Línea de extinción
 - Línea protección cisterna
 - Prever DESCONTAMINACIÓN
 - Cubrir alcantarillas
 - Conducción y/o contención del derrame
 - Cubrir líquido derramado con espuma alta expansión o lonas
 - Forzar cierre de válvulas carga/descarga si procede
 - Control derrame. Taponar
 - Dispersión gases con ventiladores o agua pulverizada
 - Valoración traslado o trasvase.
- EPI: Nivel de protección según producto

SUPERA CAPACIDAD EXTINCIÓN

- Valorar los posibles escenarios según líquidos implicados
- Valorar evacuación y retirada de efectivos

- AFECTA A LA CISTERNA**
Incendio charco directo
- Señalización
 - Zonificar 300 , 100
 - Evaluación de daños en cisterna (estructura, aislamiento, caja válvulas)
 - Línea extinción
 - Línea protección cisterna
 - Prever DESCONTAMINACIÓN
 - Cubrir alcantarillado
 - Conducción y/o contención del derrame
 - Forzar cierre de válvulas carga/descarga si procede
 - Cubrir líquido derramado con espuma alta expansión o lonas
 - Control derrame. Taponar
 - Dispersión gases con ventiladores o agua pulverizada
 - Control emanación vapores
 - Control sobre presión.
 - Valoración traslado o trasvase.
- EPI: Nivel de protección según producto

EXTINCIÓN EFECTIVA

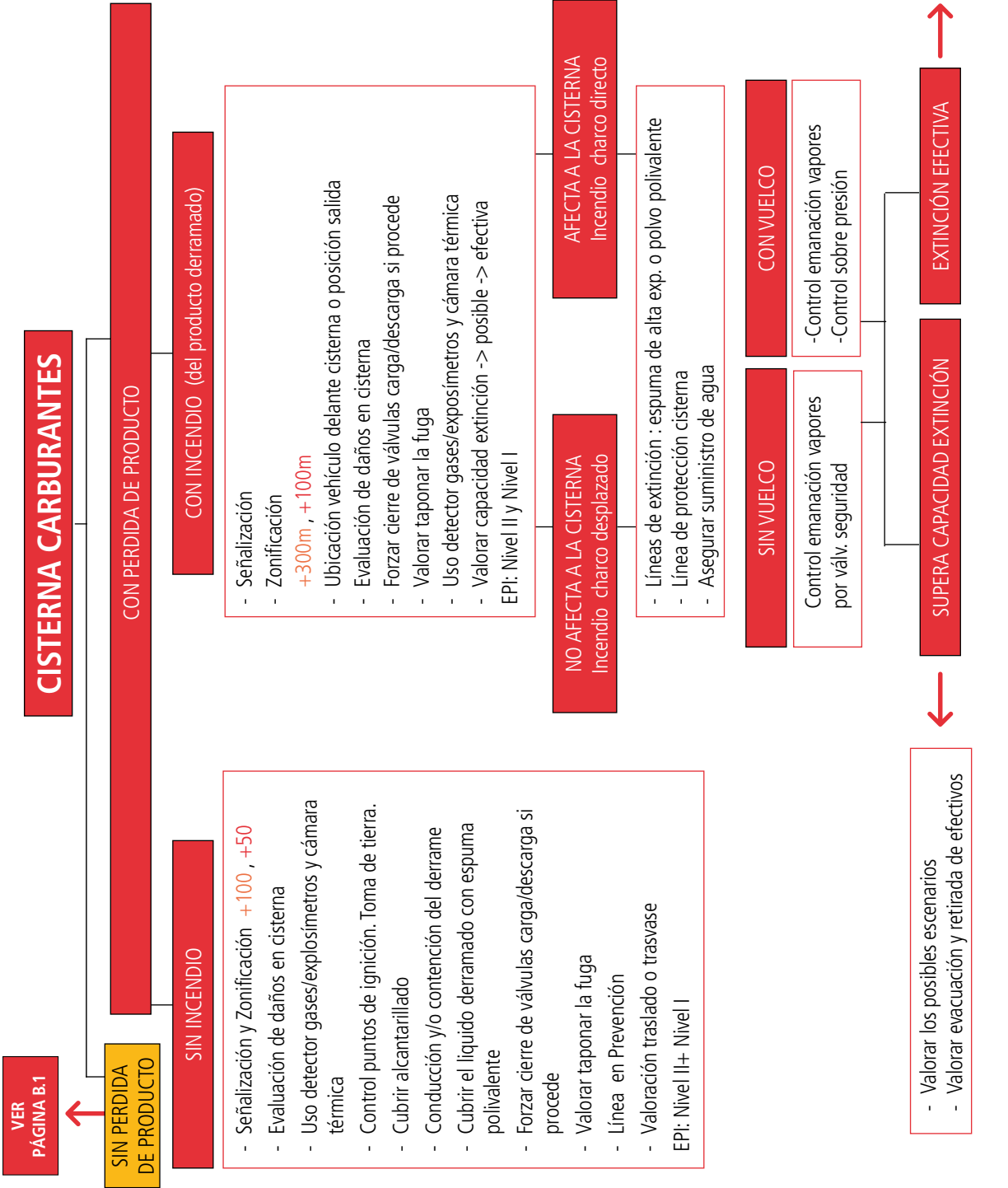
→

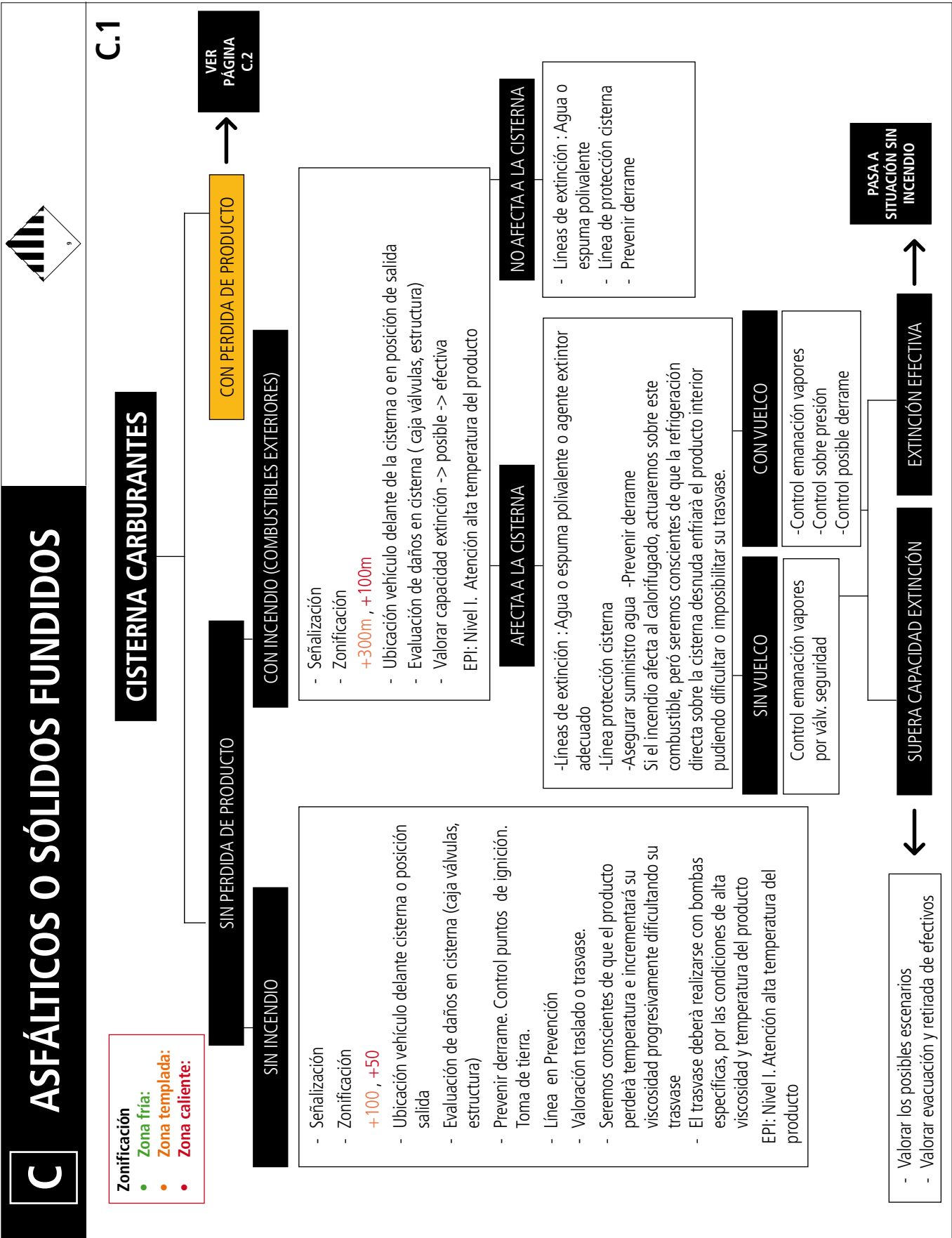
PASA A SITUACIÓN SIN INCENDIO A.2

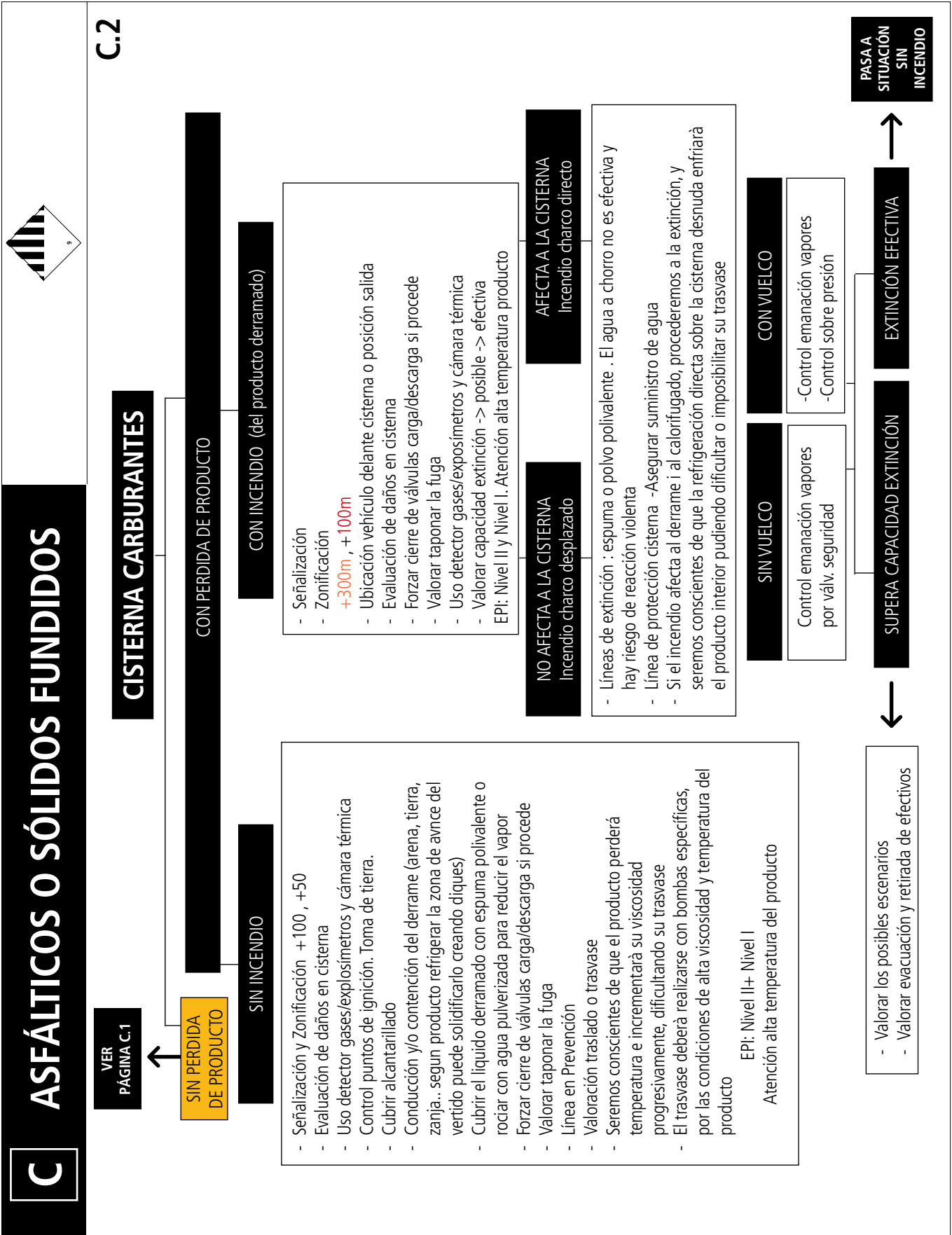


CISTERNAS CARBURANTES

B.2



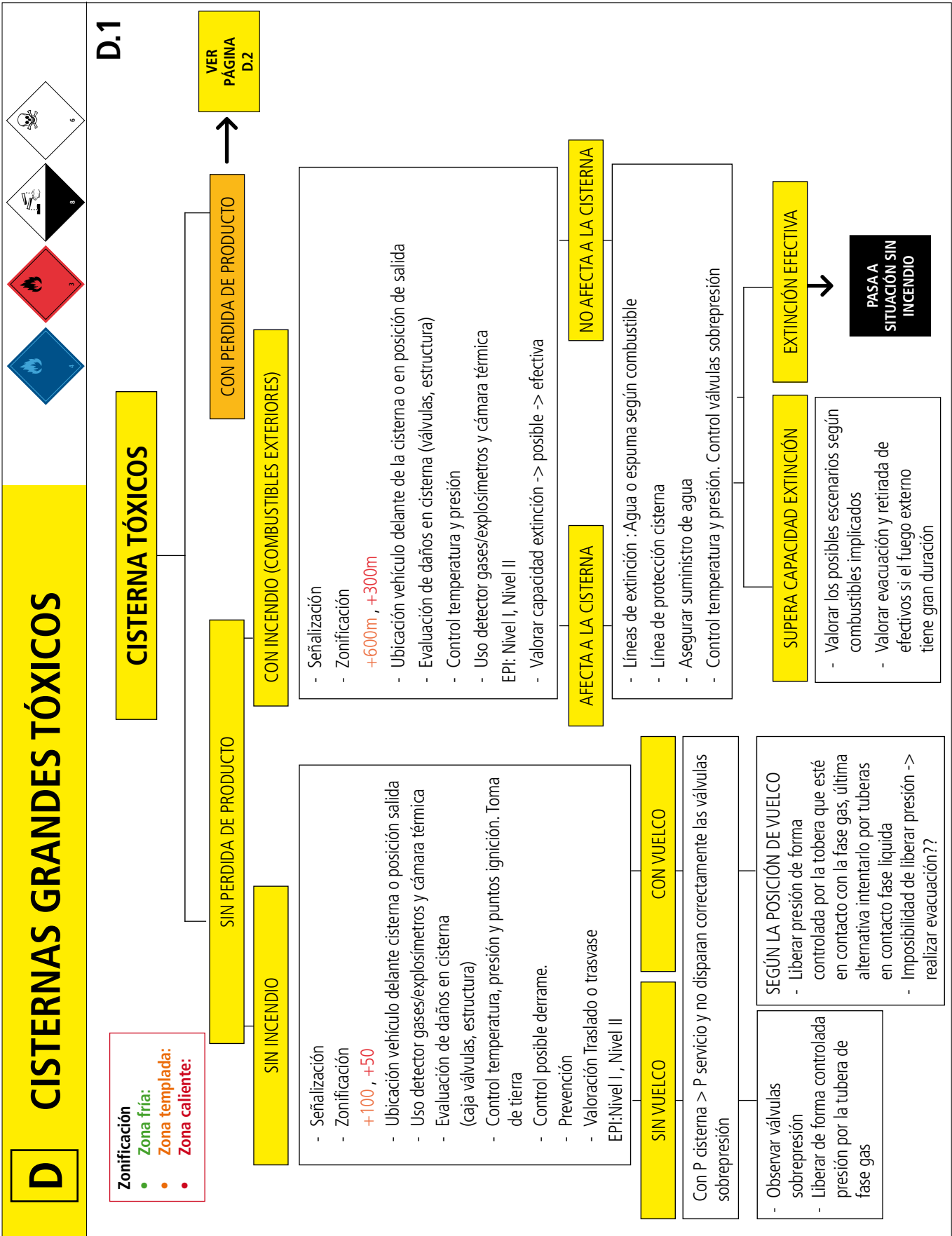


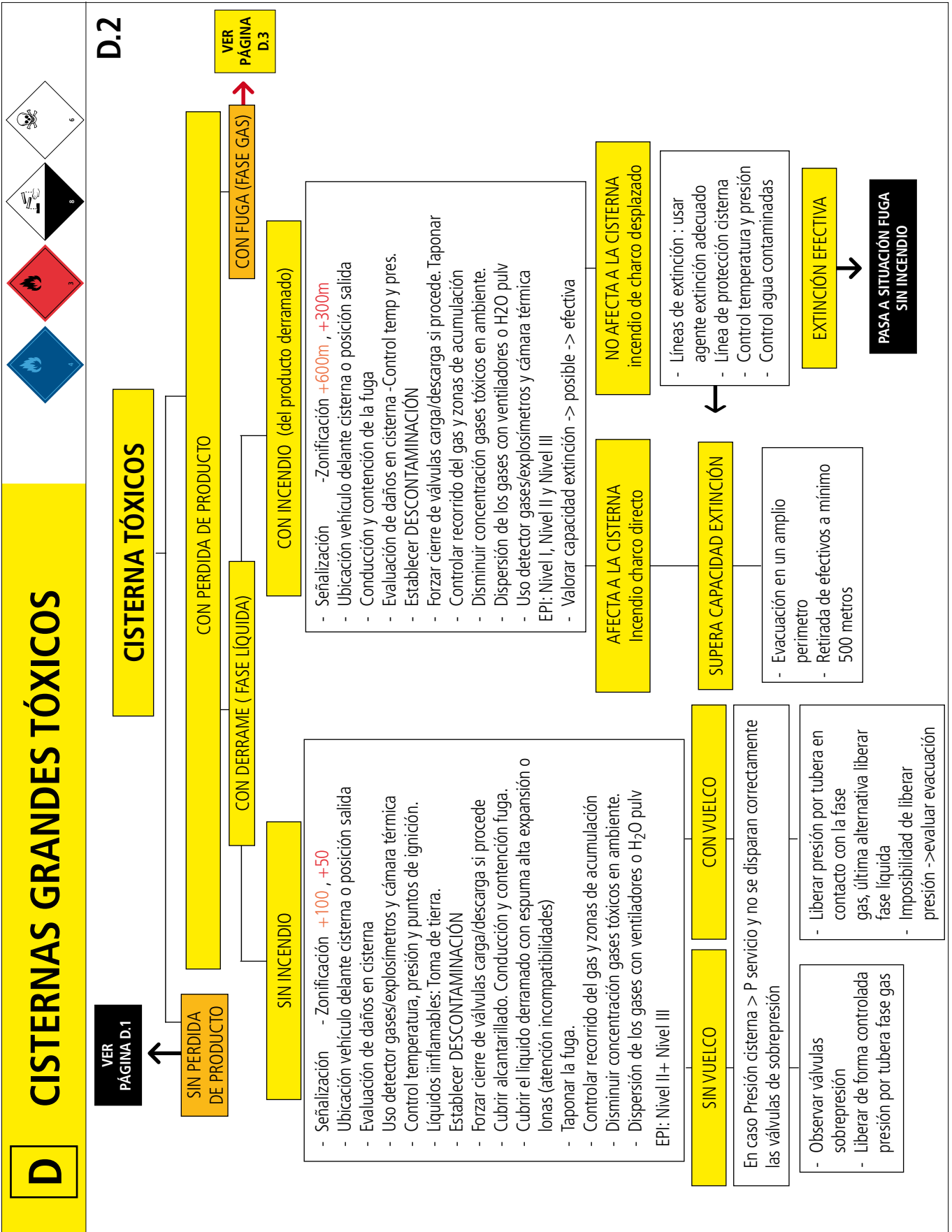


VER PÁGINA C.1

SIN PERDIDA DE PRODUCTO

ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN





SIN INCENDIO

- Señalización +100 , +50
- Ubicación vehículo delante cisterna o posición salida
- Evaluación de daños en cisterna
- Uso detector gases/explosímetros y cámara térmica
- Control temperatura, presión y puntos de ignición.
- Líquidos inflamables: Toma de tierra.
- Establecer DESCONTAMINACIÓN
- Forzar cierre de válvulas carga/descarga si procede
- Cubrir alcantarillado. Conducción y contención fuga.
- Cubrir el líquido derramado con espuma alta expansión o lonas (atención incompatibilidades)
- Taponar la fuga.
- Controlar recorrido del gas y zonas de acumulación
- Disminuir concentración gases tóxicos en ambiente.
- Dispersión de los gases con ventiladores o H₂O pulv

EPI: Nivel II+ Nivel III

CON VUELCO

CON VUELCO

En caso Presión cisterna > P servicio y no se disparan correctamente las válvulas de sobrepresión

- Observar válvulas sobrepresión
- Liberar de forma controlada presión por tubería fase gas

- Liberar presión por tubería en contacto con la fase gas, última alternativa liberar fase líquida
- Imposibilidad de liberar presión ->evaluar evacuación

Afecta a la Cisterna
Incendio charco directo

NO AFECTA LA CISTERNA
incendio de charco desplazado

SUPERAR CAPACIDAD EXTINCIÓN

- Evacuación en un amplio perímetro
- Retirada de efectivos a mínimo 500 metros

EXTINCIÓN EFECTIVA

PASAR SITUACIÓN FUGA SIN INCENDIO

SIN VUELCO

- Señalización +600m , +300m
- Ubicación vehículo delante cisterna o posición salida
- Conducción y contención de la fuga
- Evaluación de daños en cisterna -Control temp y pres.
- Establecer DESCONTAMINACIÓN
- Forzar cierre de válvulas carga/descarga si procede. Taponar
- Controlar recorrido del gas y zonas de acumulación
- Disminuir concentración gases tóxicos en ambiente.
- Dispersión de los gases con ventiladores o H₂O pulv
- Uso detector gases/explosímetros y cámara térmica

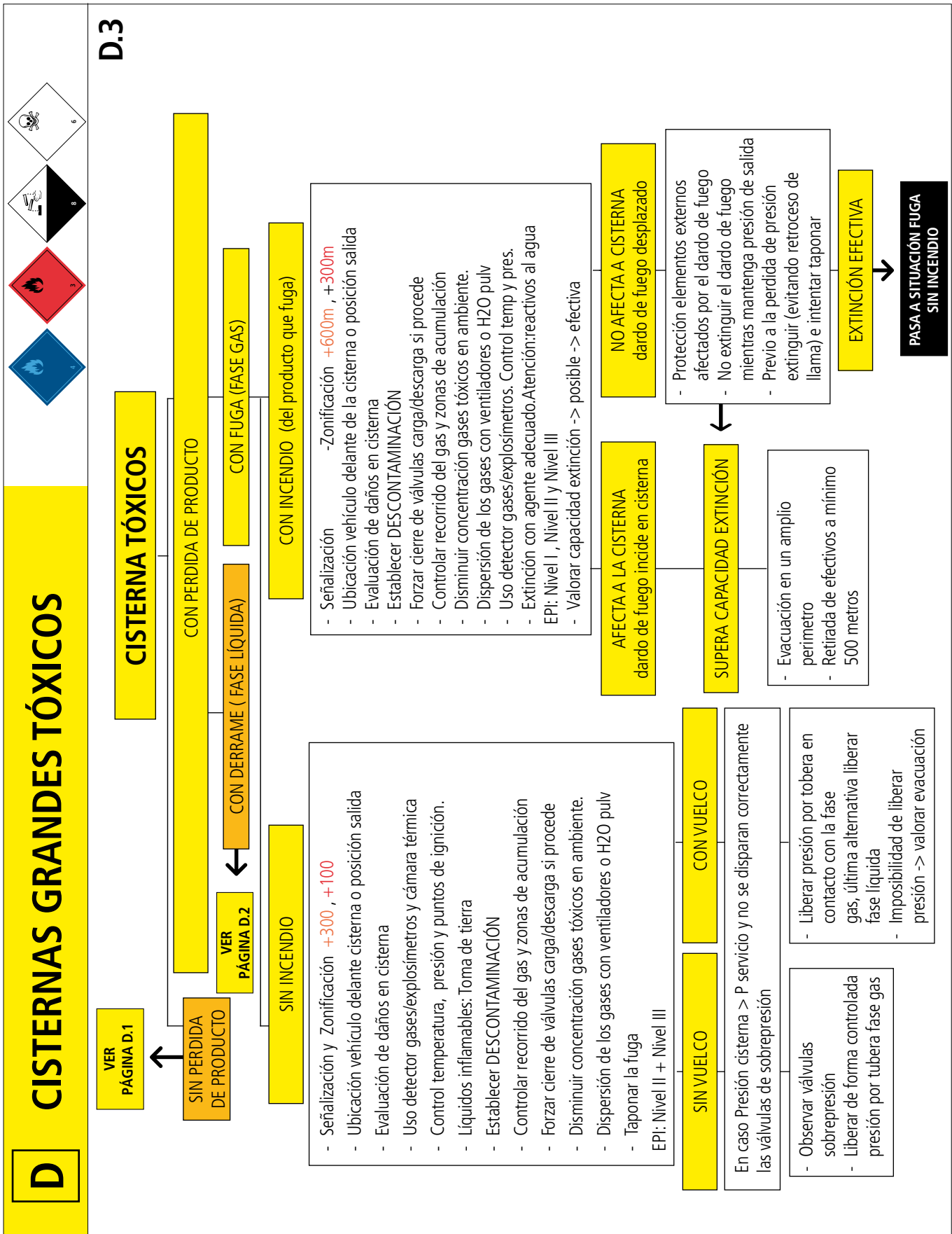
EPI: Nivel I, Nivel II y Nivel III

- Valorar capacidad extinción -> posible -> efectiva

LÍNEAS DE EXTINCIÓN : usar agente extinción adecuado

- Línea de protección cisterna
- Control temperatura y presión
- Control agua contaminadas

ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN

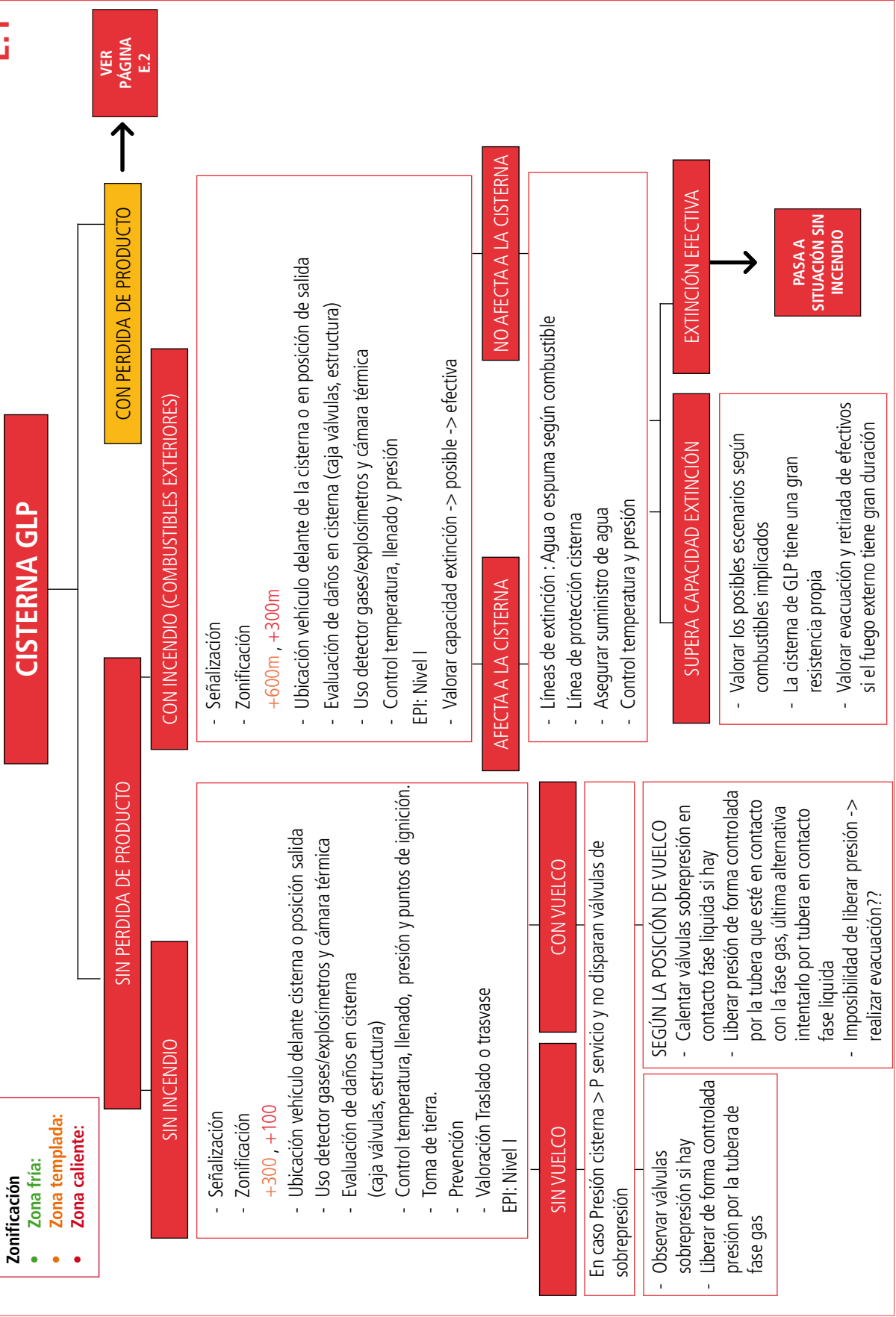




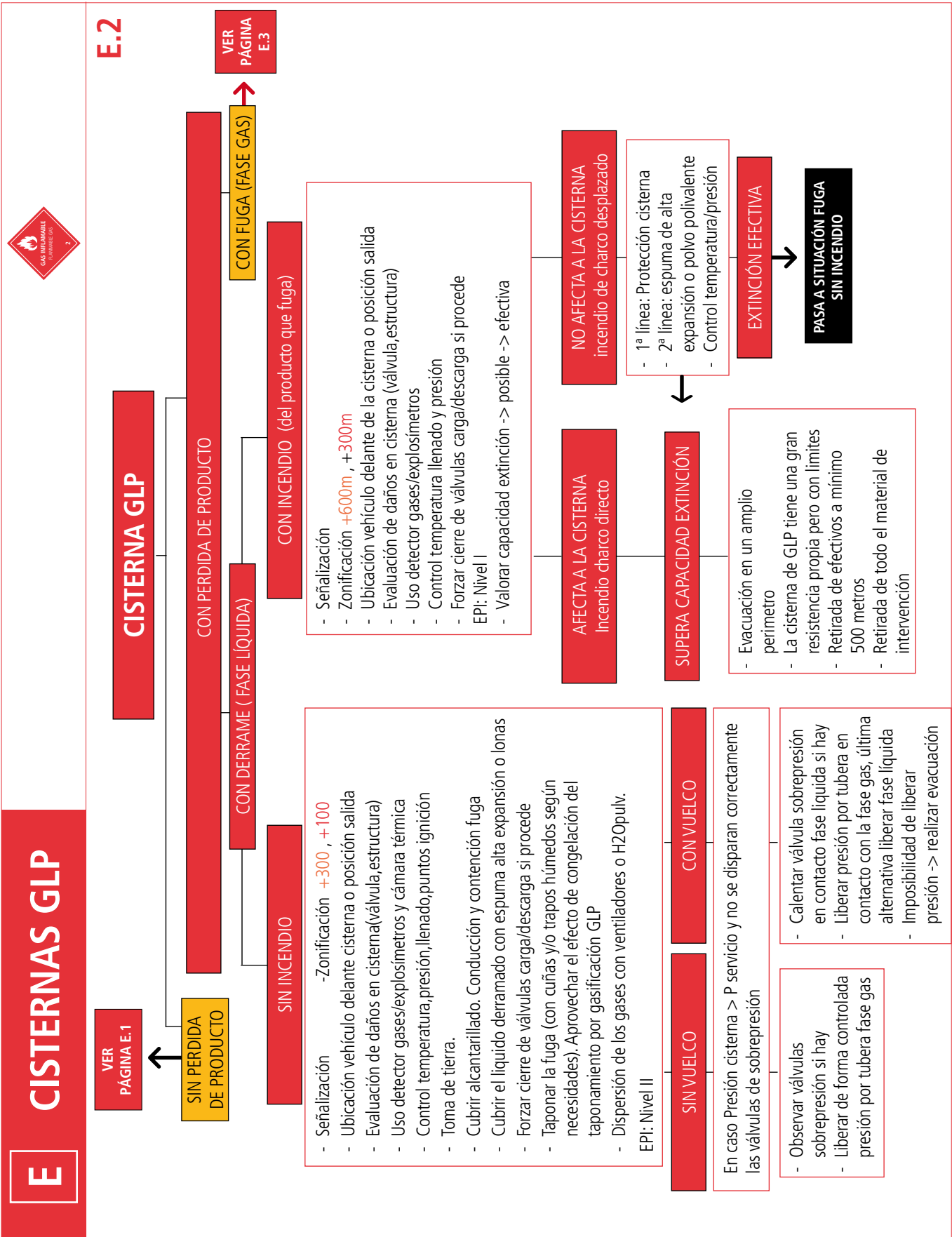
E CISTERNAS GLP

E.1

- Zonificación**
- Zona fría:
 - Zona templada:
 - Zona caliente:



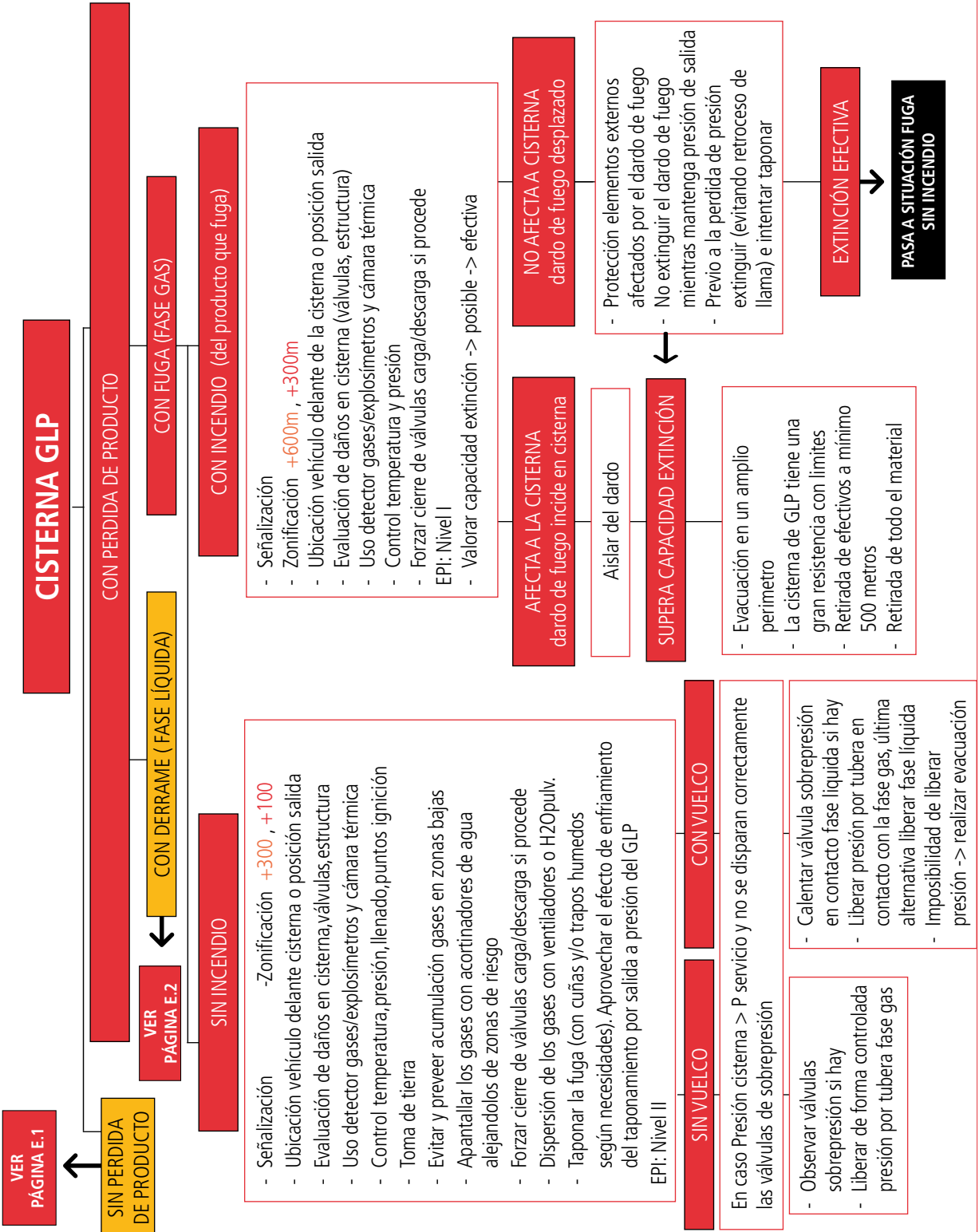
ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



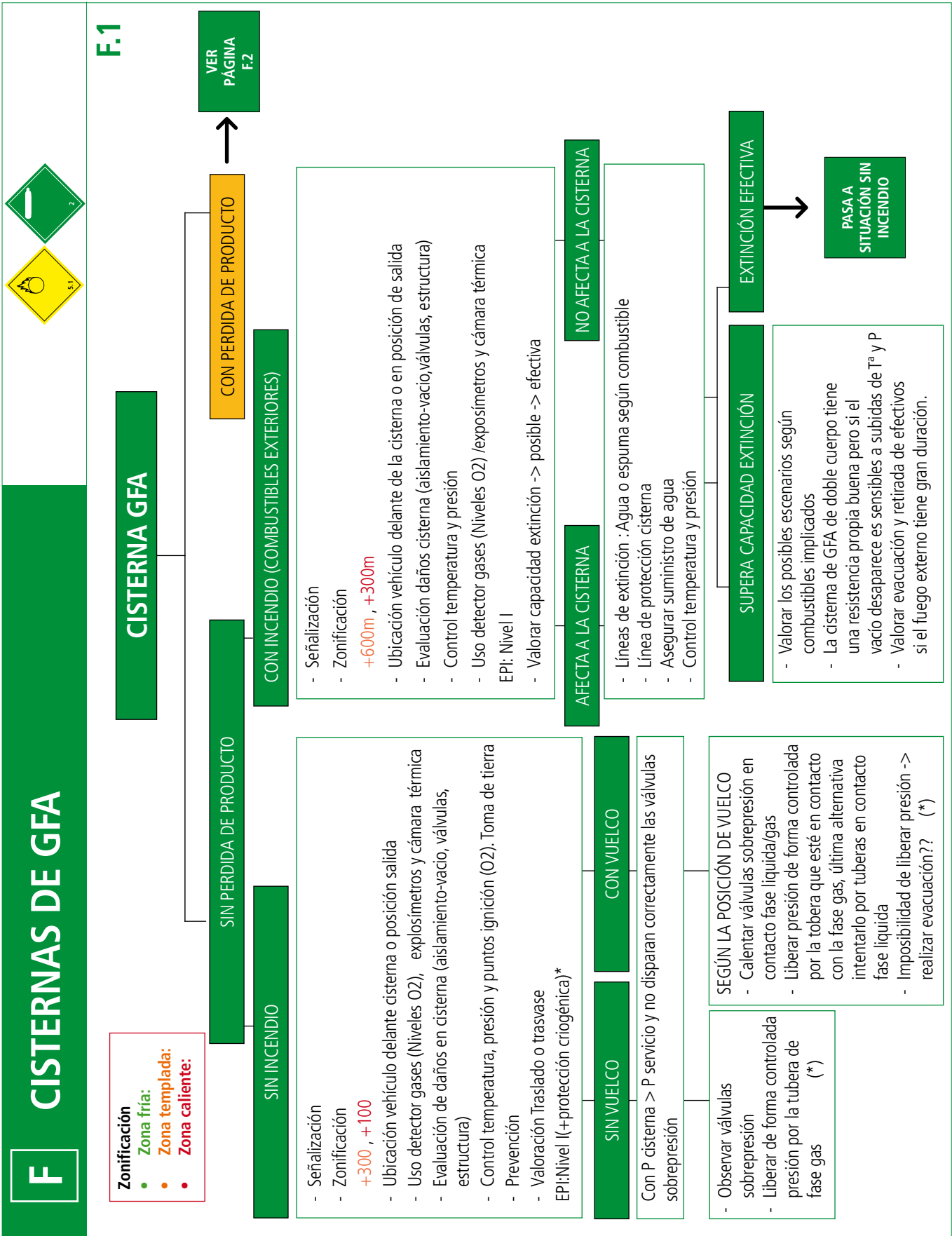


E CISTERNAS GLP

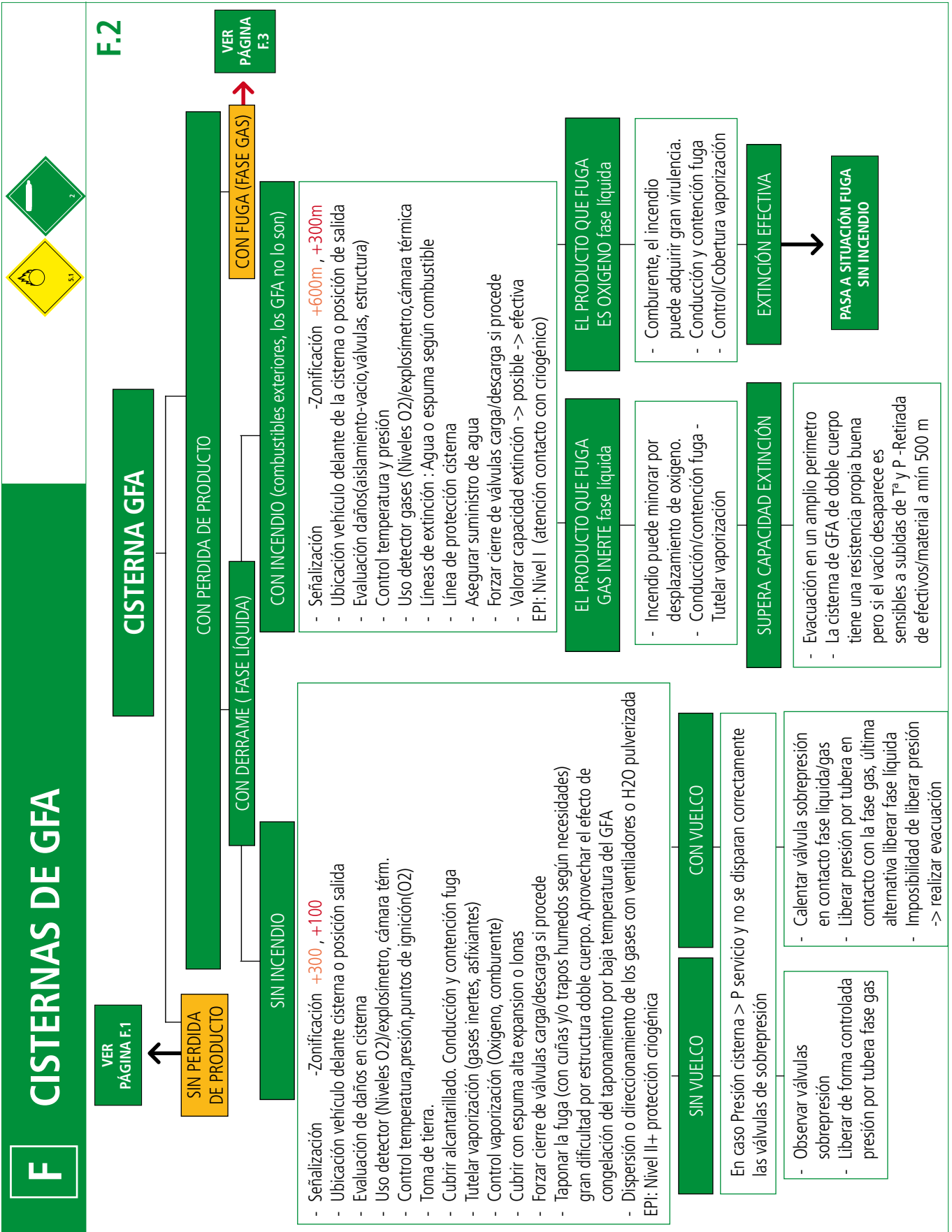
E.3



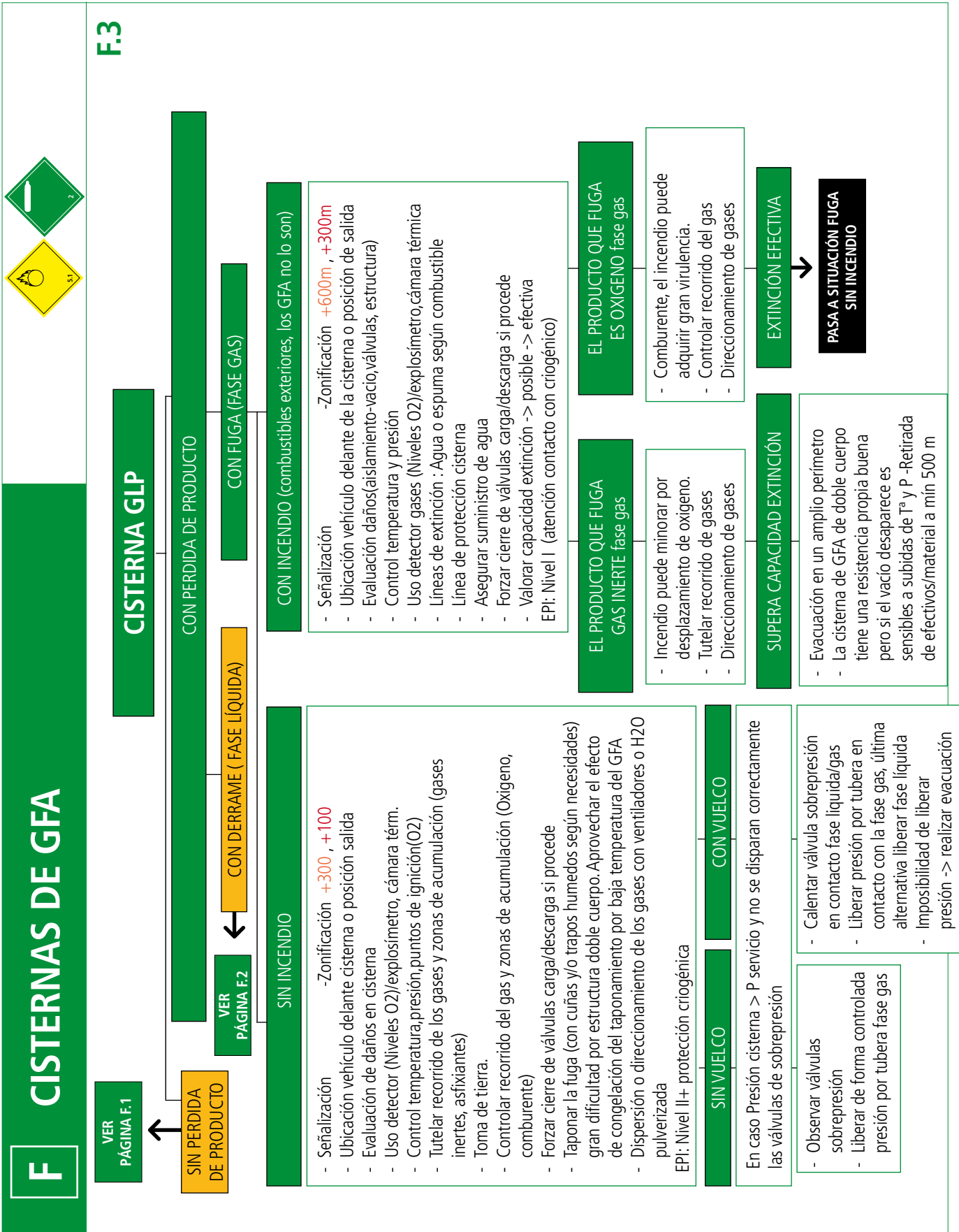
ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



Zonificación
 ● Zona fría:
 ● Zona templada:
 ● Zona caliente:



ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



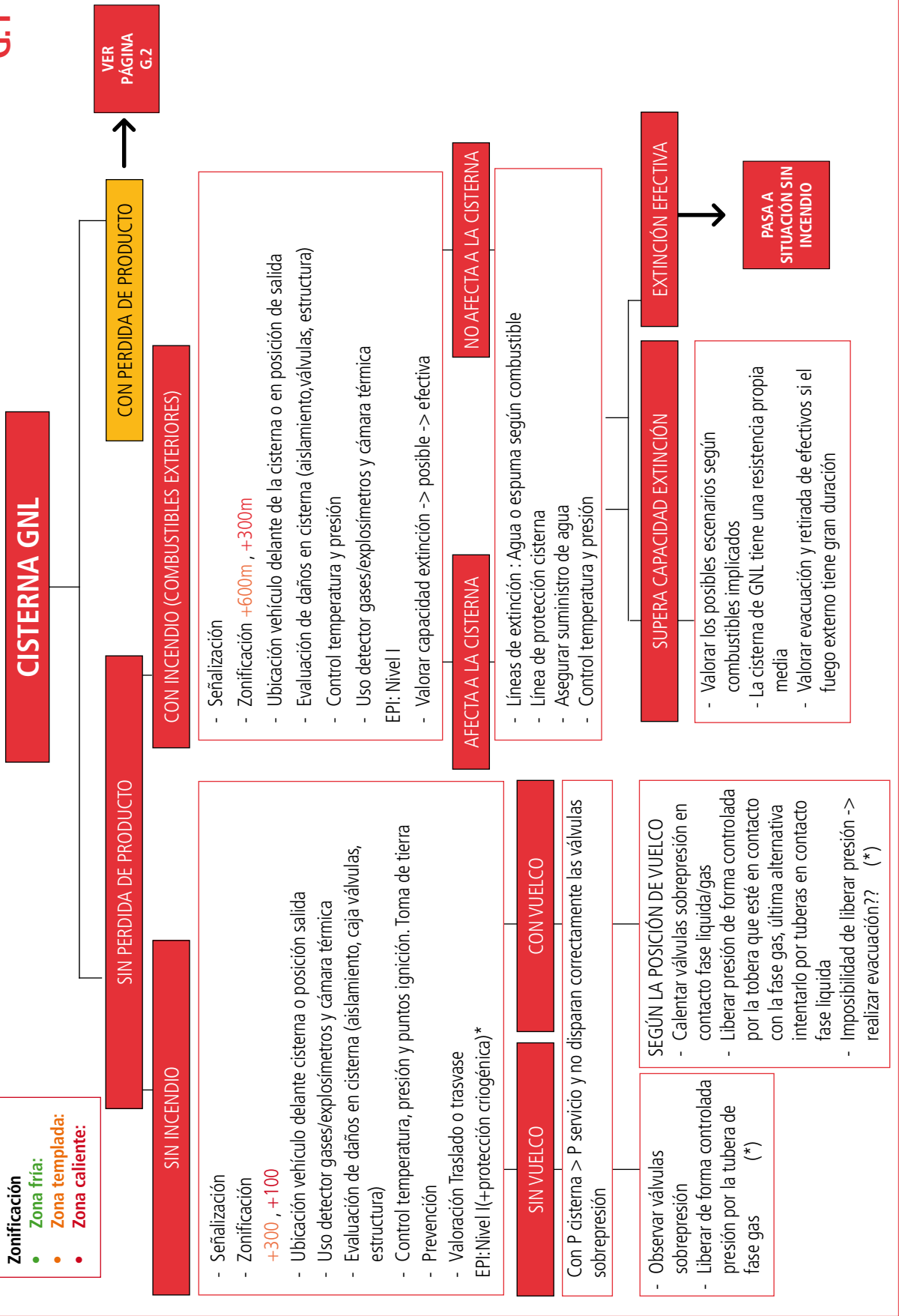


CISTERNAS GAS NATURAL

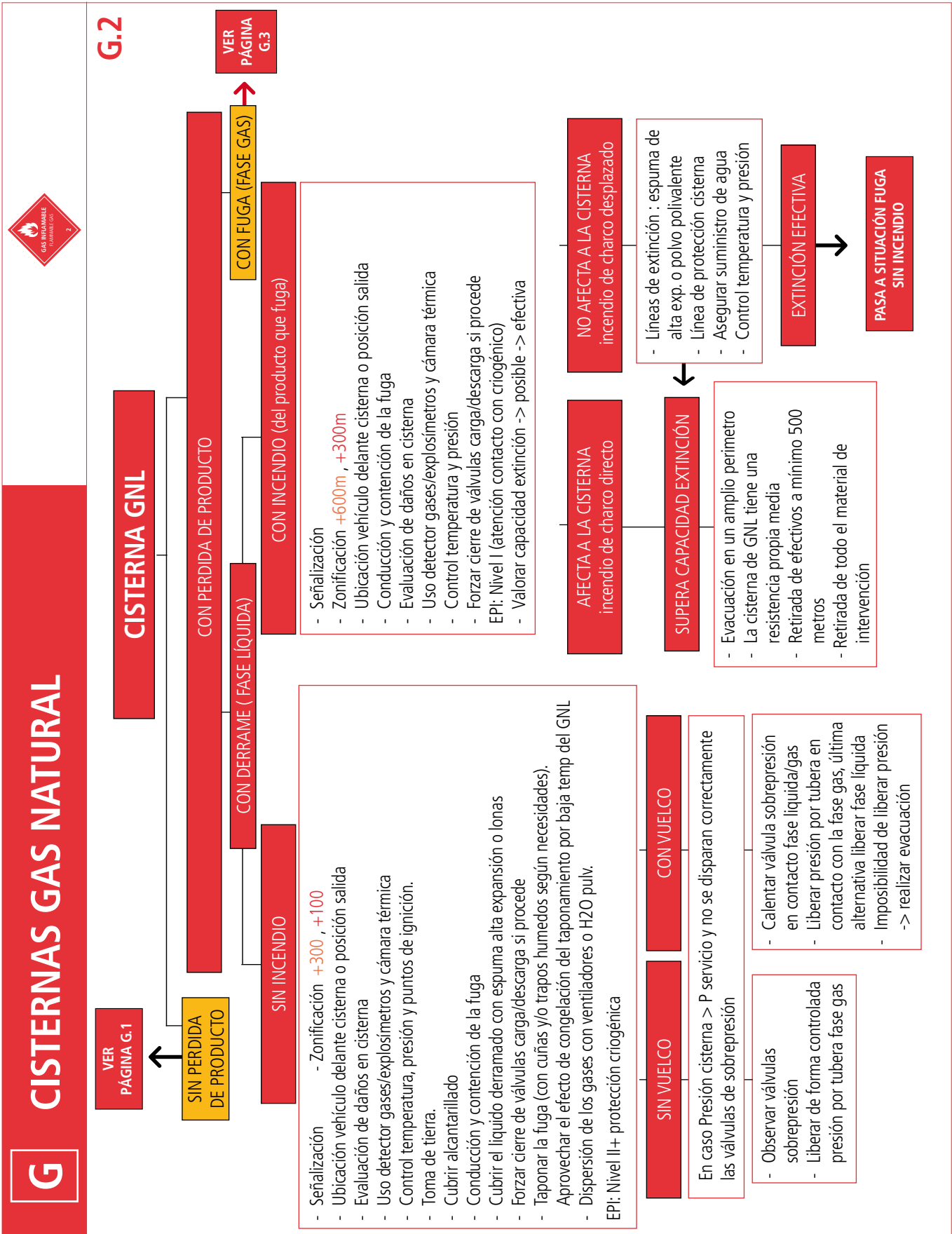
G

G.1

- Zonificación**
- Zona fría:
 - Zona templada:
 - Zona caliente:



ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



CON VUELCO

CON VUELCO

En caso Presión cisterna > P servicio y no se disparan correctamente las válvulas de sobrepresión

- Observar válvulas sobrepresión
- Liberar de forma controlada presión por tubera fase gas

- Calentar válvula sobrepresión en contacto fase líquida/gas
- Liberar presión por tubera en contacto con la fase gas, última alternativa liberar fase líquida
- Imposibilidad de liberar presión -> realizar evacuación

AFECTA A LA CISTERNA

incendio de charco directo

SUPERVA CAPACIDAD EXTINCIÓN

- Evacuación en un amplio perímetro
- La cisterna de GNL tiene una resistencia propia media
- Retirada de efectivos a mínimo 500 metros
- Retirada de todo el material de intervención

VER PÁGINA G.1

VER PÁGINA G.3



G CISTERNAS GAS NATURAL

G.3

CISTERNA GNL

VER PÁGINA G.1

SIN PERDIDA DE PRODUCTO

CON PERDIDA DE PRODUCTO

VER PÁGINA G.2

CON DERRAME (FASE LÍQUIDA)

CON FUGA (FASE GAS)

SIN INCENDIO

- Señalización
 - Zonificación +300 , +100
 - Ubicación vehículo delante cisterna o posición salida
 - Evaluación de daños en cisterna
 - Uso detector gases/explosímetros y cámara térmica
 - Control temperatura, presión y puntos de ignición.
 - Toma de tierra
 - Cubrir alcantarillado
 - Conducción y contención de la fuga
 - Cubrir el líquido derramado con espuma alta expansión o lonas
 - Forzar cierre de válvulas carga/descarga si procede
 - Taponar la fuga (con cuñas y/o trapos húmedos según necesidades). Aprovechar el efecto de congelación del taponamiento por baja temp del GNL
 - Dispersión de los gases con ventiladores o H2Opulv.
- EPI: Nivel II + protección criogénica

SIN VUELCO

En caso Presión cisterna > P servicio y no se disparan correctamente las válvulas de sobrepresión

- Observar válvulas sobrepresión
- Liberar de forma controlada presión por tubera fase gas

CON VUELCO

- Calentar válvula sobrepresión en contacto fase líquida/gas
- Liberar presión por tubera en contacto con la fase gas, última alternativa liberar fase líquida
- Imposibilidad de liberar presión -> realizar evacuación

CON INCENDIO (del producto que fuga)

- Señalización
 - Zonificación +600m , +300m
 - Ubicación vehículo delante de la cisterna o posición salida -
 - Evaluación de daños en cisterna
 - Uso detector gases/explosímetros
 - Control temperatura y presión
 - Forzar cierre de válvulas carga/descarga si procede
- EPI: Nivel I (atención contacto con criogénico)
- Valorar capacidad extinción -> posible -> efectiva

AFECTA LA CISTERNA dardo de fuego incide en cisterna

SUPERA CAPACIDAD EXTINCIÓN

- Evacuación en un amplio perímetro
- La cisterna GNL tiene una resistencia media
- Retirada de efectivos a mínimo 500 metros
- Retirada de todo el material intervención

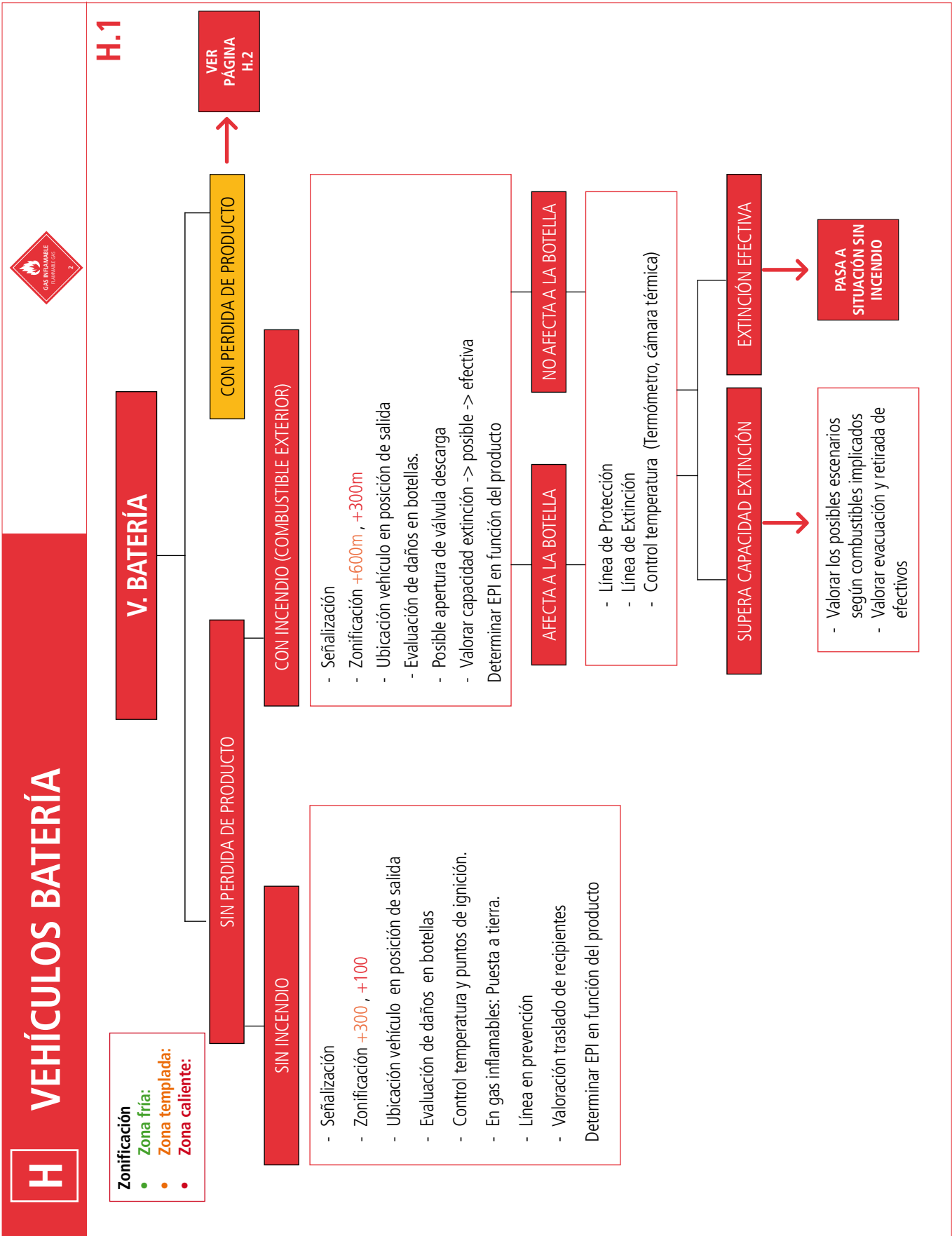
NO AFECTA CISTERNA dardo de fuego desplazado

- Protección elementos externos afectados por el dardo de fuego
- No extinguir el dardo de fuego mientras mantenga presión de salida
- Previo a la pérdida de presión extinguir (evitando retroceso de llama) e intentar taponar

EXTINCIÓN EFECTIVA

PASA A SITUACIÓN FUGA SIN INCENDIO

ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



Zonificación

- Zona fría:
- Zona templada:
- Zona caliente:



VEHÍCULOS BATERÍA

H.2

VER PÁGINA H.1

V. BATERÍA

SIN PERDIDA DE PRODUCTO

CON PERDIDA DE PRODUCTO

SIN INCENDIO

- Señalización
 - Valorar peligrosidad del gas
 - Línea en prevención
 - Valorar escenario:
 - Zonificación **+300 , +100**
 - En gas inflamable: Puesta a tierra y control de puntos de ignición
 - Control de la fuga (cierre de válvulas)
 - Traslado de recipientes
- EPI en función del producto

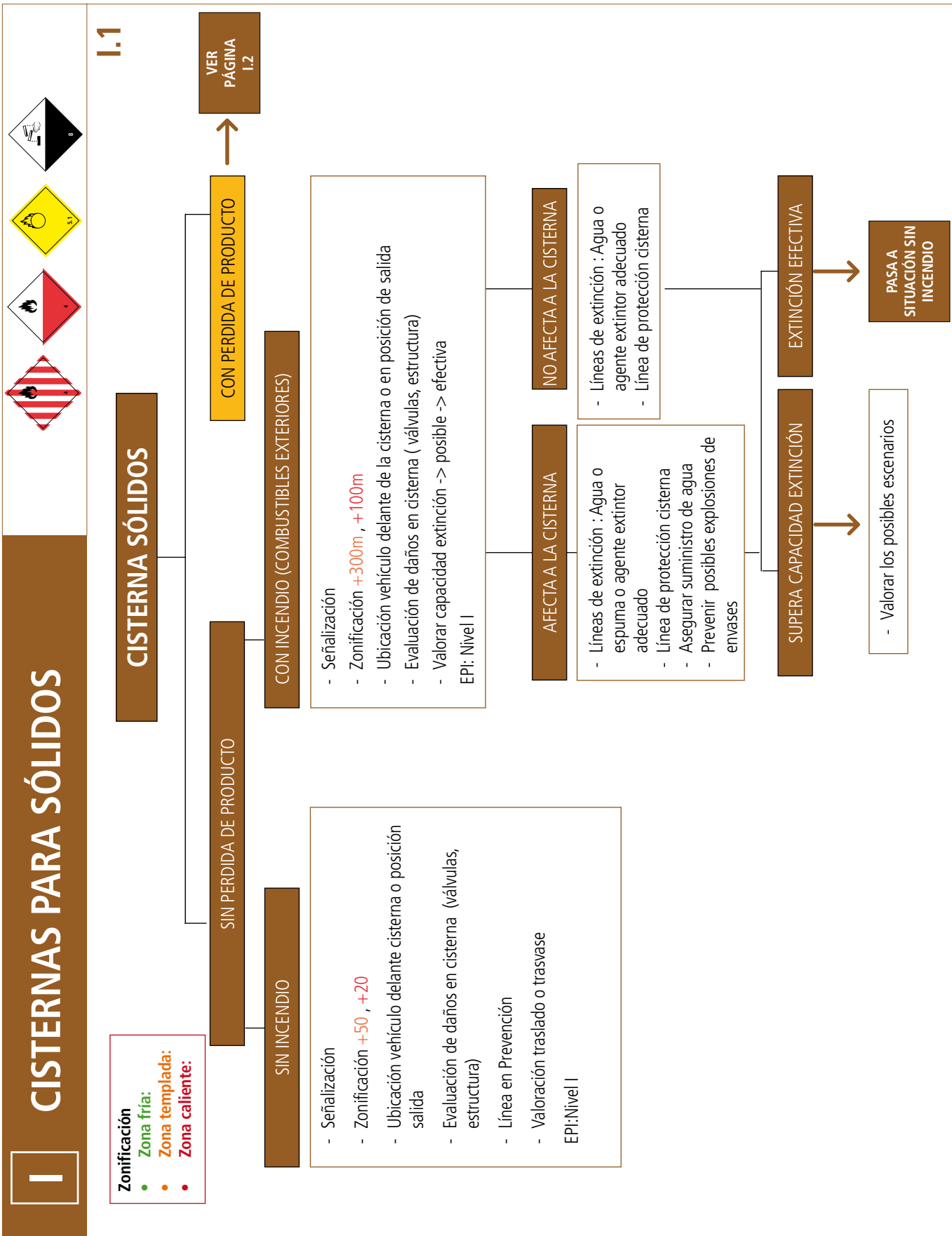
CON INCENDIO EXTERNO

- Señalización
 - Zonificación **+300m , +100m**
 - Línea de extinción.
 - Línea prevención, protección.
 - Control de temp. (Termómetro, cámara térmica
 - Control de la fuga (cierre de válvulas)
 - Traslado de recipientes
- EPI en función del producto

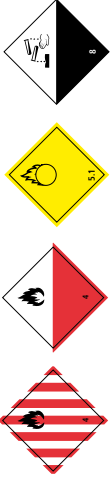
CON INCENDIO DE PRODUCTO QUE FUGA

- Señalización
 - Zonificación **+600m , +300m**
 - Enfriamiento con agua pulverizada
 - Valoración daño en el recipiente.
 - Control de temp. (Termómetro, cámara térmica
 - Control del dardo inflamado
 - Control de la fuga (cierre de válvulas)
 - Valorar apagar el dardo inflamado.
 - Valorar evacuación y retirada de efectivos.
 - Traslado de recipientes
- EPI en función del producto

ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



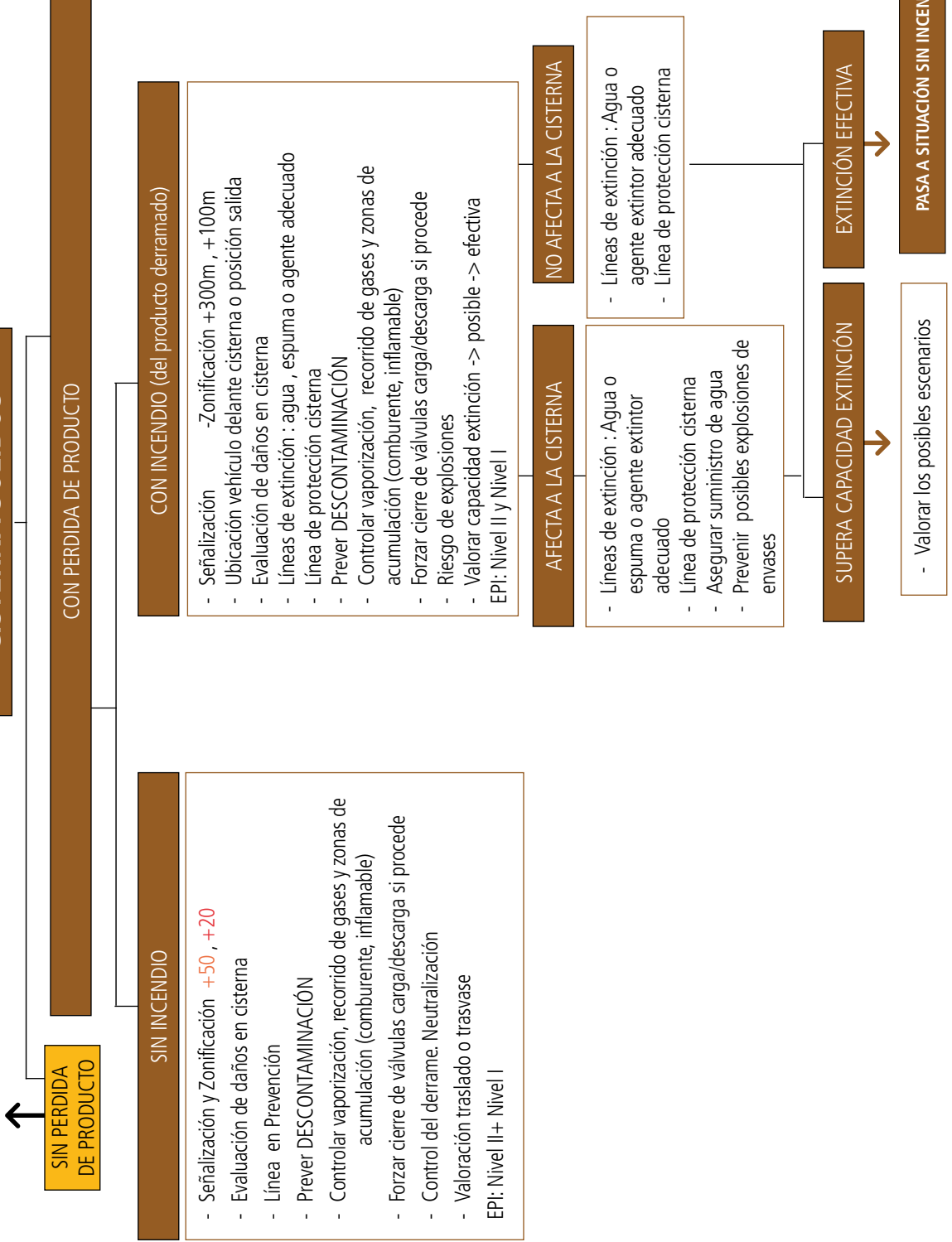
I CISTERNAS PARA SÓLIDOS



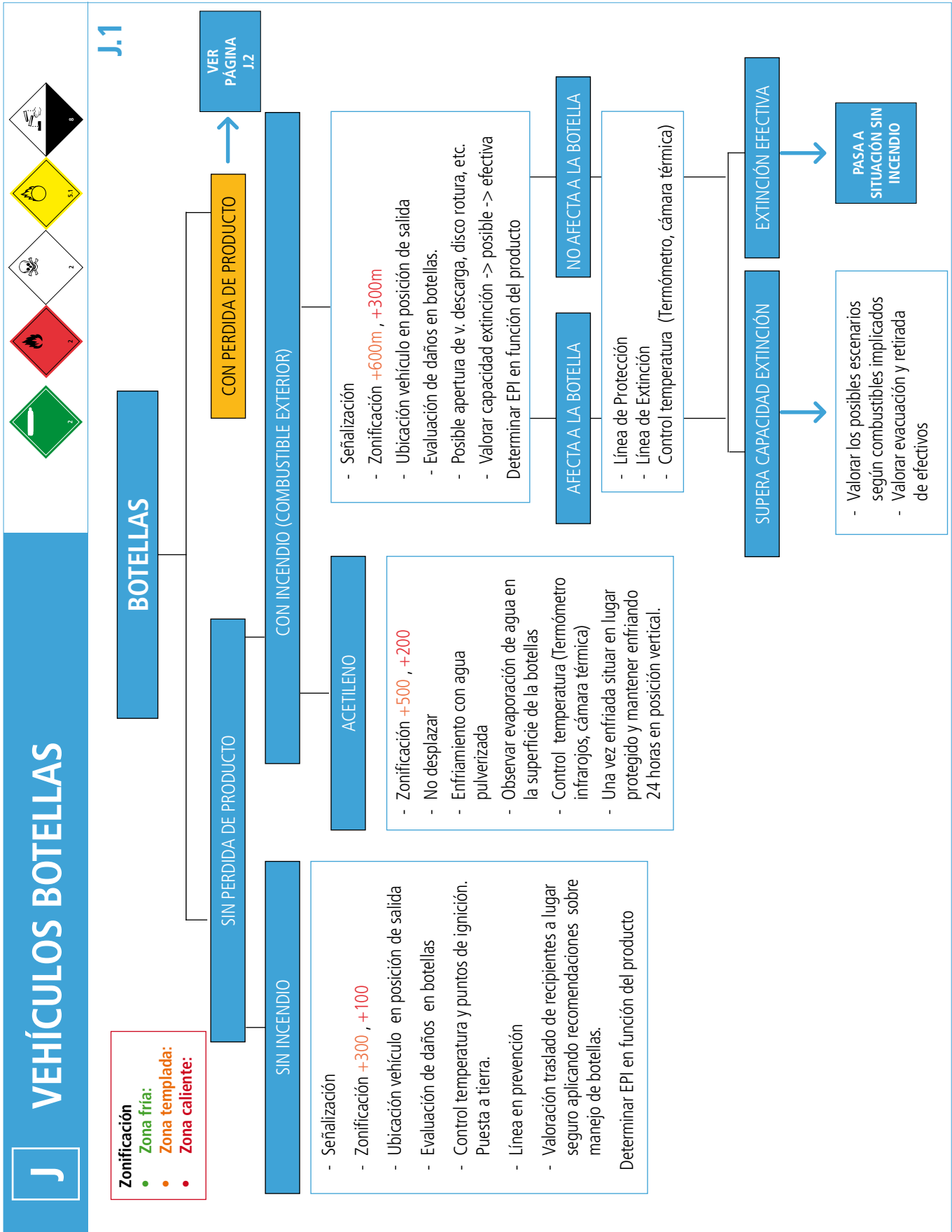
I.2

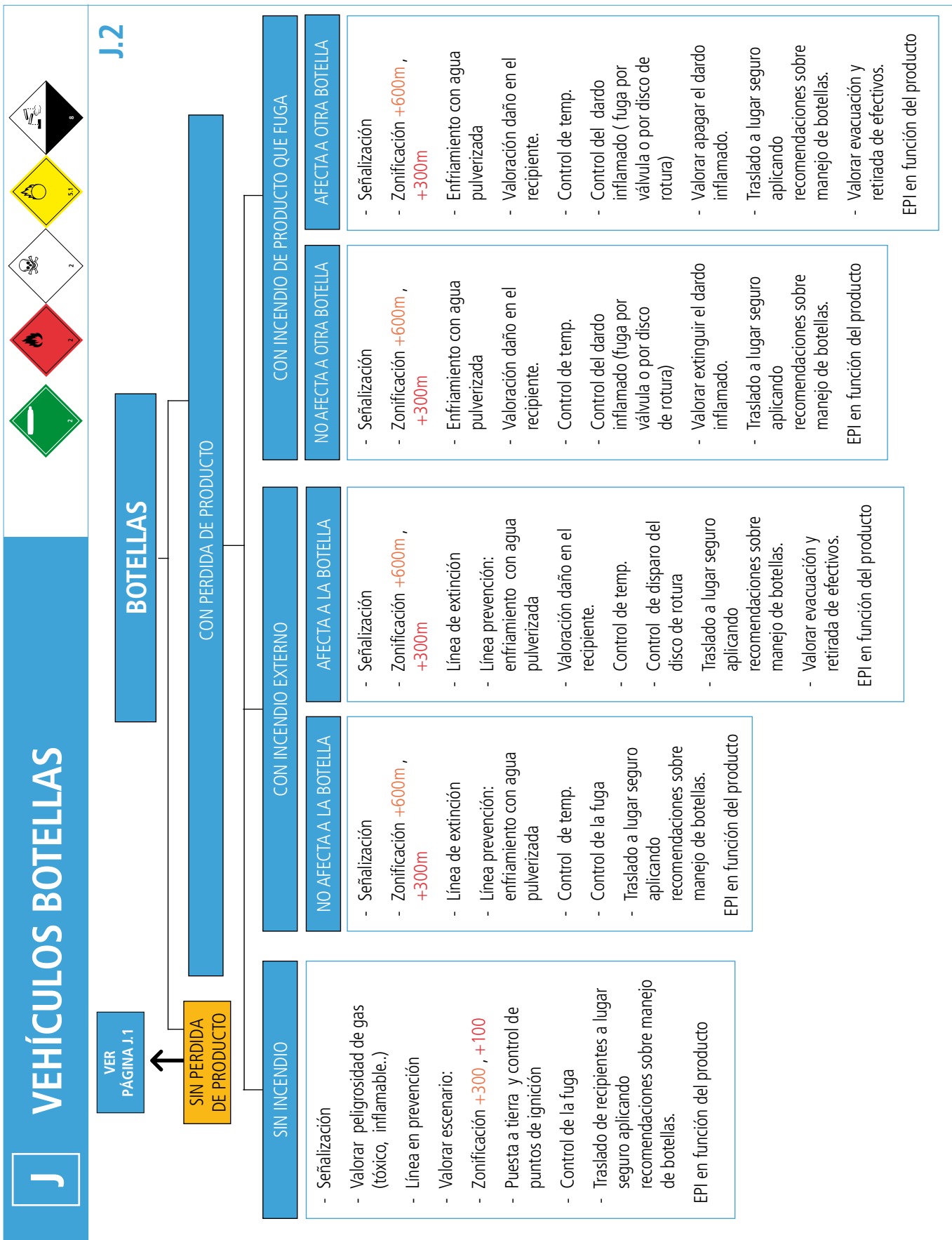
VER PÁGINA I.1

CISTERNA SÓLIDOS



ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN









Anexo 04

Principios básicos del
levantamiento de cisternas

ANEXO 04 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEVANTAMIENTO DE CISTERNAS

4.1. PUNTOS DE ANCLAJE

Los puntos de anclaje para las cinchas serán los puntos de mayor resistencia, asociados al chasis, en concreto:

- Uniones de los ejes del semi-remolque a la cisterna (en las cisternas de líquidos, junto a las costillas de la cisterna).



- Unión de las patas del semi-remolque a la cisterna (en las cisternas de líquidos, junto a la costilla de la cisterna).



- Unión del "King-pin" del semi-remolque a la cisterna.

4.2. MANIOBRAS BÁSICAS DE LEVANTAMIENTO.

Se necesita un mínimo de 2 grúas para ejecutar el levantamiento de una cisterna volcada.

Ambas grúas tienen que ser de una capacidad mínima de carga de 100 Tn. Si son de menor capacidad, no podrán trabajar con tanta proyección de pluma, por lo que el emplazamiento para ambas grúas tendrá que ser óptimo y muy próximo a la cisterna accidentada.

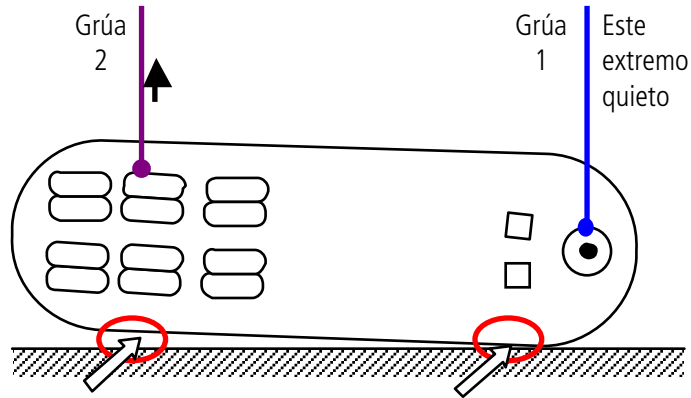
Que la tractora esté unida al semi-remolque no impide ni dificulta en exceso el levantamiento del conjunto. Aun así, si es posible, se accionará la quinta rueda para liberar el "king pin" y separar la tractora.

Los métodos más habituales, aunque no los únicos, son:

4.2.1. Grúas por costados.

- Cada grúa opera sobre un costado diferente.
- Una grúa estira, forzando el giro de la cisterna.
- La otra cisterna retiene la caída (abalanzada) del giro.

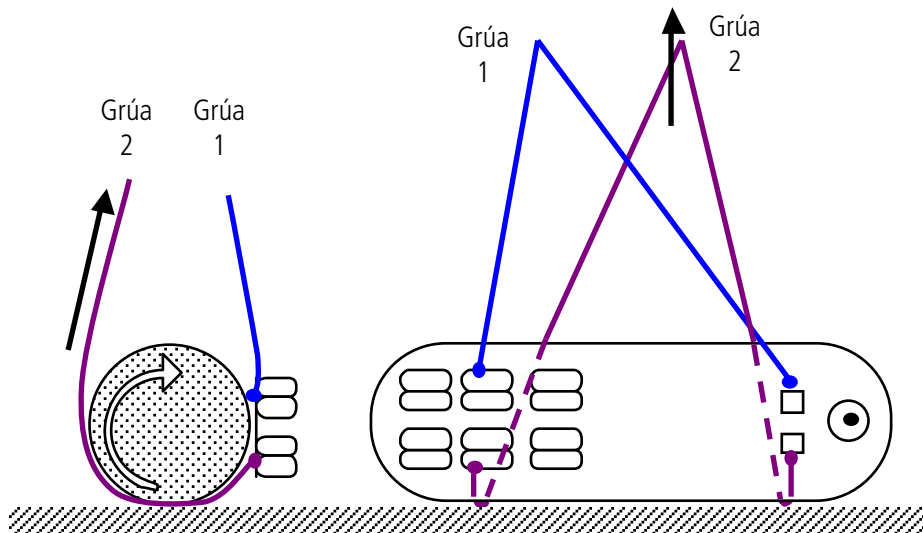
Se requiere pasar 2 cinchas por debajo de la cisterna: Si el suelo es llano, será necesario levantar mínimamente la cisterna para dejar sitio al paso de las cinchas. Una grúa tensa y mantiene sujeto (quieto) un extremo de la cisterna, mientras la otra grúa sube unos centímetros el otro extremo.



Alternativamente puede levantarse la cisterna con la ayuda de cojines neumáticos y cuñas. En caso de cisternas de líquidos: situados bajo puntos fuertes de la cisterna (costilla de la cisterna, o bien, las soldaduras de los mamparos rompeolas o compartimentadores).



Una vez pasadas las cinchas, se sujetan en los puntos de anclaje (apartado 2) y se realiza la siguiente maniobra:



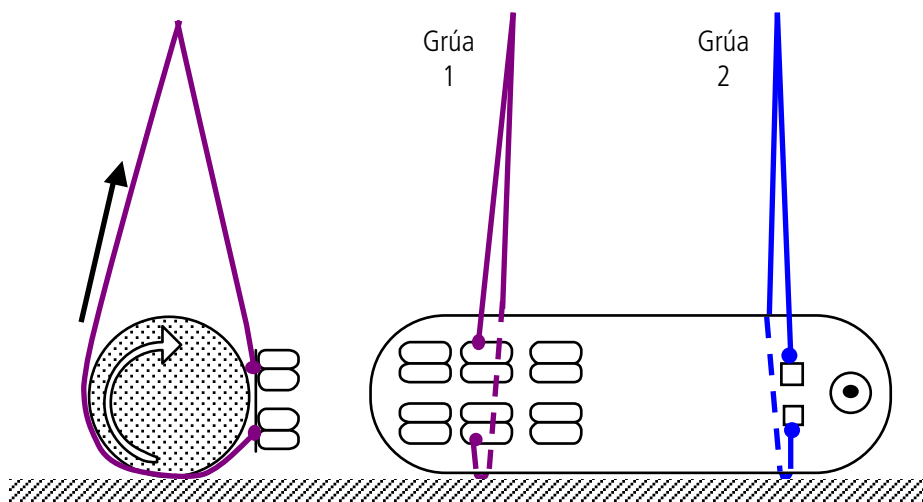
ANEXO 04 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEVANTAMIENTO DE CISTERNAS



4.2.2. Grúas por extremos.

- Cada grúa opera sobre un fondo (extremo) diferente.
- Cada grúa combina el estiramiento y la retención.

Al igual que en la maniobra anterior, se requiere pasar 2 cinchas por debajo de la cisterna. Se procede de la misma forma para pasarlas.





ANEXO 04 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEVANTAMIENTO DE CISTERNAS

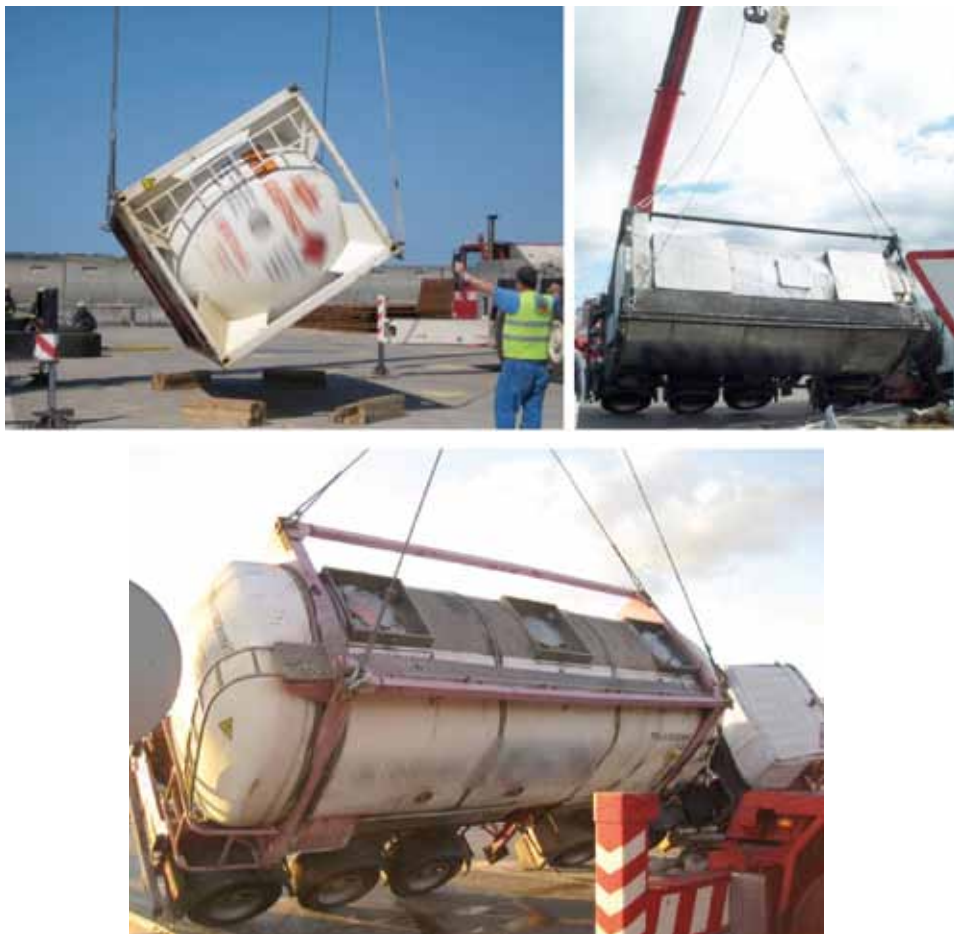
4.2.3. Por bocas de hombre (cisternas vacías).

Si la cisterna está vacía, la maniobra más sencilla es que la grúa estire de cables de acero, que están unidos a unas barras que se introducen por las bocas de hombre.

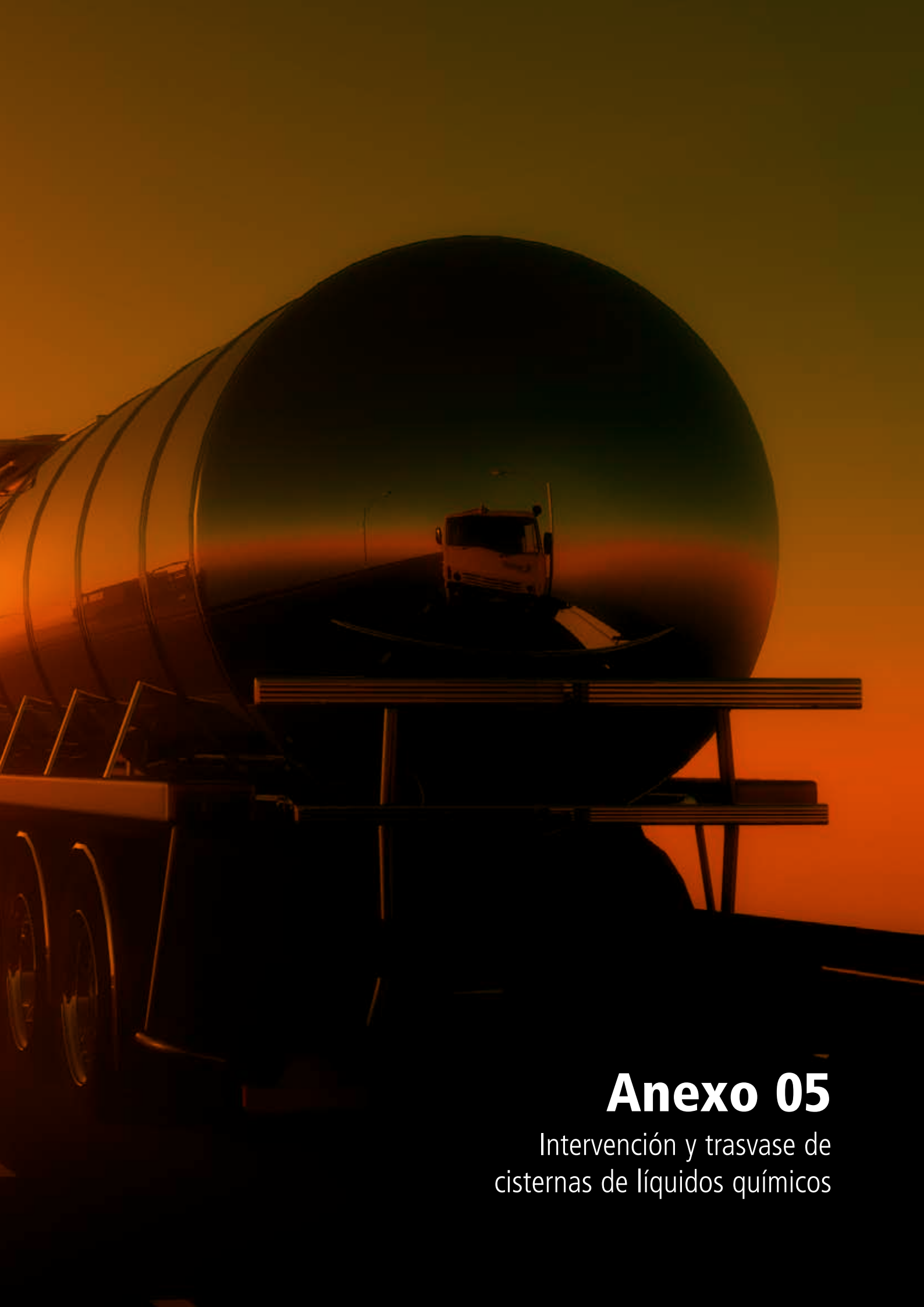


4.3. LEVANTAMIENTO DE CONTENEDORES CISTERNA.

Si el contenedor cisterna no está dañado en su bastidor y en las uniones entre éste y la cisterna, no será necesario vaciarlo para proceder a su levantamiento en caso de vuelco.







Anexo 05

Intervención y trasvase de
cisternas de líquidos químicos

ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

5.1. Cisternas de líquidos químicos. Características generales.

5.1.1. Algunos ejemplos de líquidos químicos:

	Nombre	Sinónimos	Núm. ONU	Núm. Peligro
Inflamables (no carburantes)	Alquitrán líquido		1999	99
	Pentano. Isopentano		1265	33
	Etolol	Alcohol etílico	1170	33
	Metanol	Alcohol metílico	1230	336
	Propanol	Alcohol propílico	1274	33
	Formol	Formaldehido	1198	338
	Benceno		1114	33
	Tolueno		1294	33
	Xileno		1307	30
	Estireno	Vinilbenceno	2055	39
Corrosivos (ácidos)	Ácido acético	Ácido de vinagre	2789	83
	Ácido clorhídrico	Ácido muriático Sulfumán	1789	88
	Ácido fórmico		1779	80
	Ácido nítrico	Aguafuerte	2031	88
	Ácido sulfúrico	Aceite de vitriolo	1830	80
Corrosivos (bases)	Hidróxido sódico en solución	Sosa cáustica	1824	88
	Hipoclorito sódico	Lejía	1791	80

Los carburantes no se incluyen dentro de la denominación de "líquidos químicos". La gasolina y el gasoil se transportan en un tipo de cisterna diferente.

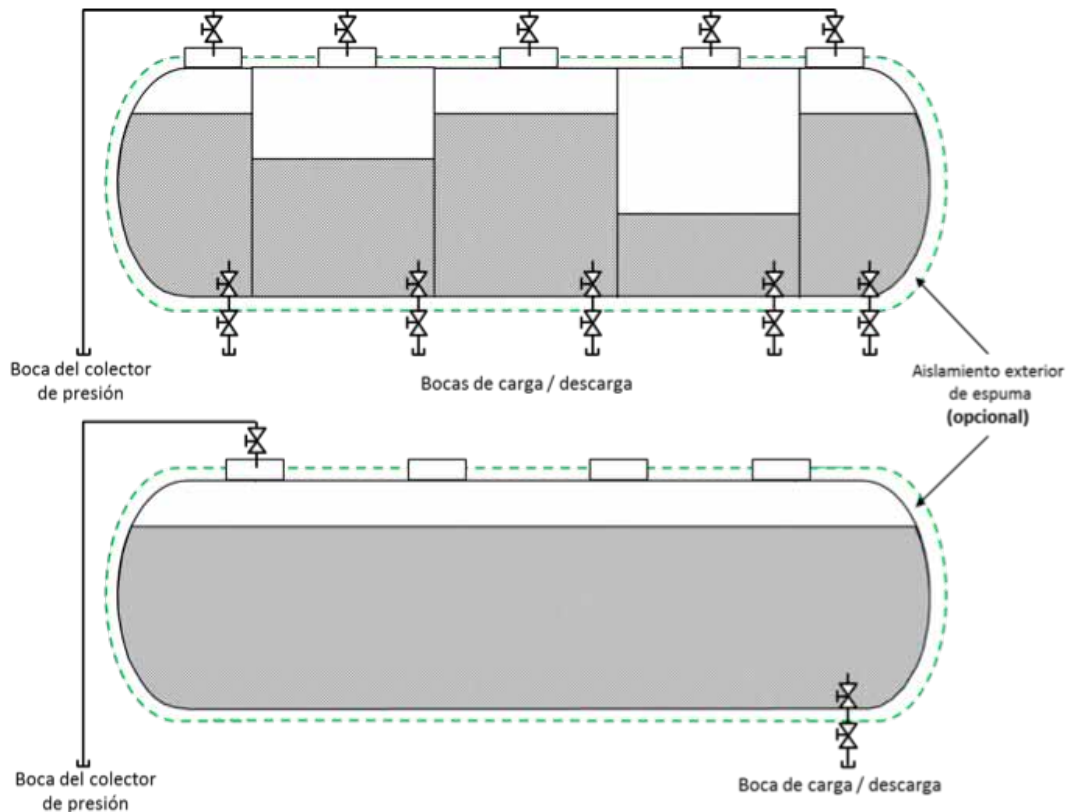
5.1.2. Características principales de las cisternas que transportan líquidos químicos:

- No están presurizadas: la presión interior del depósito durante el transporte es la atmosférica. En muchos casos, se vacían por presión de aire, por lo que están preparadas para soportar bajas presiones. Máxima presión de servicio = 2 bar.
- El depósito tiene:
 - Sección transversal circular
 - Sección longitudinal recta o en cuello de cisne.
- Virolas: Pueden ser de acero al carbono (3 - 4 mm grosor) o de aluminio (4,7 - 5,2 mm grosor).
- El volumen del depósito varía según la cisterna. Las mayores pueden llegar a tener un volumen total de 40m³.
- El coeficiente de llenado máximo es del 96%.
- Pueden estar o no compartimentadas. Si lo están, se puede distinguir porque:
 - En un lateral del depósito disponen de tantos soportes de panel naranja (de identificación del producto y peligro), tantos como compartimentos.
 - Se observan varias salidas de descarga del depósito, tantas como compartimentos.
- En el lomo superior, dispone de diversas bocas de hombre:

- En depósitos compartimentados, puede corresponder una o más por cada compartimento.
- En depósitos mono cuba, corresponde una por cada espacio entre mamparos rompeolas.
- Las bocas de hombre, tienen tapa de apertura rápida, normalmente de palomilla, y están dentro de cubetas. En algunas ocasiones, hay una única cubeta corrida común para todas las bocas de hombre, en vez de una cubeta por cada boca de hombre.
- Conducciones de carga/descarga:
 - Si el depósito no es compartimentado, acostumbra a tener un único conducto que entra al depósito por su cota inferior, junto al fondo posterior.
 - Si el depósito es compartimentado, tiene tantos conductos como compartimentos hay, que entran a cada compartimento por su cota inferior. Estos conductos pueden ser independientes los unos de los otros, o estar unidos a un colector común.
- Pueden estar calorifugadas (aisladas térmicamente) exteriormente, especialmente aquellas que se utilizan para el transporte de:
 - líquidos calientes (alquitrán, fueloil, ...)
 - líquidos inestables ante incrementos de temperatura (estireno, ...)
 - líquidos muy volátiles (metanol, ...).

En muchas ocasiones, cisternas calorifugadas transportan productos que no necesitan de tal aislamiento térmico, pero obedece únicamente a razones de disponibilidad o logística del transportista.

- Esquema básico (versiones compartimentada y monocuba):



ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

- Las cisternas calorifugadas pueden incorporar un serpentín entre el calorifugado y el depósito (exteriormente a él). Previamente a la descarga de una cisterna que transporta líquidos viscosos calientes, y para aumentar su fluidez durante la descarga, se introduce vapor de agua a elevada temperatura en el serpentín, calentándose el producto hasta la temperatura óptima de descarga.
- Las cisternas de líquidos químicos acostumbran a descargarse por presión de aire comprimido, introducido al compartimento a descargar a través del colector de presión.
- Cada compartimento tiene 1 conducto de descarga (fase líquida). No existe conducto de fase gas, ya que no hay tal fase gas, sino una mezcla de vapores y aire, todo ello a presión atmosférica.
- Las bocas de carga/descarga y las válvulas de corte están en un lateral inferior o en el fondo posterior (especialmente en cisternas monocasco).
- Cada compartimento tiene su válvula de fondo, que puede ser de accionamiento manual, neumático o hidráulico.

Características añadidas de las cisternas de líquidos corrosivos:

- El depósito, conductos y válvulas de las cisternas que transportan estos productos tienen que resistir la corrosión. Los materiales empleados, en función del producto, son:
 - acero inoxidable.
 - acero al carbono o inoxidable con recubrimiento interior de goma (ebonitado).
 - poliéster.
- Las cisternas con depósito de poliéster son las más vulnerables en caso de accidente, al ser un material muy frágil. No se utilizan mucho, pero su uso está autorizado por el ADR.

5.2. Introducción al trasvase de cisternas de líquidos químicos.

Normalmente el trasvase se plantea en las circunstancias siguientes:

- Es necesario levantar una cisterna volcada, y por el riesgo existente se cree conveniente intentar reducir tanto como se pueda la cantidad (peso) dentro de ella.
- La cisterna no está volcada, pero su estado tras un accidente desaconseja arrastrarla o transportarla sobre una góndola, en condiciones seguras.

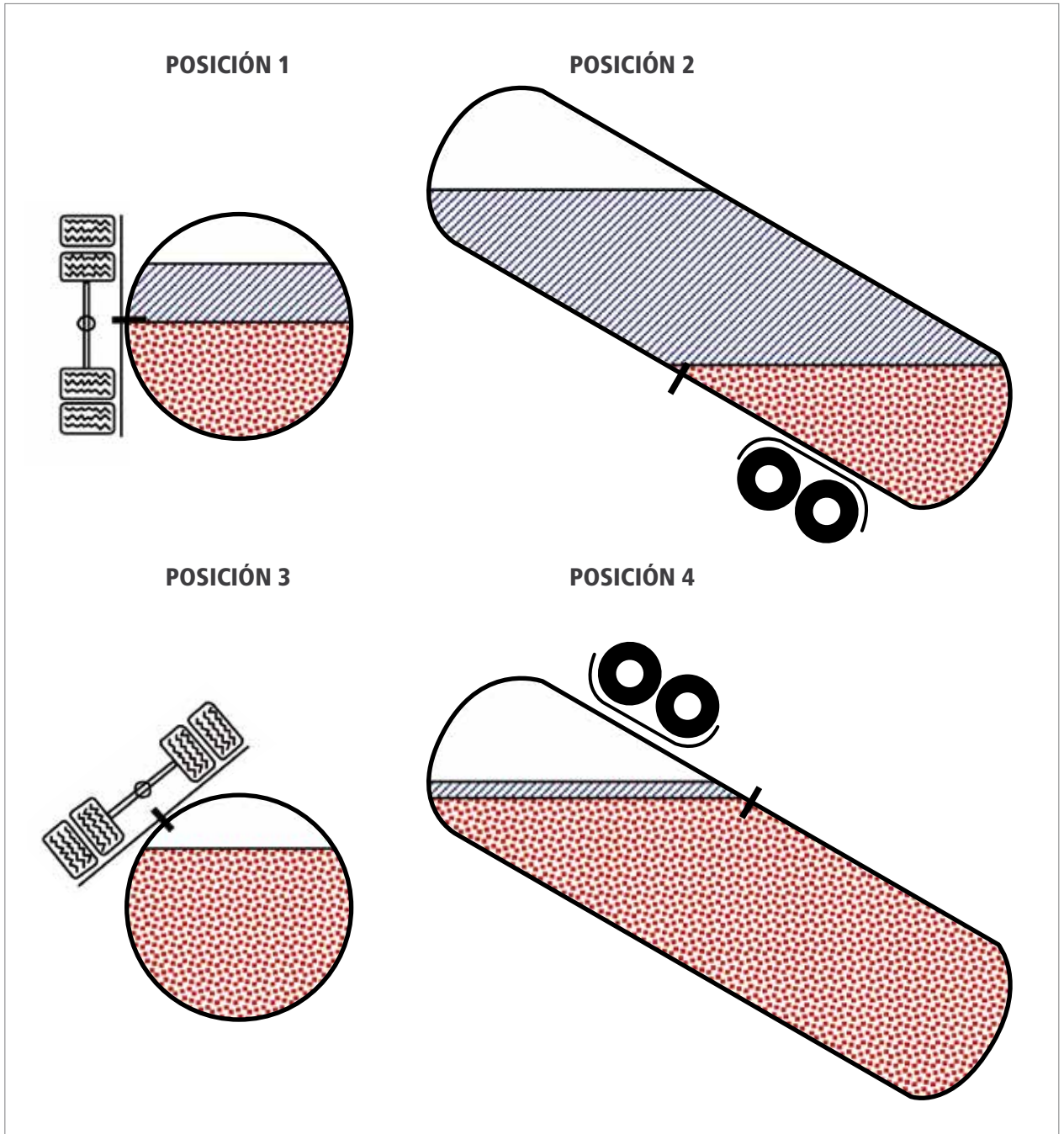
El trasvase de cisternas de líquidos químicos es siempre aconsejable en caso de vuelco, pues la resistencia mecánica del depósito no es elevada (porque no tiene que soportar presiones elevadas), y puede resquebrajarse al girar y levantar el vehículo cisterna con las grúas.




Si el trasiego de una cisterna volcada fuese muy difícil de realizar y se observa que el depósito se mantiene en buenas condiciones, sin deformaciones importantes, se podría intentar su levantamiento, asegurando (entre otras medidas) que se usan eslingas de lona y no cable de acero, y que se colocan tan cerca como sea posible de costillas del depósito.

El trasvase tiene que realizarlo el transportista o el equipo de intervención en quien delegue. Aun así, los bomberos tenemos que poseer el conocimiento necesario para evaluar, dar el visto bueno y coordinar las maniobras que el equipo de intervención del transportista quiera llevar a cabo. Las maniobras podrían ser realizadas por bomberos si disponemos de los conocimientos y equipamiento específico que se requiere, pues el nivel de riesgo es limitado.

Antes de proceder al inicio del montaje de la maniobra y posterior ejecución, si el producto transportado es inflamable o combustible, se tienen que derivar a tierra ambas cisternas y el equipo de trasvase.

La posición de la cisterna accidentada nos indicará la cantidad máxima de producto que podrá extraerse por las válvulas.



-  Vapores
-  Producto que se puede llegar a extraer
-  Producto que NO se puede llegar a extraer

ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

De la observación de los esquemas se puede deducir:

- Si hay vuelco de 90° (posición 1) la cantidad de producto que se puede extraer es poca.
- Si el vuelco es de más de 90° (posiciones 3 y 4), la cantidad de producto que puede extraerse es nula o tan poca, respectivamente, que no tiene sentido plantear un trasvase.

5.3. Métodos de trasvase

En función del mecanismo de impulsión durante el trasvase, se pueden diferenciar los siguientes sistemas:

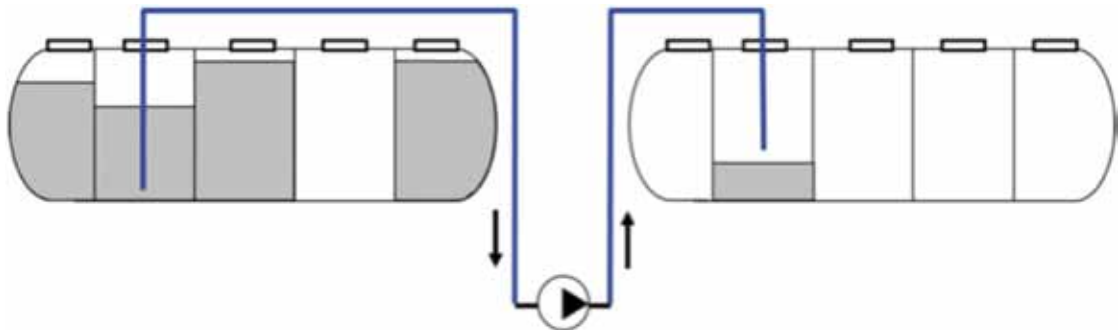
- Trasvase con bomba
- Trasvase con compresor
- Trasvase por gravedad

A continuación se describen, y se especifica si son válidos en caso de que la cisterna accidentada se encuentre volcada.

5.3.1. Trasvase con bomba.

Es el sistema de trasvase más habitual en accidente. Se pueden plantear 3 montajes:

MONTAJE 1



Si la peligrosidad del producto transportado no lo impide, éste es el montaje más sencillo: se aspira de la boca de hombre de la cisterna accidentada y se impulsa a la boca de hombre de la cisterna receptora.

Ventajas:

- No se tiene que manipular ninguna válvula.
- No hay problema de depresión en la cisterna accidentada ni de sobrepresión en la receptora, porque las bocas de hombre en ambas cisternas están abiertas.

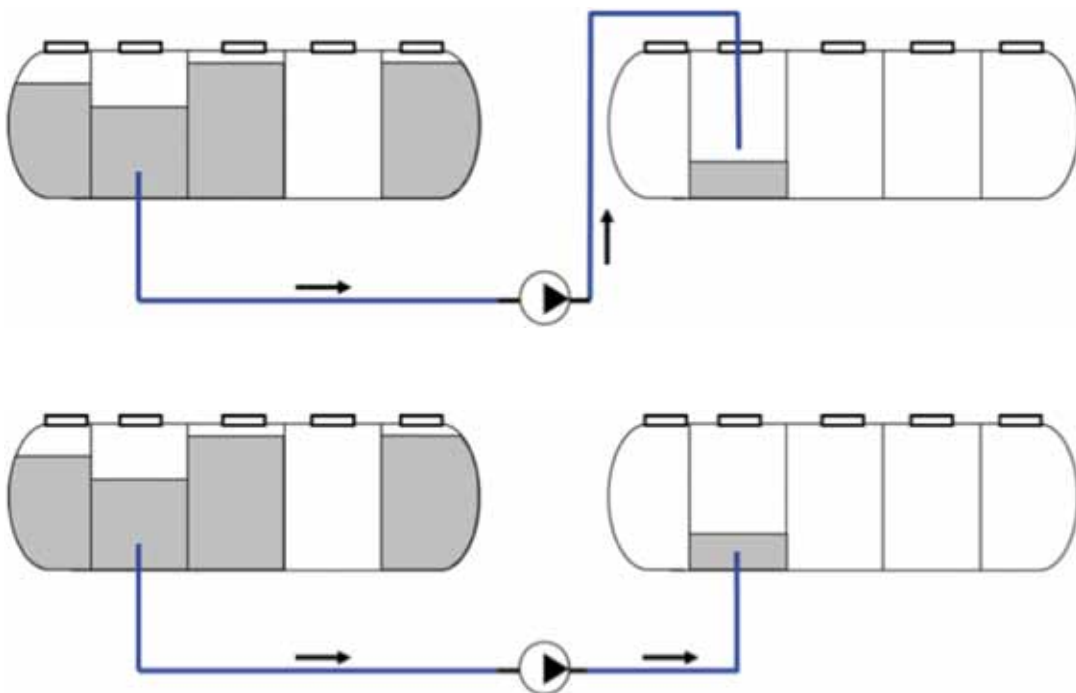
Desventaja:

- La bomba tiene que ser autocebante (neumática de diafragma, peristáltica,...). Una bomba centrífuga sin mecanismo de cebado no funcionará.
- Los mangotes tienen que estar atados a la boca de hombre para que no se salgan y caigan con la vibración de la bomba.
- Los vapores del líquido pueden salir libremente por la boca de hombre



MONTAJES 2 y 3

Si alguna razón desaconseja aspirar por la boca de hombre de la cisterna accidentada, la alternativa es hacerlo por el conducto de carga/descarga y se impulsa hacia la boca de hombre de la cisterna receptora (montaje 2) o hacia el conducto de carga/descarga (montaje 3).



En estos montajes, se tiene que manipular las válvulas de fondo y de corte de la cisterna accidentada y, para el montaje 3, también las de la cisterna receptora.

No se necesita que la bomba sea autocebante, porque la instalación hasta la bomba en general está en carga.

La boca hombre del compartimento que se está vaciando, así como la del compartimento receptor, tienen que estar abiertas para evitar depresión y sobrepresión respectivamente.

ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

Ejemplo montaje 2:



Ejemplo montaje 3:

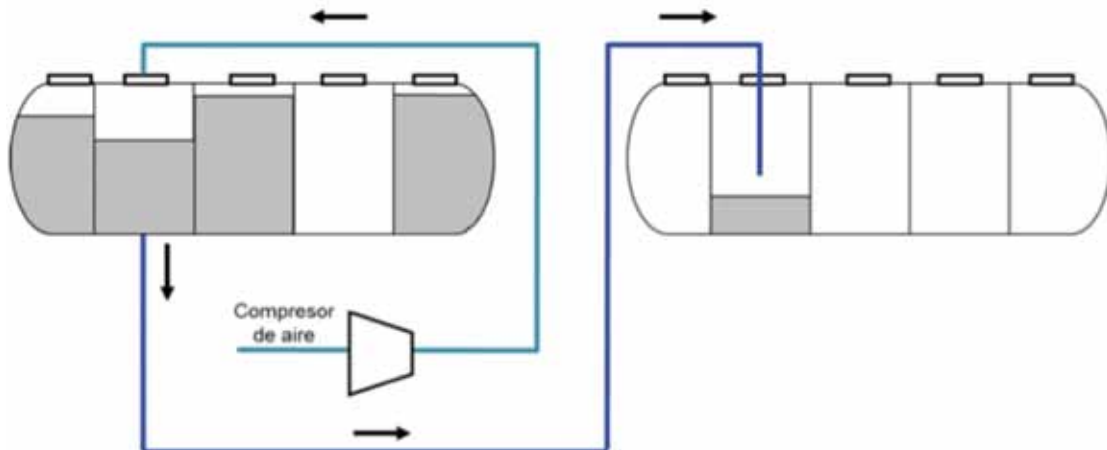


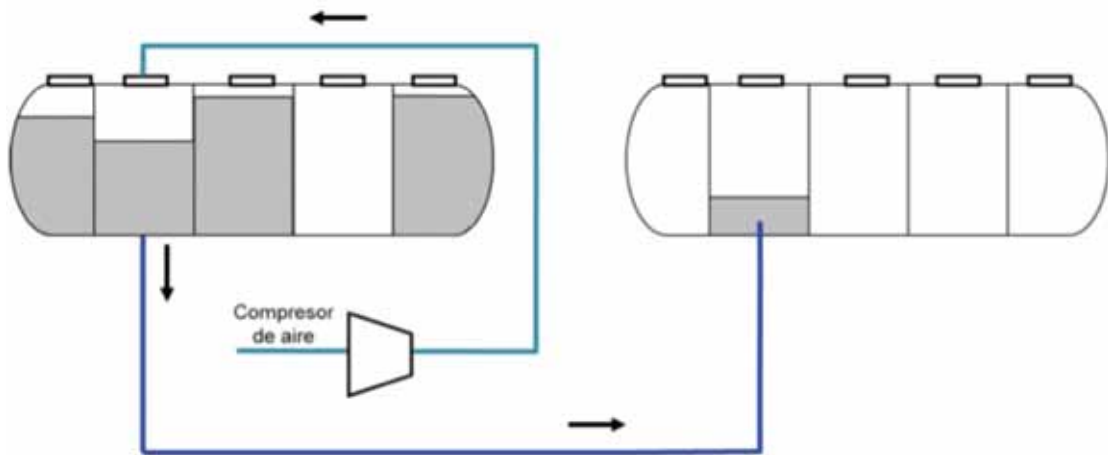
Ejemplo montaje 3:



5.3.2. Traspase con compresor.

Es el sistema habitual de descarga de las cisternas en planta, pero no lo es tanto para el trasvase en caso de accidente, pero es el más indicado cuando la cisterna está volcada, como se explica en el apartado correspondiente al trasvase de cisternas volcadas.





Este sistema de trasvase requiere que el depósito de la cisterna accidentada esté en buenas condiciones, porque en caso contrario, aumentando la presión en su interior podríamos romperlo.

Se introduce el aire comprimido al compartimento que queremos vaciar a través del colector de presión. La presión no tiene que ser elevada, desde algo menos de 1 bar hasta un máximo de 2 bar (si el depósito está en perfectas condiciones), que es la presión de servicio de las cisternas de líquidos químicos.

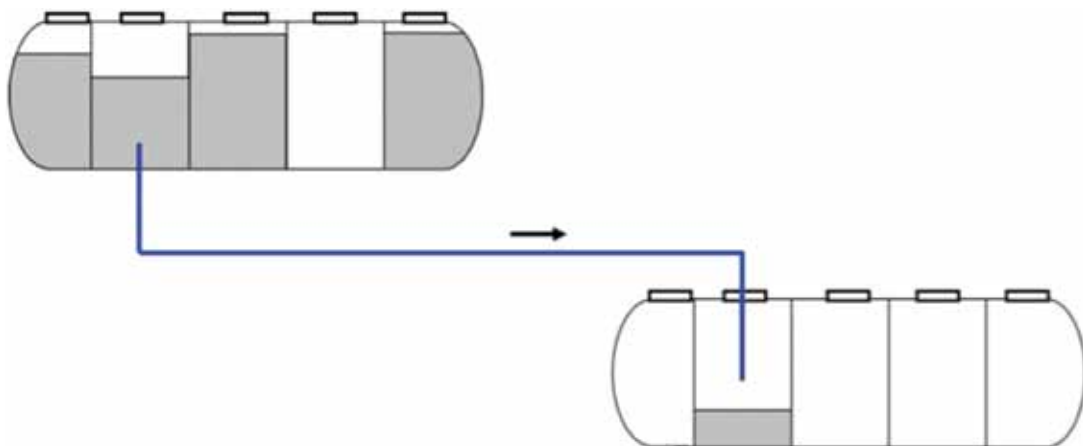


Colector de presión

El líquido se extrae por el conducto de carga/descarga y se impulsa a la boca de hombre de la cisterna receptora, o al conducto de carga/descarga (en este caso se tiene que dejar la boca de hombre abierta para que no aumente la presión de aire en el compartimento).

5.3.3. Trasvase por gravedad.

Es el sistema más sencillo, pero es difícil que se dé la circunstancia de que la cisterna accidentada esté junto a un corte en el terreno, que permita situar la cisterna receptora unos pocos metros en una cota inferior.



La boca de hombre de la cisterna accidentada tiene que permanecer abierta para que no se produzca el vacío en su interior.

ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

5.4. Trasvase de una cisterna volcada.

Las cisternas de líquidos químicos no tienen válvulas antidepresión, a diferencia de las de carburantes. Si la cisterna está volcada, a medida que extraemos el producto generaremos vacío en el interior del depósito, pues no hay manera de que entre el aire en su interior, e imposibilitará el trasvase.

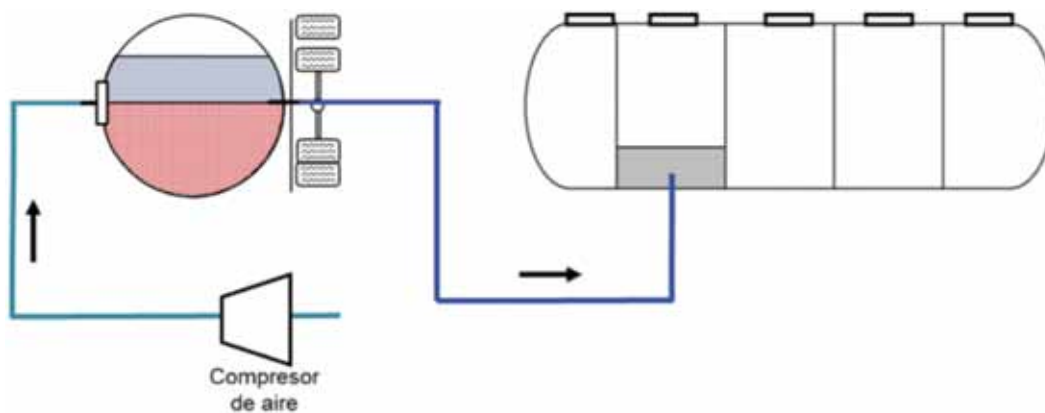
Posibles soluciones para evitarlo:

- a) Trasvasar con presión de aire (empujar el producto en vez de aspirarlo).
- b) Habilitar una entrada de aire («chimenea»), mediante soluciones de «fortuna» o con accesorios específicos, para que entre el aire dentro del depósito.
- c) Abrir de forma controlada la boca de hombre, conteniendo en una balsa de fortuna, cubeta o bidón, y bombear el producto desde la balsa.
- d) Practicar una abertura en el depósito (si producto no inflamable) para permitir la entrada de aire o para aspirar desde la abertura. Es un método desaconsejado por ser destructivo.

A continuación se describe cada una de ellas con más detalle.

5.4.1. Trasvase con presión de aire.

Es el mejor método para evitar la depresión en el interior del depósito. El estado del depósito tiene que garantizar una mínima resistencia ante el incremento de presión.



Ejemplo 1:



Ejemplo 1:



Ejemplo 2:

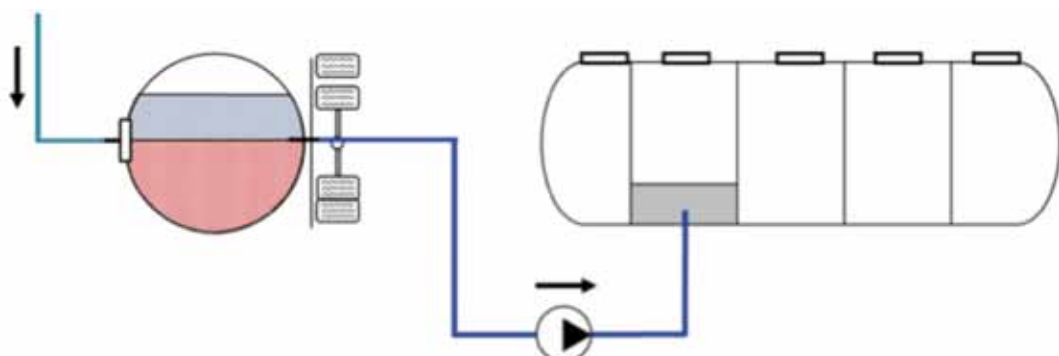


5.4.2. Habilitar una entrada de aire ("chimenea").

Se trata de evitar el vacío en el interior del depósito permitiendo la entrada de aire a través de algún conducto, mientras se aspira el producto.

No es una solución fácil pues, en general, el único conducto que puede comunicar con el interior del depósito, además del de carga/descarga que se utiliza para extraer el producto, es el de entrada del aire a presión por la boca de hombre.

La "chimenea" puede realizarse con un racor exprés de 1 pulgada (acople habitual del colector de presión) al que sigue un tubo flexible, o bien con soluciones de fortuna, como la que se observa en la fotografía inferior donde se ha utilizado el pasamanos (tubo hueco) de la barandilla quitamiedos junto con un manguito elástico que lo une a la entrada de aire:



ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS



5.4.3. Apertura de la boca de hombre.

La apertura de la boca de hombre es un sistema habitual, aunque no por ello deseado, por los riesgos que entraña. Se trata de abrir de forma controlada la tapa de la boca de hombre y verter el producto en una balsa, para aspirarlo con bomba desde allí hasta la cisterna receptora. Una vez el nivel del líquido haya descendido al nivel inferior de la boca hombre dejará de verter y podremos aspirar directamente desde el interior del depósito.

Esta maniobra se realizará tantas veces como compartimentos tenga la cisterna.

Esta maniobra presenta 2 riesgos a considerar:

- La tapa no tiene que abrirse del todo, porque no es fácil mantener la apertura parcial soportando el empuje de la columna de líquido. Las palomillas permiten abrir parcialmente la tapa y evitar que se abra completamente.
- Los bomberos que manipulen y controlen la apertura de la boca de hombre acabaran, con toda seguridad, en contacto con el producto, por lo que tienen que disponer del nivel adecuado de equipamiento de autoprotección.

La forma más sencilla de recoger el vertido de producto es con una balsa de fortuna, formada por mangueras de Ø70mm enroscadas (llenas de agua o aire a presión), a manera de paredes, y una lona por encima, encajada.

Ejemplo 1:



Ejemplo 1:



Ejemplo 2:



ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

Ejemplo 2:



5.4.4. Practicar una abertura en el depósito.

Esta solución es del todo desaconsejada por ser destructiva. Además, no se puede realizar si el producto transportado es inflamable o combustible, por el riesgo que entraña.

Antes de plantear esta maniobra conviene valorar la viabilidad de cualquiera de las 3 soluciones anteriores, e incluso, valorar la posibilidad de levantar la cisterna llena, con las adecuadas precauciones.









Anexo 06

Intervención y trasvase de
cisternas de carburantes

ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

6.1. Cisternas de líquidos carburantes. Características generales.

Debido a la extensa variedad de productos y de cisternas empleadas para su transporte, vamos a tratar de simplificar y centrarnos en los tipos de cisternas más habituales y que representan el porcentaje mayor del transporte por carretera de MMPP.

6.1.1. Algunos ejemplos de líquidos carburantes:

Nombre	Sinónimos	Núm. ONU	Núm. Peligro
Gasóleo	Gasoil	1202	30
Gasolina		1203	33
Queroseno		1223	30

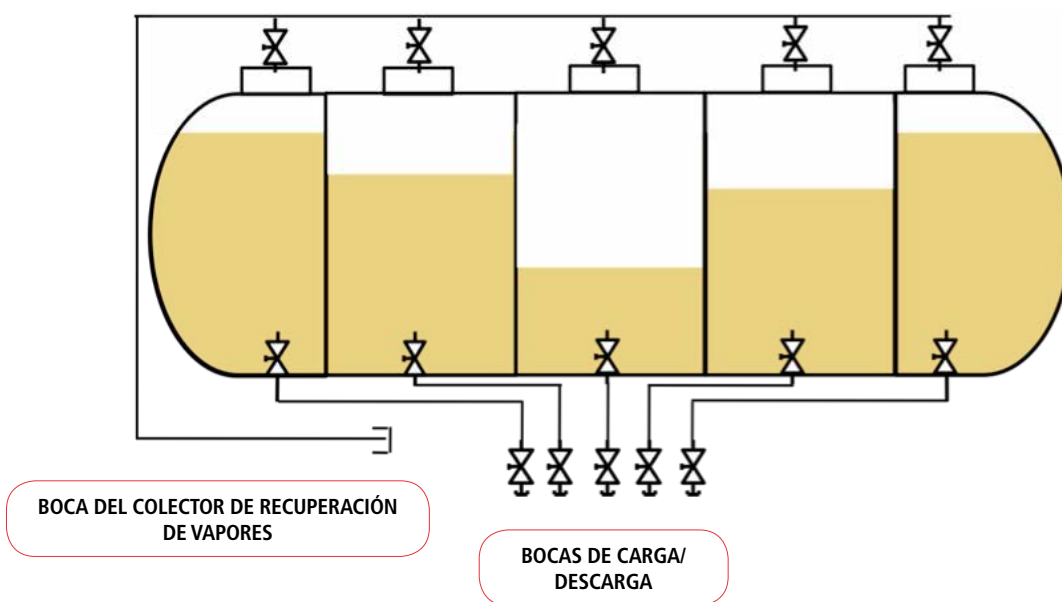


6.1.2. Características principales de las cisternas que transportan líquidos carburantes:

- Cisternas diseñadas para el transporte de hidrocarburos líquidos.
- Podemos encontrar dos tipos: las de reparto, con cisterna fija, y las de transporte primario (semirremolque).
- 1 a 6 tanques estancos pudiendo transportar más de un producto
- Las de reparto suelen ser monocuba, y las de transporte primario compartimentadas, con cuatro, cinco, o seis mamparos estancos.
- Si tiene un único depósito llevará tabiques rompeolas.
- Material de construcción, aluminio de 5 mm de espesor.
- Presión de transporte: atmosférica.
- Válvula de seguridad: sí, válvula de cinco efectos.
- Nivel de llenado: 98% gasoil, 96% gasolinas.
- Sección ovalada o circular.
- Capacidad: Las de reparto suelen variar desde los 1.500 litros hasta los 20.000. Las de transporte primario, hasta 44.000 litros.
- Material: Aleación de aluminio, de 5 mm de espesor



- No tienen aislamiento exterior
- Dispositivos seguridad: Cada compartimento dispone de una boca de hombre con una tapa en la que encontramos: una válvula de cinco efectos (vacío, sobrepresión, apagallamas y cierre en caso de vuelco), nivel electrónico, válvula de recuperación de gases, y tapón de nivel manual (éste puede encontrarse aquí o en la vertical de punto más bajo del compartimento).
- Dispositivos control: Dispositivo electrónico de control de llenado, situado también en la boca de hombre.
- Carga/descarga: Las bocas de carga/descarga se sitúan normalmente en un armario central, junto con la conexión para la recuperación de vapores. Cuentan con conexión API RP-1004 de 4" más válvula manual o neumática de fondo. Cada conexión corresponde a un compartimento.
- Esquema básico (versión compartimentada):



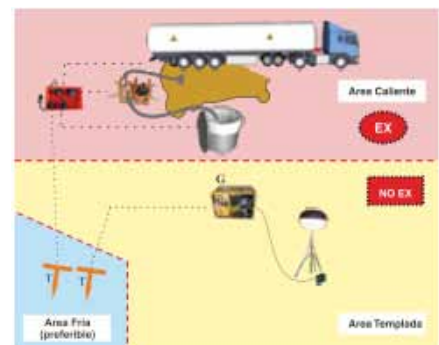
6.2. Introducción al trasvase de cisternas de líquidos carburantes.

En este tipo de cisternas se recomienda siempre vaciarla de contenido antes de proceder a su movilización, si su estructura está dañada y si la movilización entraña riesgo de daños al contenedor. La razón es la escasa resistencia de la cisterna a sollicitaciones mecánicas no previstas durante su transporte.

Dado que son productos combustibles o inflamables y apolares (no conductores de la electricidad por lo que acumulan cargas) es requisito poner a tierra todos los elementos implicados en el trasvase antes de comenzar las tareas de trasvase.

En caso de que el líquido sea muy inflamable, cubrir el derrame con espuma AFFF si es estático, y con espuma de media expansión si el derrame es dinámico. No echar espuma en derrames de gasoil o fuel.

A continuación analizaremos las acciones a realizar durante la preparación y ejecución de un trasvase de producto en una cisterna de carburantes.



ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

6.3. Métodos de trasvase

En función del mecanismo de impulsión durante el trasvase, se pueden diferenciar los siguientes sistemas:

- a) Traslase con bomba
- b) Traslase por gravedad

El trasvase con compresor no es válido para las cisternas de carburantes porque no es recomendable someterlas a presión, positiva o negativa.

Para los carburantes el sistema más habitual, por su seguridad y eficacia, es el trasvase con bomba. Además es el único que permite el vaciado casi completo de la cisterna accidentada, independientemente de la posición en que se encuentre.

Para este tipo de cisternas vamos a analizar las diferentes técnicas de trasvase en función de la posición en la que haya quedado la cisterna accidentada.

6.4. Técnicas de trasvase en función de la posición

Con el objeto de simplificar el análisis vamos a describir las diferentes técnicas de trasvase en función de la posición de la cisterna respecto de su eje longitudinal.

6.4.1. Cisterna sobre sus ruedas (0°)

- 6.4.1.1. Supuesto 1: El circuito de presurización neumática del vehículo funciona.

Procedimiento específico:

1. Comprobar el buen funcionamiento de la instalación.
2. Conectar recirculación de gases, en el caso de gasoil los vapores podrían emitirse a la atmósfera, pero en el caso de gasolina hay que controlar en todo momento su salida.
3. Quitar tapa de la boca de carga-descarga y colocar el colector API (adaptador + visor de descarga) con la válvula cerrada, comprobando que el pistón neumático abre:
 - a. la válvula de fondo
 - b. la de recuperación de gases de ese compartimento
 - c. la válvula de seguridad del colector de gases.



Mientras no accionemos la llave de corte manual, el bulón de la llave de corte no empujará el cierre de seguridad de boca de carga-descarga.

4. Conectar recirculación de gases entre las dos cisternas. Al conectar la toma de recuperación de gases, el pistón cierra neumáticamente la válvula de seguridad del circuito de recuperación de gases también llamada de ayuda a la descarga. En el caso de conectar primero el API de carga/descarga se abrirá automáticamente la válvula de ayuda a la descarga y no se cerrará hasta conectar recuperación de gases.



Si se trasvase a otro depósito que no permita la recirculación de gases, abrir el tapón del nivel manual, para evitar vacío y para que no tenga que trabajar la válvula de 5 efectos.

5. Abrir la válvula de descarga y accionar bomba de trasvase hasta que se vacíe el compartimento, al menos hasta el nivel de la válvula de fondo.



6. Para terminar de vaciar el depósito (posición de gran inclinación), habría que aspirar desde arriba abriendo la tapa de hombre, o desde abajo desmontando la válvula de fondo.



– 6.4.1.2. Supuesto 2: El circuito de presurización neumática del vehículo no funciona

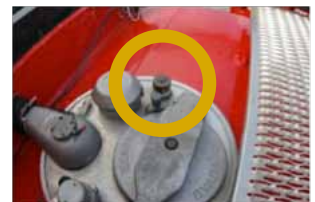
1. Quitar tapa de la boca de carga-descarga del compartimento a vaciar y colocar el colector API (adaptador + visor de descarga) con la válvula cerrada.



2. Abrir manualmente la válvula de fondo mediante el uso de un tornillo de métrica 10, de al menos 10 cm de longitud (previa extracción del tapón de protección de la rosca). Si no llevamos este tornillo en el material de dotación (a partir de ahora deberemos llevarlo dentro del material de MMPP), podremos encontrarlo:
 - a. En la cabina del chófer o bien,
 - b. Anclado junto a la válvula de fondo
 - c. Existen modelos de válvulas de fondo que incorporan un tornillo lo suficientemente largo como para activar manualmente el mecanismo. Bastará con extraer el tornillo, quitarle el tubo-arandela que evita accionar la válvula e introducirlo de nuevo sin este.



3. Abrir el tapón del nivel manual, para evitar vacío y para que no tenga que trabajar la válvula de 5 efectos.



4. Abrir la válvula de descarga y accionar bomba hasta que se vacíe el compartimento, al menos hasta el nivel de la válvula de fondo.



ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

5. Para terminar de vaciar el depósito (posición de gran inclinación), habría que aspirar desde arriba abriendo la tapa de hombre, o desde abajo desmontando la válvula de fondo.



En un caso de necesidad se podría intentar presurizar el circuito neumático desde otro vehículo o mediante un aparato presurizador tarado a 7 bar.

- 6.4.1.3. Supuesto 3: La posición del vehículo no permite el acceso al armario de carga-descarga.

1. Toda la descarga se realizaría por absorción desde la parte superior a través de la boca de hombre
2. Tratar de cerrar mediante un plástico encintado la mayor parte de la sección abierta de la boca de hombre, para evitar salida de vapores
3. No se podría realizar recirculación de gases entre cisternas



- 6.4.1.4. Supuesto 4: La posición del vehículo no permite el acceso ni a la boca de hombre ni al armario de descarga.

Una opción sería:

1. Desmontar el tramo de tubo después del codo de la **válvula de fondo** y:
 - a. Embridar o embocar una tubería de recogida y conexión a la bomba de trasvase, o
 - b. Colocar debajo un recipiente de recogida desde el que ir bombeando. El flujo de salida del líquido se controla mediante el tornillo de apertura de la válvula, para ajustarlo al caudal de bombeo de modo que no se descebe la bomba ni que se desborde el depósito.



6.4.2. Cisterna volcada lateralmente (90°)



1. Identificar los puntos de fuga y controlar su destino, evitando el alcance a cursos de agua o sumideros mediante barreras de contención y taponamiento.



2. Colocar depósitos de recogida para evitar que, a partir de nuestra llegada, el producto alcance el suelo.

Abrir el tapón del nivel manual, para evitar vacío y para que no tenga que trabajar la válvula de 5 efectos.



3. Evitar la absorción a la tierra colocando lonas o dispositivos de recogida, específicos o de fortuna.

4. Intentar taponar o reducir sección de salida con el objeto de minimizar la fuga y eliminarla si es posible.



5. Si hay fugas por junta de boca de hombre, válvula de 5 efectos u otro elemento de comunicación, se recogerá el vertido mediante canaletas y depósitos, para evitar que el producto llegue al suelo. Intentar apretar palomillas o tuercas de boca de hombre, u obturar puntos de salida.



6. En caso de que el líquido sea muy inflamable, cubrir el derrame con espuma AFFF si es estático, y con espuma de media expansión si el derrame es dinámico. No echar espuma en caso de gasoil o fuel.



Realizar mediciones continuas con explosímetro.

Dado que la valvulería está siempre en las zonas superior e inferior de la cisterna en su posición de transporte, en los casos de cisterna volcada, el bombeo a través de válvula solo nos permite vaciar hasta el nivel de la válvula, quedando un porcentaje importante, muchas veces cercano al 50% en el interior.

ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

En todos estos casos no queda otra solución que efectuar la apertura de un hueco, generalmente a través de boca de hombre o desmontando valvulería, para introducir un tubo sonda que nos permita evacuar la casi totalidad del líquido.

Por lo tanto en general este tipo de trasvase se hará en dos fases.

Fase 1ª. Absorción o vaciado a través de válvula, por gravedad o mediante bomba, o liberando el producto de forma controlada hasta el nivel del punto de salida.

Fase 2ª. Introducción de línea de absorción y bombeo del resto.

Si hay salida de producto

Hay 2 opciones de trasvase.

1 Desde la tapa de boca de hombre del tanque.

2 Desde el armario de carga-descarga

- 6.4.2.1. Supuesto 1. La tapa de boca de hombre del tanque es accesible.

En este caso iniciaremos el vaciado a través del tapón de nivel manual o a través de la válvula de recirculación de gases (si contamos con presión de aire para abrir la válvula). Para ello:



1. Tendremos la instalación de bombeo preparada.



2. Preparamos un acoplamiento de rosca hembra de 1,5" ó 2" (según fabricante) con válvula de corte.



3. En una maniobra rápida retiramos el tapón y colocamos el adaptador a rosca, con válvula de corte en la posición de cerrada. Se pierden pocos cc de líquido.



4. Se conecta la manguera a la válvula, se abre y se bombea hasta que la superficie del líquido llegue al nivel del tapón. La entrada de aire se producirá por la válvula de 5 efectos. Cuando el nivel de líquido alcanza el nivel superior del orificio de salida se rompe la vena líquida y hay que detener el bombeo.



5. Otra posibilidad es vaciar por gravedad. En este caso la entrada de aire y la salida de líquido se producen por el mismo orificio, lo que ralentiza el proceso.

6. El volumen restante tendremos que sacarlo abriendo la tapa del tanque.

7. Todavía queda un volumen antes de que se pueda abrir un orificio para el tubo sonda. Son unos pocos cm pero suponen varias decenas de litros. Para evacuar este volumen hasta llegar al nivel bajo de la tapa que nos permita abrirla del todo, habrá que aflojar el cierre para provocar una fuga controlada. Esta fuga se canalizará hacia un recipiente desde donde será bombeada al recipiente de destino.



8. Un vez que ya no salga más líquido por este método, se procederá a la apertura total de la tapa y se colocará un tubo sonda que nos permita bombear el resto del líquido hasta su punto más bajo.



9. Otra posibilidad es a través de la válvula de recuperación de gases, si disponemos del adaptador necesario. Para esto se desmonta el fuelle de goma y se coloca un adaptador y una válvula de corte. Una vez colocados todos los elementos necesarios para el trasvase se procede a la apertura neumática de la válvula de recuperación de gases.



ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

- 6.4.2.2. Supuesto 2. La tapa de boca de hombre del tanque no es accesible

Situación 2a: El cajón de carga y descarga queda hacia arriba o fácilmente accesible

Se sigue el mismo procedimiento que en el caso de cisterna sobre sus ruedas, es decir hacer una instalación de bombeo a través de la boca de carga-descarga mediante colector API y adaptador a manguera de bombeo.



Además hay que tener en cuenta:

1. La entrada de aire para evitar el vacío se realizará a través de la válvula de 5 efectos. La válvula de recuperación de gases queda sumergida y si la abrimos se llenará de líquido el colector longitudinal de gases, aumentando el riesgo de fuga por algún punto dañado de la instalación.



2. Cuando el nivel de líquido alcanza el nivel superior del orificio de salida se rompe la vena líquida y hay que detener el bombeo.

3. Todavía queda un volumen antes de que se pueda abrir un orificio para introducir una línea de aspiración. Son unos pocos cm pero suponen varias decenas de litros. Para evacuar este volumen hasta llegar al nivel bajo de la válvula de fondo que nos permita retirarla, habrá que aflojar las tuercas de unión la válvula de fondo a la cuba para provocar una fuga controlada. Esta fuga se canalizará hacia un recipiente desde donde será bombeada al recipiente de destino.



4. Un vez que ya no salga más líquido por este método, se retirará la válvula de fondo y se introducirá la línea de aspiración que nos permita bombear el resto del líquido hasta su punto más bajo.



Situación 2b: El cajón de carga y descarga queda hacia abajo y no se puede acceder

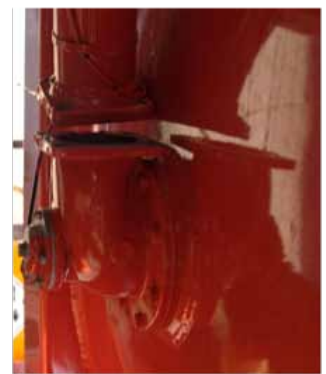
En este caso no se puede vaciar bombeando desde la boca de carga-descarga por lo que se efectuará todo el **bombeo a través de la válvula de fondo**:

1. Soltaremos las tuercas de la brida que está después del codo y que la une con el tubo que va hasta la boca de carga-descarga, o las de la válvula de fondo, en función de la posición.
2. Retiramos el tubo y, o bien conectamos la manguera de bombeo mediante brida de acoplamiento (si la tenemos), o bien producimos una salida controlada a una canaleta o embudo de recogida que traslada el líquido a un recipiente desde el que se pueda bombear.
3. Para esto se regula el caudal de salida desde el tornillo de apertura manual de la válvula de fondo.

Una vez que deja de salir líquido por este método, se aflojan las tuercas de la válvula de fondo para conseguir de nuevo una fuga controlada y recogida hasta alcanzar el nivel inferior de la válvula.



5. Se retira la válvula y por el orificio se introduce una línea de aspiración que nos permita completar el vaciado.



ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

6.4.3. Cisterna volcada totalmente, con las ruedas hacia arriba (~ 180°)



En este caso las bocas de hombre no son accesibles. Hay que centrarse en las válvulas de fondo. Como quedarán en la fase gaseosa no se puede bombear a través de ellas, por lo que lo más operativo será retirarlas, quitando las tuercas, y bombear a través del hueco que dejan mediante línea de aspiración.

Atención al producto que puede salir por las juntas de las bocas de hombre o por la valvulería superior defectuosa o dañada. El producto fluirá por el terreno y hay que canalizarlo y recogerlo en el punto más favorable. En terreno blando hay que pensar en una balsa de recogida, cavando un hueco en el suelo y cubriéndolo con una lona.

Todas estas maniobras habrá que repetir las si es necesario para cada uno de los compartimentos, si la cisterna está compartimentada.



Anexo 07

Intervención y trasvase de cisternas de líquidos y gases de carga/descarga superior (grandes tóxicos)



ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

7.1. Cisternas de líquidos y gases de carga/descarga superior (grandes tóxicos). Características generales.

7.1.1. Algunos ejemplos de líquidos y gases tóxicos de carga/descarga superior:

Nombre	Núm. ONU	Núm. Peligro
FLUORURO DE HIDRÓGENO ANHIDRO	886	1052
ÁCIDO FLUORHÍDRICO, con más del 60% y un máximo del 85% de FH	886	1790
ÁCIDO FLUORHÍDRICO con no más del 60% de Fluoruro de Hidrógeno	86	1790
MEZCLA DE ÁCIDO FLUORHÍDRICO Y ÁCIDO SULFÚRICO	886	1786
ÁCIDO FLUOROSILÍCICO	80	1778
ACRONITRILLO	336	1093
SULFURO DE CARBONO	336	1131
TRICLOROSILANO	338	1295
CIANURO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN	663	1613
CIANHIDRINA DE ACETONA	669	1541
PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	58	2014
ÁCIDO PERCLÓRICO	558	1873
COLORO	268	1017
DIÓXIDO DE AZUFRE	268	1079
FOSGENO	265	1076
SULFURO DE HIDRÓGENO	263	1053



7.1.2. Características principales de las cisternas que transportan líquidos y gases de carga/descarga superior (grandes tóxicos):

Debido a la extensa variedad de productos y de cisternas empleadas para su transporte, vamos a tratar de simplificar y centrarnos en los tipos de cisternas más habituales y que representan el porcentaje mayor del transporte líquidos y gases tóxicos por carretera.



Las materias tóxicas en estado líquido se transportan por carretera en cisternas monocuba de diseño especial para los riesgos y características generales de este tipo de productos. Son herméticas y solo disponen de una boca de hombre no practicable en la parte superior en donde se encuentra la valvulería, en el interior de un cajón de protección. La principal característica es que no tienen conductos ni válvulas en su parte inferior. El diseño es muy similar para el transporte de gases, variando el tipo de cierre de las válvulas y la presión de servicio, lo que determina el grosor de la cisterna. La presión de prueba habitual para líquidos es de 10 bar, pero para algunos productos se exigen presiones mayores (cianuro de hidrógeno 15 bar; fluoruro de hidrógeno 21 bar).

CODIGO DE CISTERNA ADR:

Ejemplo: L21DH(+) para Fluoruro de Hidrógeno (gas)

- L:** Cisterna para líquidos.
- 21:** Presión mínima de diseño.
- D:** Sin aberturas por debajo de la línea de líquido.
- H:** Cisterna hermética.

CAPACIDAD.

Variable según la densidad del producto. Pueden llegar a 30.000 litros en el caso de líquidos y unos 18.000 para gases.

MATERIAL.

Acero inoxidable o acero al carbono de espesores entre 5 y 15 mm.

AISLAMIENTO TERMICO. NO

DISPOSITIVOS SEGURIDAD.

Pueden llevar válvula de sobrepresión y disco de ruptura (en cisternas IMDG). También suelen llevar en la parte superior unos arcos de protección para el domo en caso de vuelco. Este arco no está diseñado para servir como punto de anclaje en un levantamiento.

DISPOSITIVOS CONTROL.

Las que disponen válvula de sobrepresión, acompañan un manómetro.



CARGA/DESCARGA.

Habitualmente, una válvula fase líquida de color rojo y otra gas de color amarillo, pero pueden tener dos para fase líquida y una para gas. La carga y descarga se hace por la parte superior, ayudada por una sobrepresión de la cisterna.

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

ESCALERA

Disponen de escalera de acceso a la parte superior y rejilla de tránsito eventualmente con barandilla.



CISTERNA DE LÍQUIDOS TÓXICOS



Ejemplos de productos más habituales

- Ácido cianhídrico
- Acido perclórico
- Peróxido de hidrógeno
- Sulfuro de carbono
- Cianhidrina de acetona

CISTERNA DE GASES TÓXICOS



Ejemplos de productos más habituales

- Ácido fluorhídrico
- Cloro
- Dióxido de Azufre
- Fosgeno
- Sulfuro de Hidrógeno

Ciertos productos como el Acido Fluorhídrico se transportan también en iso-contenedores. Suelen ser de 20 o de 30 pies.

Dimensiones	20 PIES	30 PIES
Longitud (mm)	6058	9125
Anchura (mm)	2438	2438
Altura (mm)	2438-2591	2438-2591

Los iso-contenedores pueden ser a su vez del tipo T10 o T20 en función de la presión de trabajo. Por ejemplo la instrucción de transporte para el HF Anhidro establece:

	T10	T20
Longitud (mm)	4 bar	10 bar
Anchura (mm)	6 mm	8 mm
Altura (mm)	Sí	Sí

En cuanto al material de construcción, en función de la corrosividad del producto pueden ser de:

- Acero inoxidable.
- Acero al Carbono. (ej: para HF Anhidro)
- Acero al Carbono o revestimiento interior. (ej: para HF 75%)
- Revestimiento interior. (ej: para HF 40%)



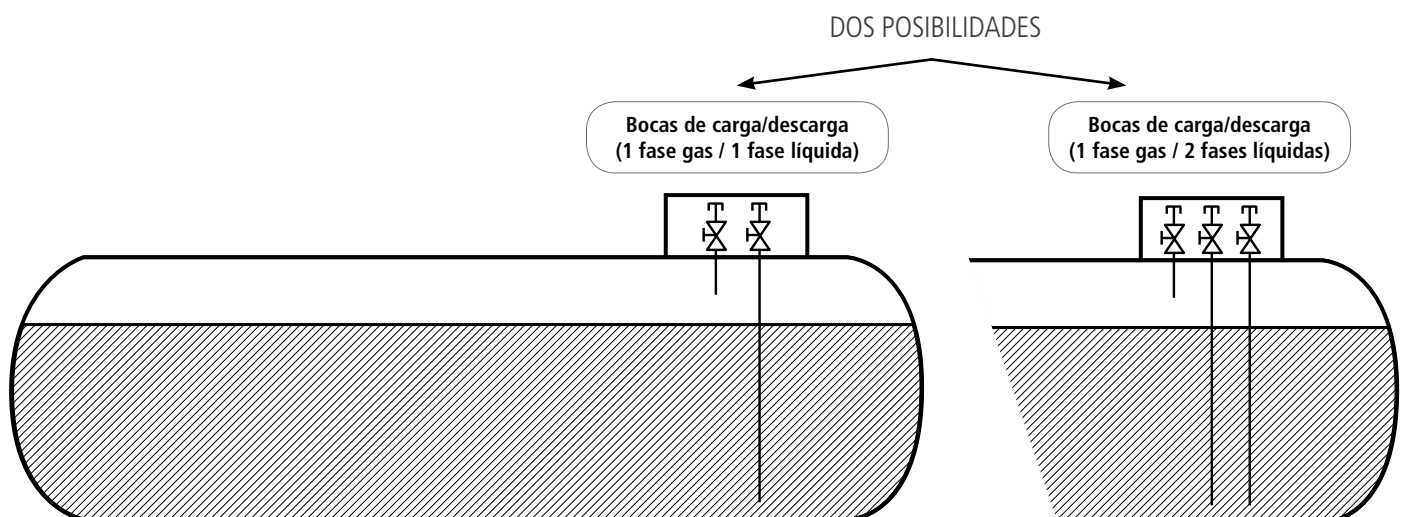
VALVULERÍA:

Las válvulas de carga/descarga están situadas en la parte superior del depósito, para evitar roturas y fugas en caso de accidente. Las válvulas están protegidas con una tapa también llamada "domo". Tienen una o dos salidas/entradas fase líquida (tubo buzo) de color rojo y una de fase gas de color amarillo.



Tapa de protección de valvulería o domo.

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



BOCAS CARGA/DESCARGA:

Válvulas de apertura manual o neumática para accionamiento a distancia. Las cisternas de líquidos suelen tener apertura manual y las de gases y productos muy tóxicos apertura neumática. Es el principal elemento para diferenciar ambas cisternas.

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

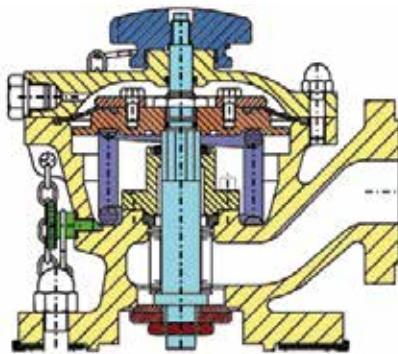


Válvulas tipo Richter (líquidos)

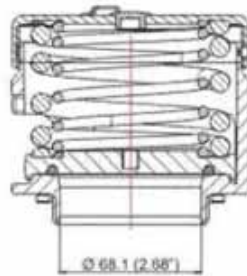


Válvulas tipo Phoenix (gases)

El HFA exige válvulas del tipo Phoenix. Otros líquidos tóxicos y corrosivos permiten la instalación de otro tipo de válvulas, como las Richter. Para el transporte marítimo se exige la incorporación de una válvula de seguridad con disco de ruptura.



Válvula Phoenix: sección y aspecto exterior.



Válvula de seguridad



Válvula Richter



Boca de hombre con válvula para fase líquida y fase gaseosa y válvula de sobrepresión con disco

7.2. Introducción al trasvase de cisternas de líquidos y gases tóxicos de carga/descarga superior.

Aunque este tipo de cisternas permitiría, por su naturaleza constructiva, en ciertos casos ser levantada con su carga, en ciertas circunstancias por razones de seguridad es preferible hacer un trasvase y vaciar la máxima cantidad de producto posible y con ello reducir el peso y la probabilidad de fallo del recipiente durante su manipulación.

Para ilustrar este análisis de posibilidades y procedimientos tomaremos como ejemplo una cisterna de Acido Fluorhídrico Anhidro, HFA, por ser un tipo de cisterna que recoge la máxima complejidad constructiva y de peligrosidad de producto.

7.2.1. Consideraciones para el trasvase:

EL TRASIEGO SIEMPRE SERÁ LA ÚLTIMA OPCIÓN POR LOS RIESGOS QUE GENERA.

¿Cuándo se tendrá que realizar un trasiego?

- a) Cuando el contenedor esté en una posición en la que no pueda ser desplazado ni movido por una grúa.
- b) Cuando la fuga no pueda ser taponada para el traslado del equipo a una instalación de descarga.

Puntos a considerar:

- Los trasiegos se harán a cisternas que hayan sido expansionadas (vacías) previamente.
- Asegurarse que la cisterna receptora tiene suficiente capacidad.
- El depósito receptor, previamente, deberá estar vacío y sin presión (expansionado).
- La presión de descarga deberá ser lo más baja posible, teniendo en cuenta la presión del tanque receptor y la presión de vapor del producto.
- El desnivel entre el contenedor y el depósito.
- Debe existir una permanente vigilancia durante la descarga.
- Comprobar si hay fuga por algún punto.

En los casos de fuga de producto puede ser necesario analizar los indicadores de una posible fuga. En el caso del HF estos indicadores son:

1. El ácido humea.
2. Olor característico.
3. $\text{Ph} < 1$.
4. Pintura del contenedor afectada

7.2.2. Equipo de trasvase

- Cisterna para recepción del producto.
- Depósito de lavado de gases o cisterna para recepción de restos de fase gaseosa.
- Grupo moto bomba con empaquetadura de repuesto, o
- Compresor de aire con regulación de presión de salida.
- Bomba de membrana. Compresor motor gasolina. Bidón de combustible.
- Válvulas Richter (enteflonadas) de 1 ½ ”.

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

- Mangueras Resistoflex 1 ½ " x 1500 con bridas.
- Mangueras Resistoflex 1 ½ " x 5000 con bridas.
- Adaptadores para diferentes tipos de brida
- Juegos de juntas
- Tornillería para ajuste de bridas incluyendo espárragos de diferentes longitudes
- Llaves de apriete de diferentes tipos y medidas (fijas, de dado, dinamométrica, inglesa,..)
- EPI adecuado al riesgo de cada momento y zona de trabajo.



7.2.3. En caso de Fuga.

La estructura constructiva de la cisterna hace muy difícil que se produzca una fuga por punzamiento o rotura del cuerpo de cisterna. En caso de fuga por estas razones habría que utilizar las técnicas convencionales de taponamiento poniendo especial atención a:

- La presión interna de la cisterna (presión de vapor)
- La toxicidad del producto para la elección del nivel de EPI adecuado.
- La corrosividad del producto para la elección del material de taponamiento y recogida.



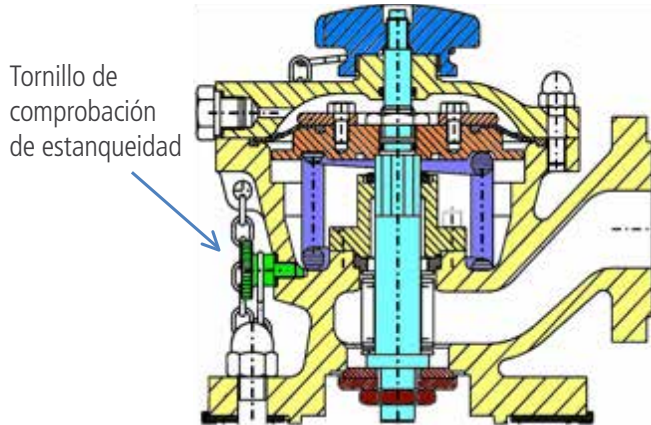
Si la fuga se ha producido por corrosión interna hay que considerar que, allí donde aparece el primer poro el interior está corroído. Si intentamos taponar con una cuña corremos el riesgo de romper la capa exterior, muy debilitada, y ampliar con ello la sección de fuga. Por esta razón la mejor opción, si la situación lo permite, es la obturación con cojines de presión.

Si la fuga se produce por la valvulería la primera acción es intentar el reapriete de válvulas o bridas. Para ello se comienza por la tornillería diametralmente opuesta a la fuga y se va apretando simultáneamente por ambos lados en dirección de la zona de fuga, para terminar por el tornillo más cercano a las fuga.

Si no se consigue eliminar la fuga y ésta se produce en una zona que se puede aislar mediante válvula: Cerrar válvula, soltar parcialmente la brida, cambiar la junta y reapretar.

Si la válvula no cierra correctamente: Colocar brida ciega y apretar.

Si una válvula Phoenix fuga por un lateral, apretar el tornillo de comprobación de estanqueidad. Si no desaparece la fuga, se suelta y se hermetiza la rosca con cinta de teflón.



Si la fuga se produce por la válvula de sobrepresión como consecuencia de la rotura del disco, se colocará el CAP o capuchón de seguridad que está siempre en el domo. Se rosca con la ayuda de cinta de teflón para ayudar a la hermeticidad.

Si no fuera posible se puede recurrir a encofrar la válvula.



Colocación del CAP sobre la válvula de sobrepresión.



Válvula encofrada con cemento.

7.3. Métodos de trasvase o trasiego

A continuación describimos diferentes posibilidades para el trasvase de este tipo de productos diferenciando distintas situaciones en función de la posición de la cisterna accidentada.

7.3.1. Trasiego utilizando compresor de aire

Este método de impulsión no permite la recirculación de gases entre cisternas y los gases o vapores de la cisterna de destino tienen que liberarse al exterior. Si el producto o la situación lo exigen, los gases se lavarán (neutralizarán) en una solución o filtro adecuado.

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

– 7.3.1.1. Situación 1: CISTERNA EN POSICIÓN NORMAL (0°):

Acciones generales

1. Se conecta la línea de descarga a la válvula de fase líquido.
2. Se conecta el suministro de aire a presión a la válvula de fase gas.
3. Posibilidad de vaciado completo.

Es necesario que la cisterna receptora esté expansionada.



Acciones específicas:

1. Preparar la instalación de bombeo de aire.

Compresor, manguera, manoreductor, manguera hasta la válvula de fase gas.



Compresor y regulador de presión



Caja de puesta a tierra

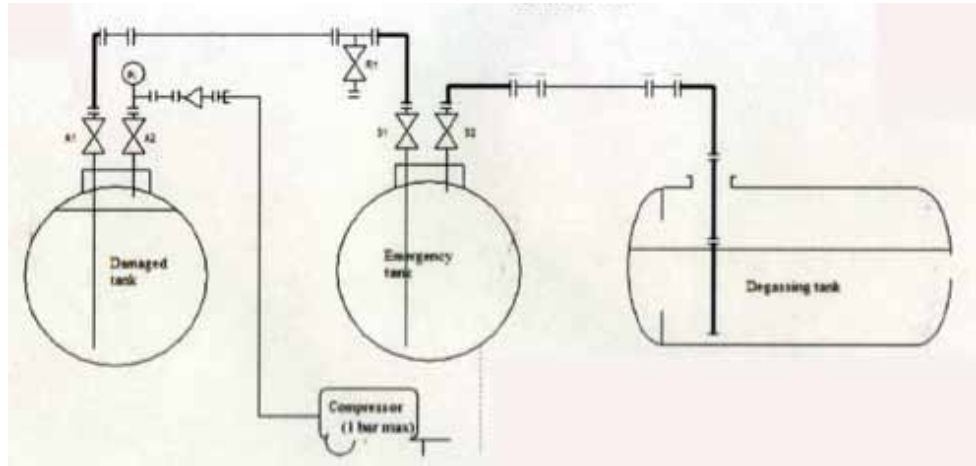
2. Acoplar las mangueras entre sí y presentar la instalación
3. Establecimiento de la puesta de tierra de todos los elementos (si el producto es inflamable).
4. Todo el personal debe llevar el EPI adecuado y sistema de anclaje si trabaja en altura.
5. Apertura o retirada del domo de protección.
6. Retirada de las bridas ciegas de transporte



Válvulas Richter con bridas ciegas de transporte. Colocación de bridas con acoplamientos y de mangueras.

7. Colocación de las bridas de trasvase provistas de los acoplamientos adecuados a las mangueras. Asegurarse de colocar la junta adecuada.
8. Conectar las mangueras hasta completar la instalación, que se plantea de la siguiente forma (ver esquema):

- a. La línea de aire va conectada a la válvula de fase gaseosa (amarilla) de la cisterna accidentada, mediante una manguera de aire comprimido.
- b. Se comunican las fases líquidas de ambas cisternas mediante mangueras de resistencia y sección adecuados a través de las válvulas de fase líquida (rojas).
- c. La válvula de fase gaseosa de la cisterna de destino se conecta mediante una manguera (puede ser de sección menor) con el depósito de lavado o filtrado, que a su vez tendrá una salida al exterior de liberación de presión.



Trasiego en posición vertical (presurización + lavado de gases)

9. Si las válvulas son Phoenix es necesario colocar la pieza de apertura manual, para no depender de la apertura neumática. Para ello:
- a. se desenrosca la tapa que cubre el bulón de accionamiento,
 - b. se rosca la pieza que va unida por una cadena a la válvula,
 - c. se coloca el dispositivo de seguro en su posición de apertura y la anilla de cerrado instantáneo se conectará con una zona segura para su activación mediante una cinta o cuerda,
 - d. se coloca una llave en la cabeza del tornillo de apertura que empuja el bulón del asiento de válvula hacia abajo, y se comprueba que no está bloqueado.



Válvula Phoenix con tapa



Acoplamiento para apertura manual



Apertura de la válvula



Maniobra de colocación de acopl.



Apertura de válvula fase gaseosa

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

10. Colocar la tapa de hermeticidad para la válvula de sobrepresión y disco de seguridad
11. Comprobar que todas las válvulas están cerradas y arrancar el compresor, ajustar presiones (entre 1 y 1,5 bar de salida) y presurizar la manguera hasta válvula amarilla de la cisterna a vaciar.
12. Abrir suavemente la válvula de entrada de aire (amarilla). Esperar un poco y abrir, también con suavidad la válvula de salida de líquido (roja). La válvula de entrada de líquido (roja) de la cisterna de destino se habrá abierto previamente.
13. Una vez que comienza a entrar líquido en la cisterna de destino, abrir la válvula de fase gas de la cisterna receptora y liberar la presión por la manguera de salida de vapores para que estos sean lavados o filtrados en el depósito colocado al efecto.



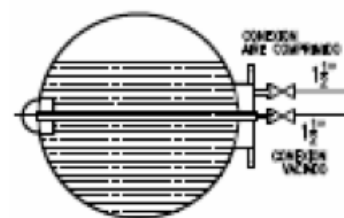
Depósito de "lavado" de gases.

14. Continuar la operación hasta que todo el líquido haya pasado de una cisterna a la otra.
15. Retirar la instalación con la siguiente secuencia:
 - a. Cerrar válvula de entrada de aire (amarilla)
 - b. Parar compresor.
 - c. Ir cerrando válvulas en el sentido del flujo.
 - d. Desconectar mangueras con el EPI adecuado.
 - e. Colocar bridas ciegas de transporte, con sus correspondientes juntas.
 - f. Hacer un circuito con las mangueras y lavarlas durante varios minutos con el producto adecuado.
16. Descontaminar y recoger material y proceder a la retirada de ambas cisternas.

— 7.3.1.2. Situación 2: CISTERNA VOLCADA (90°):

Acciones generales

1. Intentar girar el contenedor con una grúa.
2. Si no es posible, se conectará la cisterna de emergencia por la válvula de fase líquida y el aire comprimido por la válvula de fase gas.
3. Se vaciará lo máximo posible y se intentará girar de nuevo.
4. Si no se puede, no hay posibilidad de vaciado completo.



Acciones específicas:

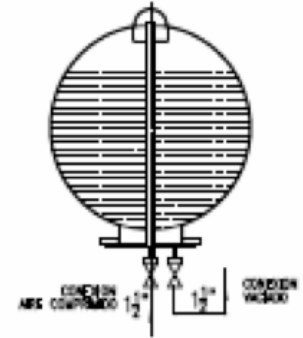
Básicamente son las mismas que en el caso anterior, si bien hay que tener en cuenta que ambas válvulas se encuentran en fase líquida. Esto obliga a asegurar una presión de aire superior a la presión de vapor del producto, antes de abrir la válvula de aporte de aire, para evitar un retroceso.

Si el ángulo es superior a 90°C habrá que invertir la entrada y salida, es decir inyectar el aire por la válvula de fase líquida (roja) y sacar el líquido por la de fase gaseosa (amarilla).

– 7.3.1.3. Situación 3: CISTERNA EN POSICIÓN INVERTIDA:

Acciones generales

1. Tratar de darle la vuelta a la cisterna con una grúa.
2. Si no es posible, intentar abrir el domo. (Excavando, levantando cisterna con un gato y asegurándola).
3. El suministro de aire a presión se hará por la válvula de fase líquida (roja).
4. El trasiego se realizará a través de la válvula de fase gas.
5. El vaciado de la cisterna será prácticamente completo, en función de la inclinación.



la

Acciones específicas:

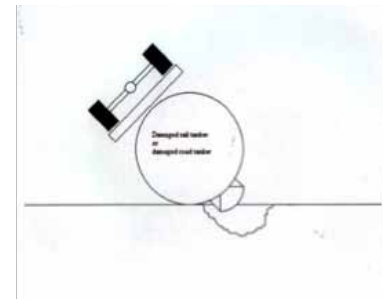
Básicamente son las mismas que en el caso anterior, teniendo en cuenta la dificultad de maniobrar con las válvulas en posición invertida y con una accesibilidad comprometida.



– 7.3.1.4. Situación 4: CONTENEDOR EN POSICIÓN OBLICUA (>90°, <180°)

Acciones generales

1. Tratar de darle la vuelta al contenedor con una grúa.
2. Si no es posible, intentar abrir el domo (Excavando, levantando la cisterna y asegurándola).
3. El suministro de aire a presión se hará por la válvula de fase líquida (roja).
4. El trasiego se realizará a través de la válvula de fase gas (amarilla).
5. El vaciado de la cisterna no será completo pero en general suficiente para proceder a su izado.



Acciones específicas:

Básicamente son las mismas que en el caso anterior.

7.3.2. Trasiego utilizando bomba de membrana.

La instalación es muy similar a la que se realiza con compresor pero en este caso se cierra el circuito, consiguiendo que no haya escape de gases o vapores al aire.

Acciones generales (ver esquema)

1. Se comunican mediante mangueras las fases líquida y gaseosas de ambas cisternas.
2. En la línea de la fase líquida se coloca una bomba de membrana de accionamiento neumático, para que impulse el líquido desde la cisterna accidentada hasta la cisterna de destino.
3. Se bombea hasta el máximo vaciado posible de la cisterna accidentada.

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

Es necesario que la cisterna receptora esté expansionada



Bombas de membrana de accionamiento neumático (mediante compresor)



Conexiones con válvula para bombeo. Colocación válvula de seccionamiento. Circuito cerrado de bombeo

Acciones específicas:

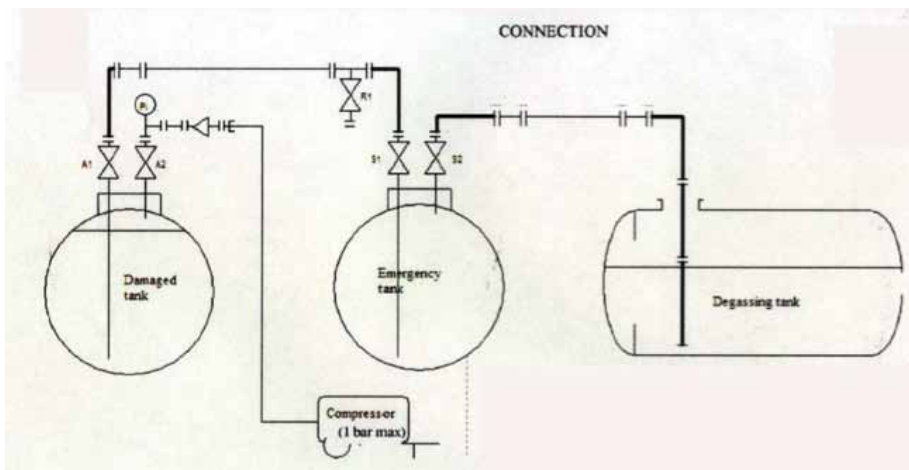
Son las mismas y en el mismo orden que con el compresor con la diferencia que la salida de vapores de la cisterna de destino se conecta con la fase gaseosa de la cisterna accidentada.

Una vez hecha la instalación, se abren válvulas en el sentido del flujo para igualar presiones, y se arranca la bomba.

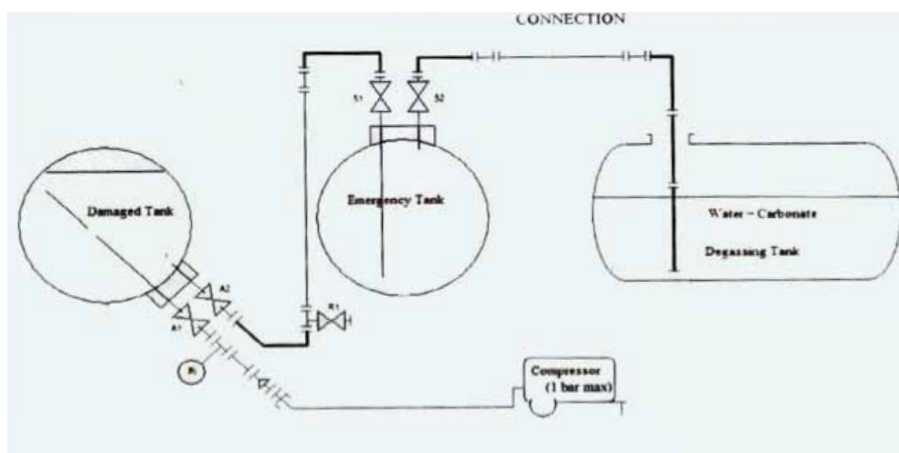
Una vez finalizado el trasvase hay que tener mucho cuidado con los remanentes que quedan en mangueras y bomba y proceder a su limpieza minuciosa.



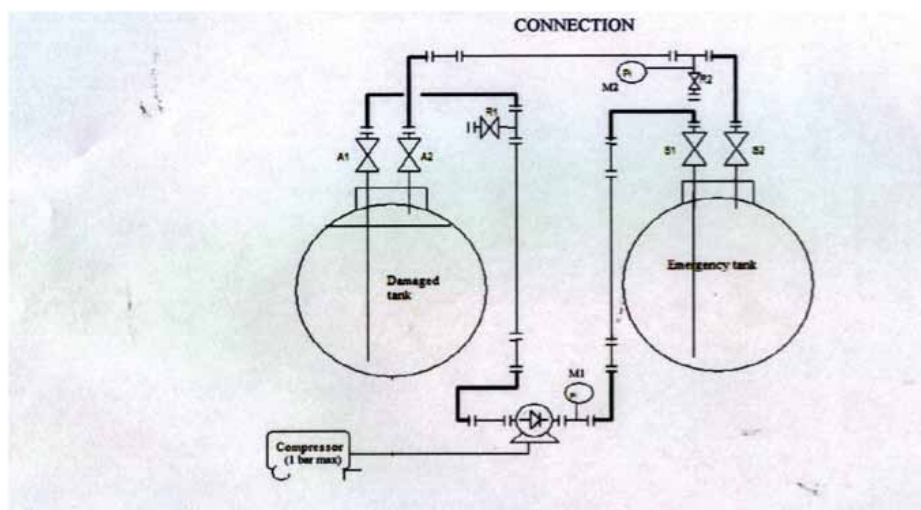
Trasiego en posición vertical (presurización + lavado de gases)



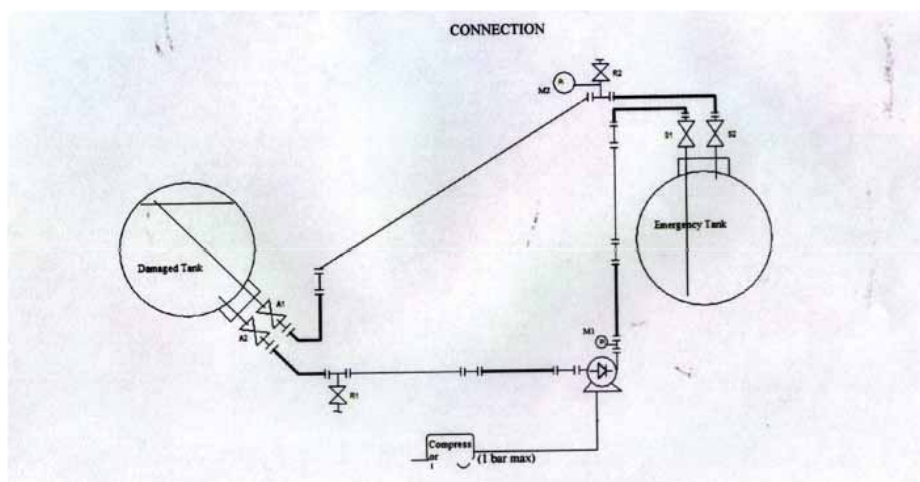
Trasiego en posición oblicua-invertida (presurización + lavado de gases)



Trasiego en posición vertical (bombeo + recirculación de gases)



Trasiego en posición oblicua-invertida (bombeo + recirculación de gases)





Anexo 08

Intervención y trasvase
de cisternas de GLP



ANEXO 08 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

8.1. Cisternas de GLP. Características generales.

Los GLP son los gases licuados (a presión) del petróleo, fundamentalmente butano, propano y diferentes mezclas de ambos con más de 20 componentes diferentes como olefinas y pentanos.

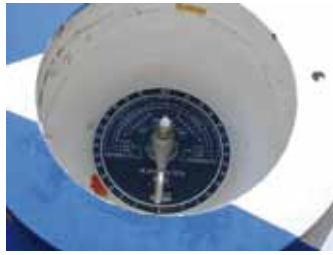
8.1.1. Algunos ejemplos de gases licuados del petróleo:

Nombre	Sinónimos o similares	Núm. ONU	Núm. Peligro
Etano		1035	23
Etileno	Eteno	1962	23
Propano		1978	23
Propileno	Propeno	1077	23
Ciclo-Propano		1027	23
Butano		1011	23
Isobutano		1969	23
Butileno	Buteno, Ciclobutano, Cis-2-Butileno,	338	1295
Trans-2-Butileno	1012	23	1613
Butadieno	1,2-Butadieno, 1,3-Butadieno	1010	239
Isobutileno	Isobuteno	1055	
Mezcla		1965	23

El GLP no tiene olor y, por seguridad, es odorizado en su producción para que sea fácilmente reconocible por el olfato humano en caso de fuga. El PROPEL® (mezclas de isobutano, n-butano y propano), es una excepción. Su uso cosmético hace que sea un GLP "no odorizado", por lo que en el caso de fuga no podrá ser detectado mediante el olfato, siendo necesario un aparato de detección.

8.1.2. Características principales de las cisternas que transportan GLP:

- La presión durante el transporte es la presión de vapor del producto a la temperatura a la que se encuentre. Esta presión puede ser muy elevada en el interior del depósito. Máxima presión de servicio = 20 bar.
- Temperatura durante el transporte: Ambiente.
- El depósito tiene:
 - Sección transversal circular.
 - Sección longitudinal recta o en cuello de cisne.
- Virolas: Acero al carbono de gran espesor (10-12 mm), para poder soportar la elevada presión interior.
- El volumen del depósito varía según la cisterna. Pueden llegar a superar los 45m³.
- No compartimentada.
- No calorifugada.
- Acostumbra a tener un parasol en el lomo, aunque no siempre.
- Acostumbra a tener galga rotativa, para la medida del nivel de llenado.
- Puede llevar o no, válvulas de sobrepresión del depósito (2 en cisterna semirremolque o 1 en camión cisterna fija, por razón del volumen transportado).

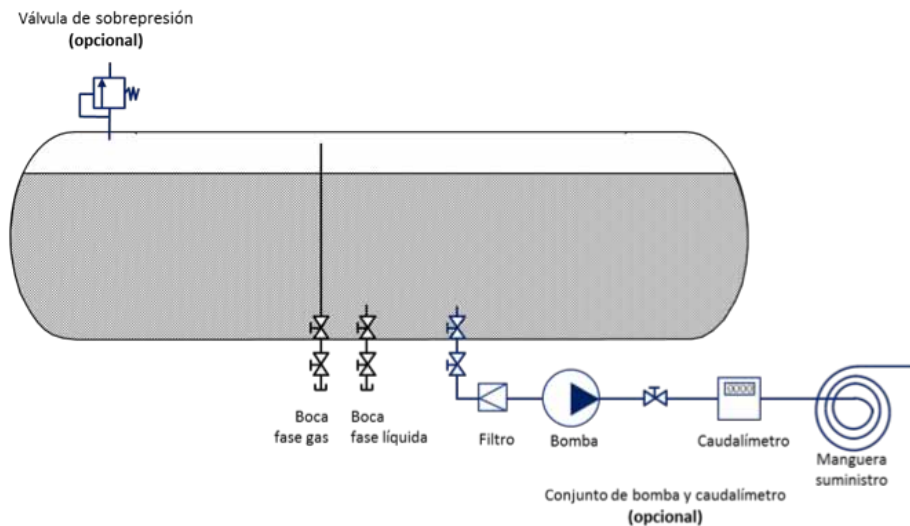


Galga rotativa



Válvulas de sobrepresión del depósito

- No tiene cubetas, escalerilla u otros elementos exteriores. Puede tener una boca de hombre, pero no es practicable.
- El coeficiente de llenado de fase líquida es aproximadamente del 85%. El 15% restante del volumen total del depósito está ocupado por la fase gas.
- Si el depósito está lleno (85% de fase líquida), el peso del GLP transportado es aproximadamente la mitad (50%) del volumen total del depósito. Ejemplo: una cisterna de 40m³ contiene unas 20 Tn de producto.
- Esquema básico:



- La boca de fase líquida acostumbra a estar pintada de color rojo, y la de fase gas de color amarillo.
- Algunas cisternas disponen de bomba de trasiego.
- Habitualmente la sección de la conducción de fase líquida es mayor que la de fase gas.



Conducciones de fase líquida (roja) y fase gas (amarilla)



Bomba de trasiego, caudalímetro y manguera de suministro

- Cada una de las fases, una de líquido (dos si dispone de bomba) y una de gas, tiene su válvula de fondo, interior al depósito, con accionamiento neumático o manual por palanca.

8.2. Introducción al trasvase de cisternas de GLP.

Normalmente el trasvase se plantea en las circunstancias siguientes:

- La cisterna está volcada. Por el riesgo de rotura del depósito durante el levantamiento, conviene reducir tanto como se pueda la cantidad de producto (peso) dentro de él.
- La cisterna está volcada en condiciones de difícil maniobra para las grúas (gran distancia al punto de emplazamiento, por ejemplo).
- La cisterna no está volcada, pero su estado tras un accidente hace poco seguro y desaconsejable arrastrarla o transportarla sobre una góndola sin vaciarla.
- La cisterna no está volcada, pero se desea trasladarla directamente al taller y es preciso vaciarla antes.

La necesidad de trasvase de cisternas de GLP es en muchos casos cuestionable, pues la gran resistencia mecánica del depósito (por el grosor de las virolas de acero al carbono), hace que en una mayoría de casos el levantamiento de una cisterna volcada pueda realizarse con garantías de seguridad (integridad del depósito). Por otro lado, si no hay vuelco difícilmente habrá daños suficientes que aconsejen el vaciado antes de movilizar la cisterna.

El trasvase de cisternas de GLP es recomendable en las situaciones en las que:

- Se aprecian daños importantes en el depósito, y en especial, en los cordones de soldadura entre virolas.
- La cisterna está volcada en condiciones de difícil maniobra para las grúas (por ejemplo, por distancia al punto de emplazamiento).

El trasvase de cisternas de GLP no será posible en caso de:

- Daños graves en las válvulas de fondo, que impidan su apertura.
- Fuga de la cisterna accidentada, por el riesgo que entraña sobre el entorno de intervención. Una vez controlada la fuga se valorará la conveniencia del trasvase.

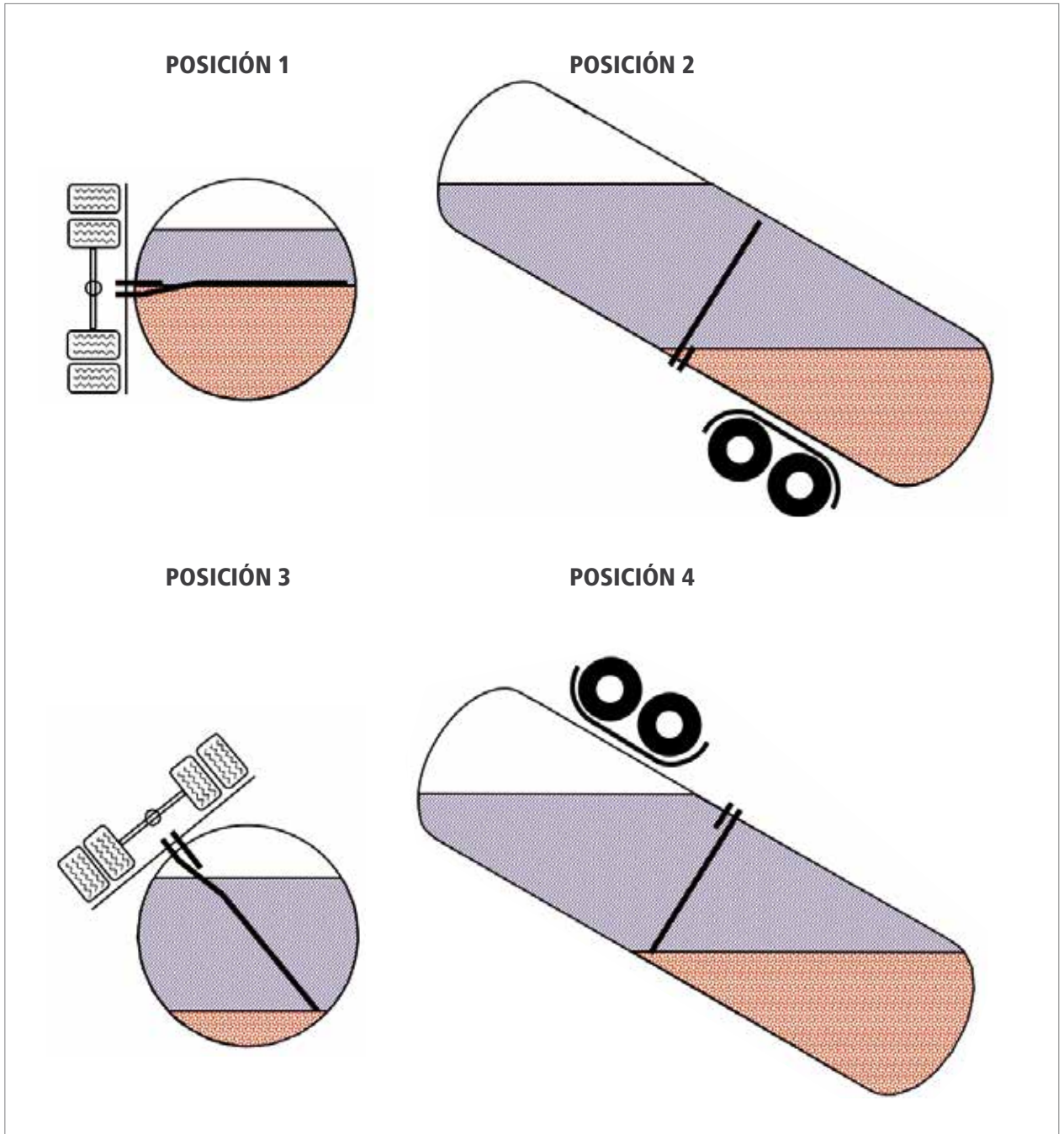
El trasvase de gases licuados, por el riesgo que entraña y por la necesidad de equipamiento específico, tiene que realizarlo el transportista o el equipo de intervención en quien delegue. Aun así, los bomberos tenemos que poseer el conocimiento necesario para evaluar, dar el visto bueno y coordinar las maniobras que el equipo de intervención del transportista quiera llevar a cabo.




Antes de proceder al inicio de la preparación de la maniobra y a su posterior ejecución, se derivaran ambas cisternas y el equipo de trasvase a tierra.

Uno de los problemas que presenta todo trasvase de gases es la sobrepresión que se genera en la cisterna receptora, que si no se consigue controlar, irá creciendo hasta presiones demasiado altas para que la bomba u otro sistema de impulsión las supere, por lo que el trasvase se detendría. En este caso sería necesario sustituir la cisterna receptora por otra vacía (y despresurizada), circunstancia que alargará y complicará las tareas de trasvase. La solución es realizar un control de gases de la cisterna receptora, para lo cual se puede:

- Despresurizar la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el trasvase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.
- Cerrar el circuito de gases, para que se compensen las presiones (como se detallará más adelante).

La posición de la cisterna accidentada nos indicará la cantidad máxima de producto que podrá extraerse, y qué conducto permitirá extraer mayor cantidad de producto (la fase líquida o la fase gas) de la cisterna accidentada.



-  Fase gas
-  Producto que se puede llegar a extraer
-  Producto que NO se puede llegar a extraer

ANEXO 08 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

De la observación de los esquemas:

- Si hay vuelco, es muy posible que el conducto de fase gas quede sumergido y pase a ser también de fase líquida, con lo que se pierde la comunicación con la fase gas (posiciones 1, 2 y 4). Únicamente en vuelcos próximos a los 180° se mantiene la fase gas (a través del conducto de fase líquida).
- Si hay vuelco de 90° (posición 1) la cantidad de producto que se puede extraer es poca. Este hecho, unido a la cuestionable necesidad del trasvase en cisternas de gran resistencia mecánica como las de GLP, plantea dudas sobre la conveniencia del trasvase.
- En las posiciones 3 y 4, será necesario extraer el producto por el conducto de fase gas (sumergido, por lo que en realidad comunica con la fase líquida) para poder vaciar lo más posible la cisterna accidentada. Contrariamente, en las posiciones 1 y 2, la extracción será por el conducto de fase líquida.

8.3. Métodos de trasvase

En función del mecanismo de impulsión durante el trasvase, se pueden diferenciar los siguientes sistemas:

- Trasvase por presión propia
- Trasvase con bomba
- Trasvase con compresor

A continuación se describe cada uno de ellos, y se especifica si son válidos en el caso de que la cisterna accidentada se encuentre volcada.

8.3.1. Trasvase por presión propia.

El trasvase por presión propia es el sistema más sencillo, aunque también el más lento. En condiciones normales, y con independencia del nivel de llenado de la cisterna accidentada, la presión en el interior del depósito será al menos el valor de la presión de vapor para la temperatura ambiente (ejemplo: para el propano a 20°C, la presión es ligeramente superior a 8 bar), y este valor se mantendrá casi constante (aunque ligeramente a la baja) durante todo el proceso de trasvase.

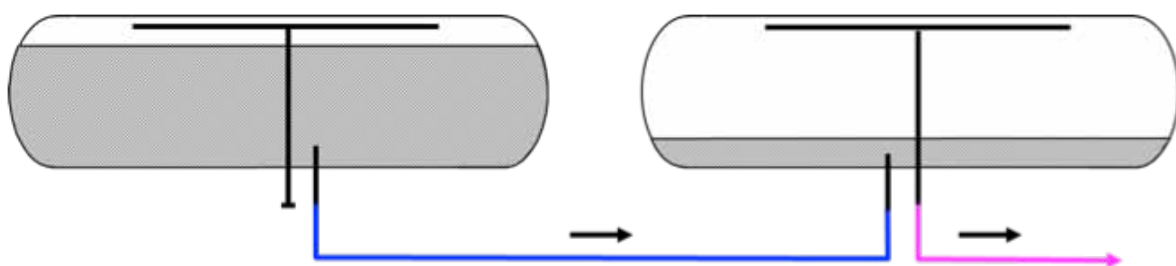
Para que el flujo de producto desde la cisterna llena a la vacía se mantenga a lo largo del tiempo es imprescindible que la cisterna receptora no acumule presión. Para ello es necesario:

- La cisterna receptora tiene que estar despresurizada. En caso contrario, habrá que despresurizarla in situ antes de iniciar las operaciones de trasvase.
- Mantener despresurizada la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el trasvase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.

Cuanto mayor sea la diferencia de presiones entre ambas cisternas, mayor será el caudal de trasiego.

— 8.3.1.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas (≈0°)

Montaje 1:



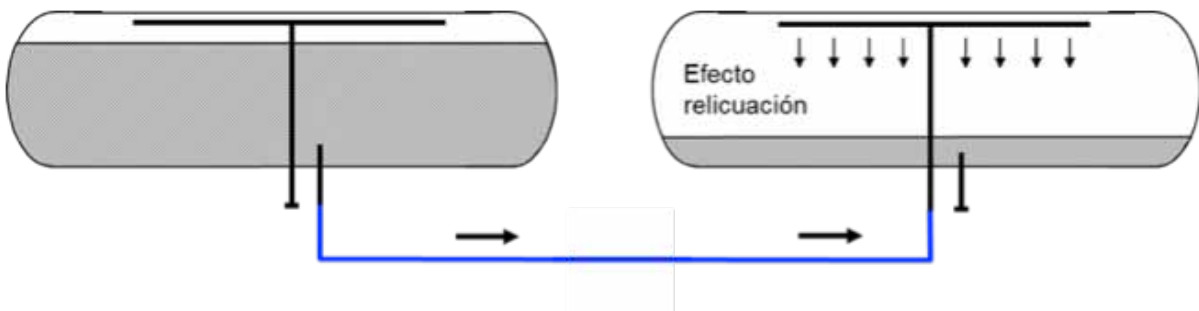


Cisterna accidentada

Cisterna receptora. Venteo libre de la fase gas

Montaje 2:

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo, ...), se pueden plantear el montaje 2, para el control de la presión de la cisterna receptora:



El producto se introduce en la cisterna receptora por el conducto de la fase gas y no por el de la fase líquida. El conducto de fase gas acostumbra a acabar en un terminal tipo ducha o simplemente un deflector, que en ambos casos tiene por objeto pulverizar la entrada de líquido a la cisterna: el producto «llueve», una pequeña parte se expande y se evapora, con el cambio de estado roba calor del entorno y refrigera la fase gas, relicuándola en parte. El resultado es un control del incremento de la presión en el interior del depósito, que aunque no se evita, sí se ralentiza.

Con toda probabilidad la cisterna receptora acabará presurizándose hasta el punto que se compensen las presiones en ambas cisternas, con lo que el trasvase se parará. Aun así, seguramente se habrá podido trasegar mucha cantidad de producto, pero no todo el que pueda extraerse.

Si se hace circular la cisterna receptora durante unos minutos, frenando y arrancando continuamente, se consigue que la fase líquida enfríe la fase gas, relicuando parte de los gases, con resultado de una disminución de la presión. Tras ello, puede volver a intentarse continuar con el trasvase.

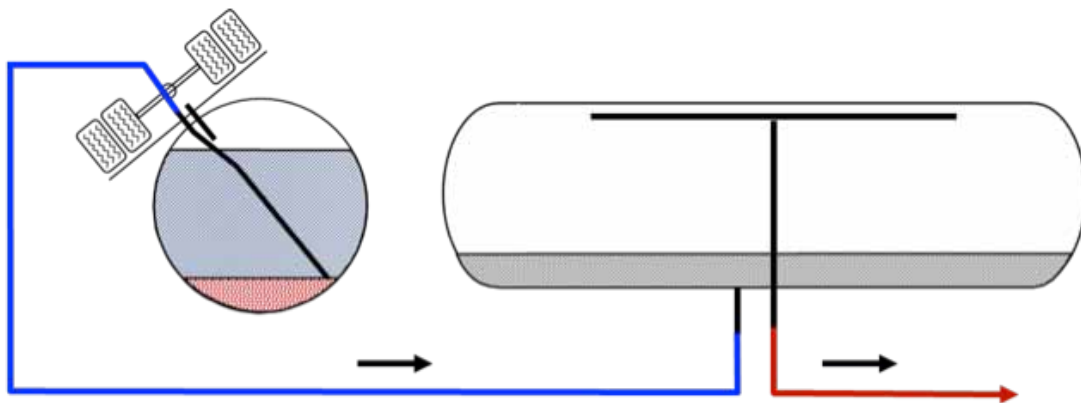
— 8.3.1.2. Cisterna accidentada volcada

La posición de la cisterna condiciona poco este método de trasvase. El trasvase por presión propia funciona de la misma forma, a condición de que el conducto de vaciado sea el que esté más sumergido en la fase líquida, para extraer la mayor cantidad de producto.

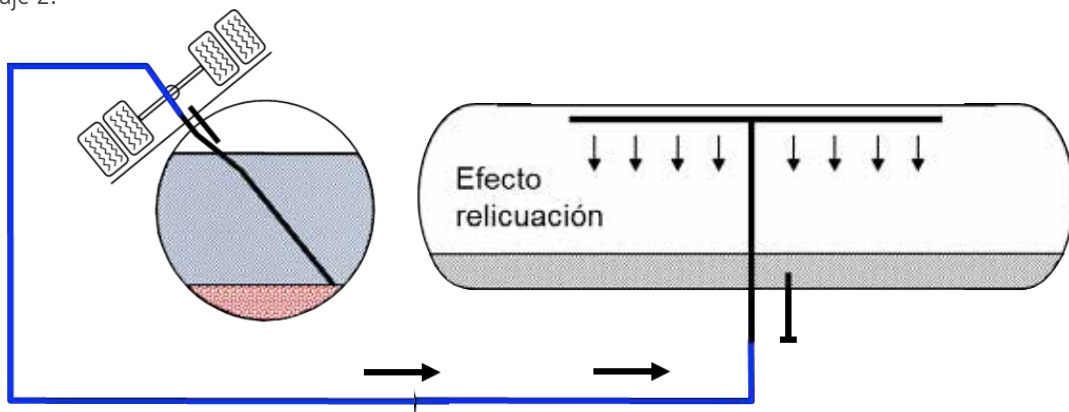
Ejemplo para la posición 3 de los montajes 1 y 2 anteriores:

ANEXO 08 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

Montaje 1:



Montaje 2:



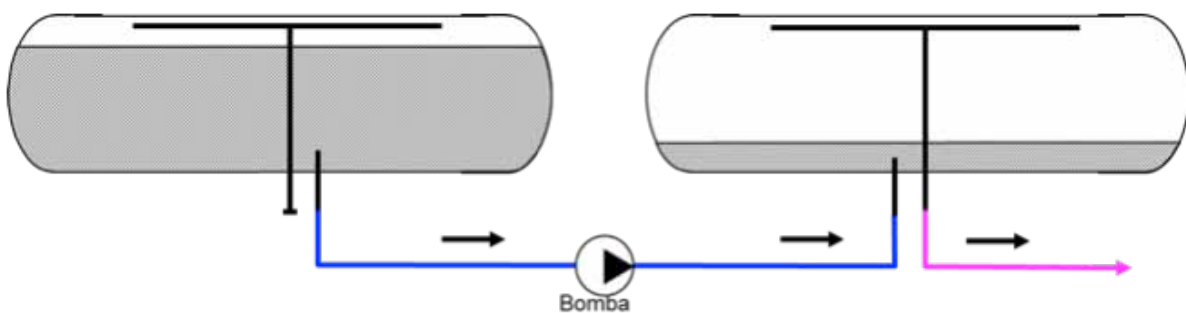
Le son de aplicación los mismos comentarios escritos sobre el montaje 2 para cuando la cisterna no está volcada.

8.3.2. Trasvase con bomba.

Es el método más habitual y rápido.

- 8.3.2.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ($\approx 0^\circ$)

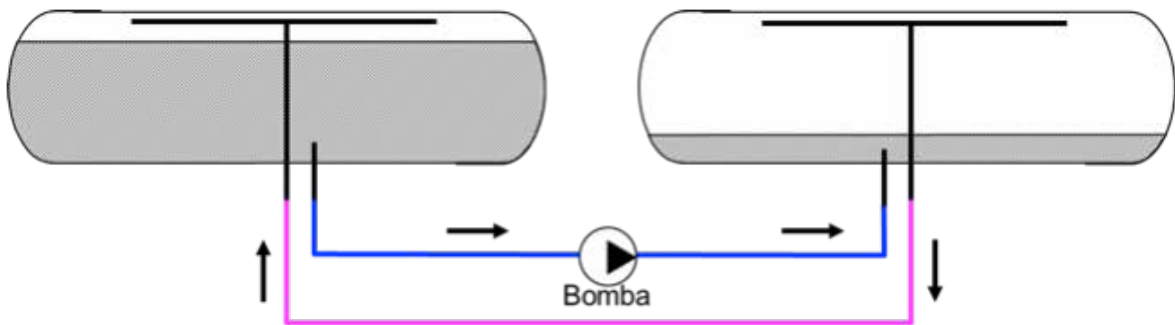
Montaje 1:



El montaje 1 se corresponde con el anterior (trasvase por presión propia), pero con el añadido de la bomba. A la diferencia de presión entre cisternas se le suma la presión generada por la bomba, con resultado de mayor caudal de trasiego.

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo, ...), se pueden plantear 2 variantes (montajes 2 y 3) para el control de la presión de la cisterna receptora:

Montaje 2:



Esta maniobra conecta las fases, y compensa las presiones entre ambas cisternas. Es la bomba quién genera la diferencia de presión suficiente para desplazar el producto.

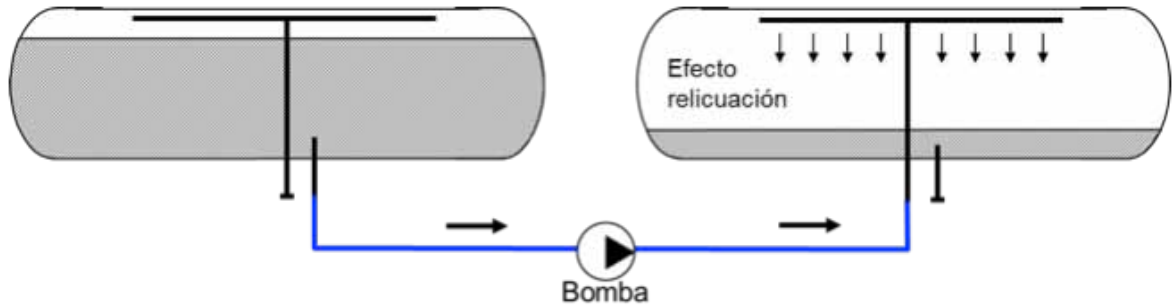
Respecto al montaje 1, se requiere mayor número de mangotes y manipular más válvulas, pero es una solución muy efectiva.



ANEXO 08 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

Montaje 3:

Como alternativa al montaje 1 (porque no se pueda liberar los gases al aire) y al montaje 2 (porque se desee una instalación sencilla), se puede realizar el montaje 3:



Se corresponde con el montaje 2 del trasvase por presión propia. Le son de aplicación los mismos comentarios.

— 8.3.2.2. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ($\approx 0^\circ$)

La posición de la cisterna condiciona poco este método de trasvase. El trasvase con bomba funciona de la misma forma, a condición de que el conducto de vaciado sea el que esté más sumergido en la fase líquida, para extraer la mayor cantidad de producto.

Ejemplo montaje 3:



Otro ejemplo montaje 3:

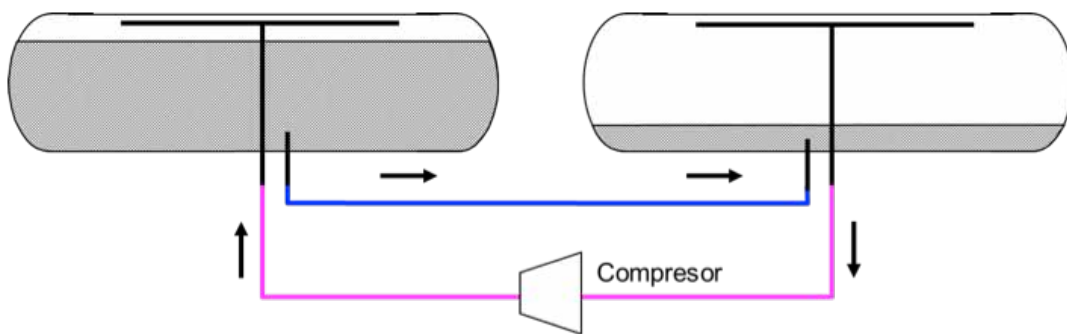


8.3.3. Trasvase con compresor.

No se emplea bomba, sino un compresor específico de GLP (diferente al compresor de aire). El compresor comprime gases que toma de la cisterna receptora y los conduce a mayor presión a la cisterna accidentada. Con este montaje, se mantiene baja la presión en la cisterna receptora y, por el contrario, elevada la presión en la cisterna accidentada. El producto fluye por la diferencia de presiones entre ambos depósitos.

Este sistema es más lento que el trasvase con bomba, pero más rápido que utilizando únicamente la presión propia.

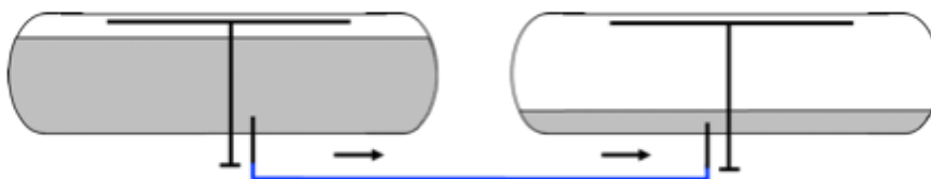
— 8.3.3.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ($\approx 0^\circ$)



Algunas empresas transportistas de GLP disponen de compresor de GLP, bien portátil, bien fijo en el bastidor de un vehículo cisterna:



Antes de realizar el montaje de la figura, se tienen que equilibrar las presiones entre ambas cisternas. Únicamente hace falta conectar las fases líquidas:



Una vez igualadas las presiones (o prácticamente), se conectan las fases gas al compresor y se pone en marcha.

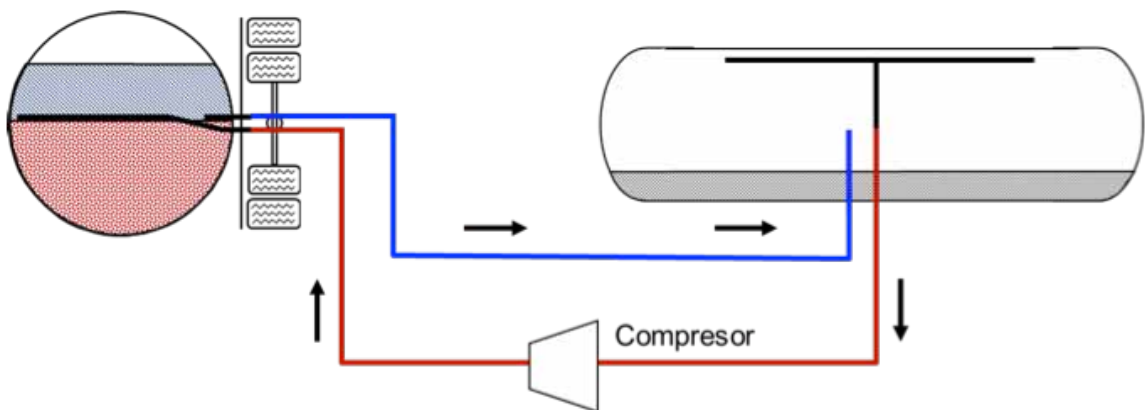
ANEXO 08 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

– 8.3.3.2. Cisterna accidentada volcada

No es un gran condicionante el hecho de que la cisterna esté volcada. El trasvase con bomba funciona en cualquier posición de la cisterna accidentada, pero haciendo que el conducto de vaciado sea el que esté más sumergido en la fase líquida, para extraer la mayor cantidad de producto.

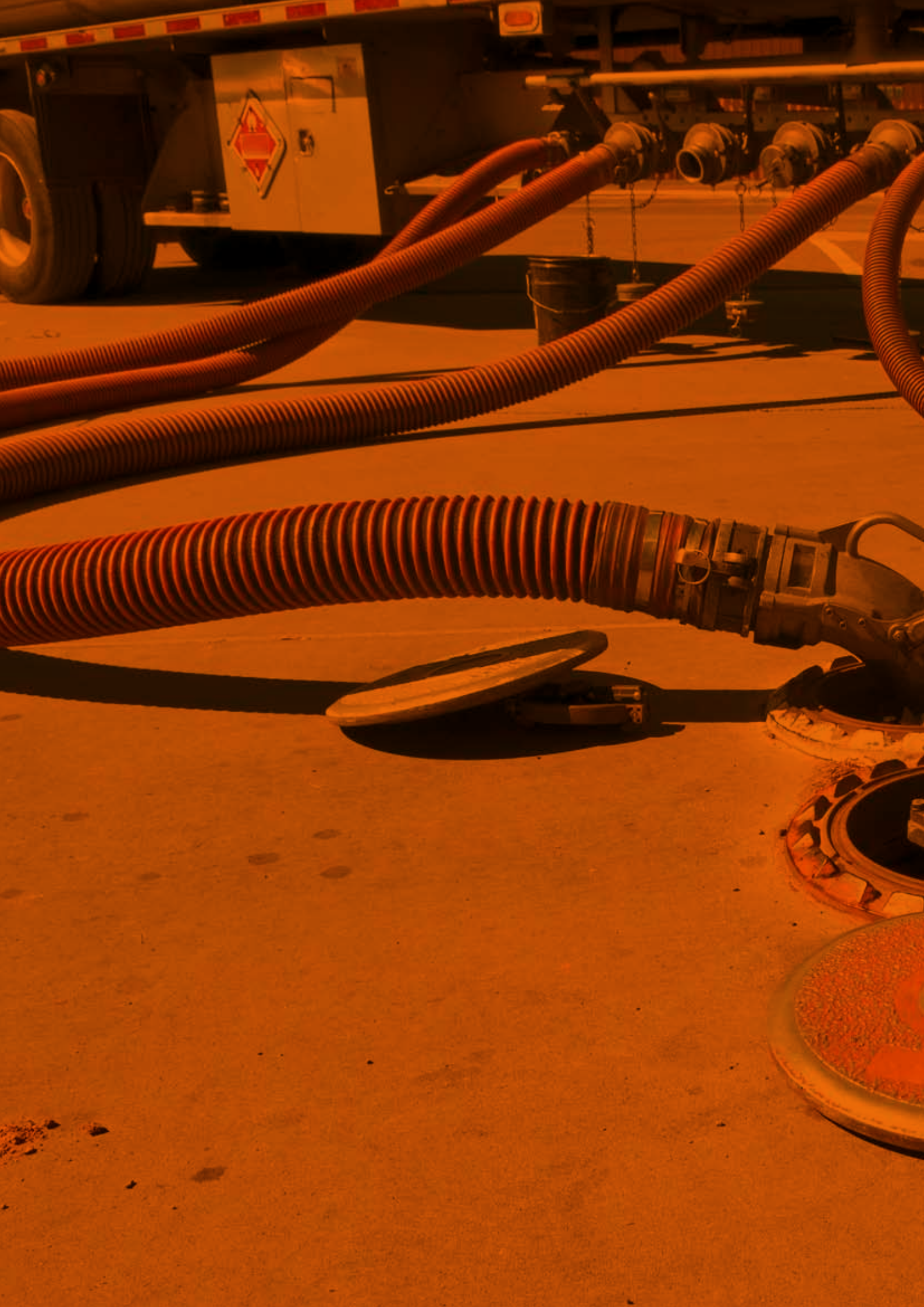
No importa tampoco que los conductos de fase líquida y de fase gas estén sumergidos en fase líquida, y no haya ninguno que comunique con la fase gas.

Ejemplo para la posición 1 representada en el apartado 2:



Como puede observarse en el esquema, en la cisterna volcada no hay ningún conducto inicialmente en contacto con la fase gaseosa, pero el montaje funciona perfectamente.







Anexo 09

Intervención y trasvase de
cisternas de Gases Criogénicos

ANEXO 09 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS

9.1. Cisternas de gases criogénicos. Características generales.

9.1.1. Algunos ejemplos de gases criogénicos:

Los gases criogénicos son gases licuados refrigerados (a muy baja temperatura). Ejemplos:

Nombre	Sinónimos o similares	Núm. ONU	Núm. Peligro
Dióxido de carbono (CO2)	Gas carbónico	1035	23
Anhídrido carbónico	2187	22	23
Óxido nitroso (N2O)	Protóxido de nitrógeno	1978	23
Óxido de nitrógeno (I)	Propeno	1077	23
Monóxido de dinitrógeno		1027	23
Anhídrido hiponitroso		1011	23
Gas hilarante o de la risa	2201	225	23
Gas natural licuado (GNL)	Metano (CH4)	1972	223
Nitrógeno (N2)	LIN	1977	22
Trifluorometano (CHF3)	Fluoroformo	1010	239
Freón 23, R-23, HFC-23	Isobuteno	1055	
Metil trifluoruro	3136	22	23
Oxígeno (O2)	LOX	1073	225
Argón (Ar)	LAR	1951	22
Criptón (Kr)		1970	22
Xenón (Xe)		2591	22
Neón (Ne)		1913	22
Etano*		1961	223
Etileno*	Eteno	1038	223
Hidrógeno (H2)**		1966	223
Helio (He)**		1963	22

* No es habitual en forma criogénica. Acostumbra a transportarse licuado a presión.

** No es habitual en forma criogénica (He a -269°C y H2 a -253°C. Se transportan envueltos por N2 líquido). Acostumbra a transportarse comprimido en botellas.



Muchos de estos productos son gases del fraccionamiento del aire (GFA: CO₂, N₂, O₂, Ar, Kr, Xe, Ne, He, H₂) y otros son gases hidrocarburos ligeros (GNL, Etano, Etileno)

Los gases del fraccionamiento del aire (GFA) son en una mayoría gases inertes (con la excepción del O₂ y del H₂). Nuestro cuerpo no los detecta porque forman parte del aire y son inodoros.

Los gases licuados criogénicos presentan riesgo por su baja temperatura, por su capacidad de fragilización de los materiales y por sofocación.

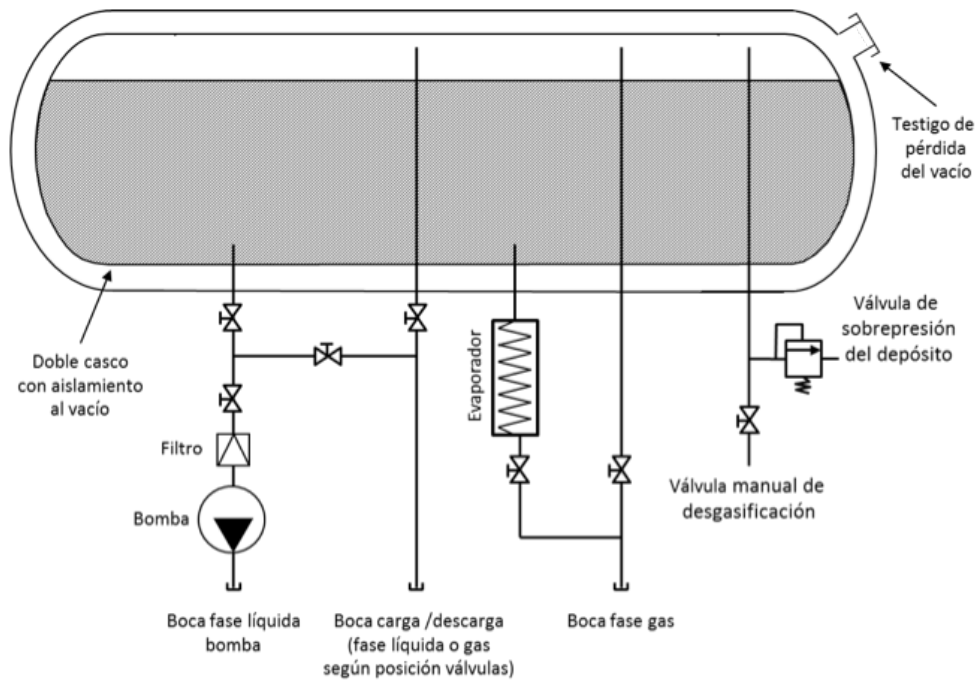
9.1.2. Características principales de las cisternas que transportan gases criogénicos:

Los gases criogénicos se transportan en cisternas de depósito de doble casco con aislamiento al vacío, a excepción del GNL y del CO₂, que en España se pueden transportar en cisternas de depósito monocasco con aislamiento exterior de poliuretano, circunstancia habitual desafortunadamente. En cualquier caso este tipo de cisternas se tratan en un anexo aparte.

Las características principales de las cisternas de depósito de doble casco son:

- La cisterna se compone de 2 depósitos de sección transversal circular: uno dentro de otro, separados por el vacío (principal aislamiento térmico) y por material aislante, que puede ser perlita o "superaislamiento" (material sintético, más ligero que la perlita pero con menores propiedades aislantes, que obliga a que el vacío entre los depósitos sea más estricto).
- El depósito interior es de acero inoxidable de 5 mm, y el exterior es de acero inoxidable (las más nuevas) o de acero al carbono (las más antiguas) de 3 o 4 mm.
- Para verificar que se mantiene el vacío entre ambos depósitos, se dispone de un testigo de pérdida del vacío, que no es sino un simple tapón que interiormente tiene el vacío y exteriormente la presión atmosférica. Si el aire entra en la cámara entre los 2 depósitos, el tapón ve compensadas las presiones interior y exterior y cae (su sustentación es únicamente por diferencia de presión).
- El depósito interior siempre lleva válvulas de sobrepresión.
- El testigo de pérdida de vacío actúa, a su vez, de disco de rotura por sobrepresión del depósito exterior, en caso de rotura del depósito interior y fuga de gas licuado dentro de la cámara entre depósitos.
- Los conductos de carga y descarga también disponen de válvulas de sobrepresión.
- Están ligeramente presurizadas: la presión interior del depósito es superior a la atmosférica: La máxima presión de trabajo (presión de servicio) está sobre los 3 bar, pero es mucho menor que la de los gases licuados del petróleo (GLP), que está sobre los 18 bar.
- La temperatura interior del depósito puede oscilar entre -50°C i -196°C, o incluso menor, según el producto.
- No están compartimentadas.
- No tiene cubetas, ni bocas de hombre practicables, escalerilla u otros elementos exteriores.
- El coeficiente de llenado de la fase líquida es del 95%. El 5% restante del volumen total del depósito está ocupado por la fase gas.
- No llevan válvulas de fondo.
- Llevan bomba de trasiego.
- El reloj indicador del llenado actúa por cálculo de presión diferencial (diferencia de presiones entre un punto inferior y otro de superior del depósito), por lo que la lectura no será fiable en caso de vuelco.
- Esquema básico:

ANEXO 09 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS



9.2. Introducción al trasvase de cisternas de gases criogénicos.

Normalmente el trasvase se plantea en las circunstancias siguientes:

- La cisterna está volcada. Por el riesgo de rotura del depósito durante el levantamiento, conviene reducir tanto como se pueda la cantidad de producto (peso) dentro de él.
- La cisterna está volcada en condiciones de difícil maniobra para las grúas (gran distancia al punto de emplazamiento, por ejemplo).
- La cisterna no está volcada, pero su estado tras un accidente hace poco seguro y desaconsejable arrastrarla o transportarla sobre una góndola sin vaciarla. Ejemplo: se ha perdido el vacío aislante por rotura o poro en el depósito exterior.
- La cisterna no está volcada, pero se desea trasladarla directamente al taller y es preciso vaciarla antes.

La necesidad de trasvase una cisterna de gases criogénicos es cuestionable en la mayoría de los casos, por la gran resistencia mecánica que confiere el doble depósito. El depósito exterior protege el depósito interior de golpes durante el accidente y de la presión de las eslingas de las grúas durante el levantamiento. Las virolas del depósito exterior son similares o ligeramente más gruesas que las de los depósitos de líquidos químicos, pero hay que tener en cuenta que es el depósito interior el que contiene y protege el producto. Todo ello hace que en una mayoría de casos el levantamiento de una cisterna volcada pueda realizarse con garantías de seguridad (integridad del depósito). Por otra parte, si no hay vuelco, difícilmente habrá daños suficientes que aconsejen el vaciado antes de arrastrar la cisterna. Esto no tan evidente en las cisternas monocasco con aislamiento exterior como sucede en el caso de las cisternas de GNL.

El trasvase de gases licuados, por el riesgo que entraña y por la necesidad de equipamiento específico, tiene que realizarlo el transportista o el equipo de intervención en quien delegue. Aun así, los bomberos tenemos que poseer el conocimiento necesario para evaluar, dar el visto bueno y coordinar las maniobras que el equipo de intervención del transportista quiera llevar a cabo.

En caso de que el producto sea inflamable o combustible, antes de proceder al inicio del montaje de la maniobra y posterior ejecución, se derivaran ambas cisternas y el equipo de trasvase a tierra.

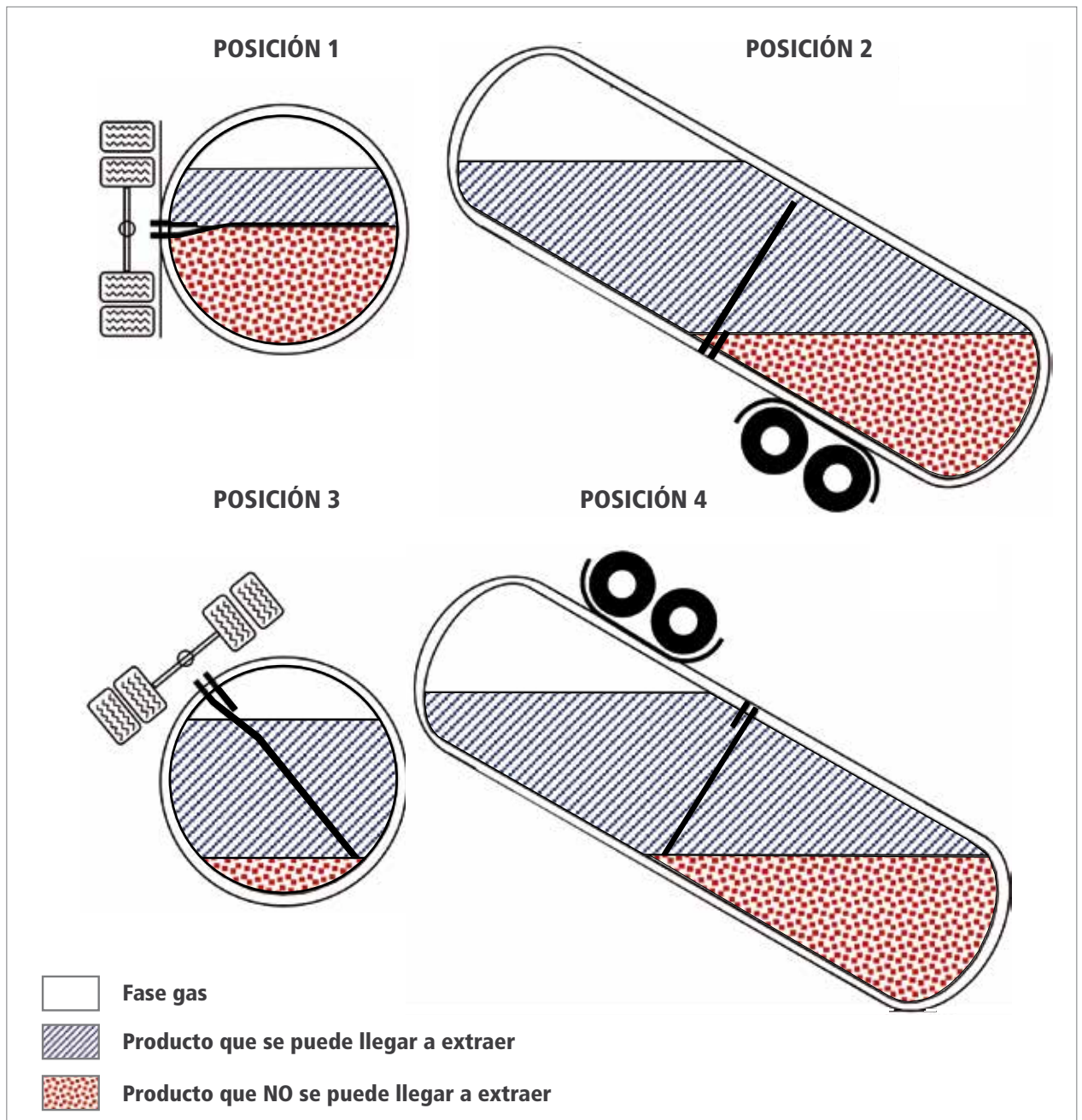
Uno de los problemas que presenta todo trasvase de gases es la sobrepresión que se genera en la cisterna receptora, que si no se consigue controlar a mínimos, irá creciendo hasta presiones demasiado altas para que la bomba u otro sistema de impulsión, las supere, por lo que el trasvase se parará. En este caso se haría necesario substituir la cisterna receptora por otra de vacía (y despresurizada), hecho que alarga y dificulta las tareas de trasvase. La solución para evitarlo, es realizar un control de gases de la cisterna receptora:

- Despresurizar la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el trasvase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.

O bien,

- Cerrar el circuito de gases, para que se compensen las presiones (como se detallará más adelante).

La posición de la cisterna accidentada nos indicará la cantidad máxima de producto que podrá extraerse, y qué conducto permitirá extraer mayor cantidad de producto (la fase líquida o la fase gas) de la cisterna accidentada.



ANEXO 09 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS

De la observación de los esquemas:

- Si hay vuelco, es muy posible que el conducto de fase gas quede sumergido y pase a ser también de fase líquida, con lo que se pierde la comunicación con la fase gas (posiciones 1, 2 y 4). Únicamente en vuelcos próximos a los 180° se mantiene la fase gas (a través del conducto de fase líquida).
- Si hay vuelco de 90° (posición 1) la cantidad de producto que se puede extraer es poca. Este hecho, refuerza la cuestionabilidad de la necesidad del trasvase en cisternas de gran resistencia mecánica como las de gases criogénicos,
- En las posiciones 3 y 4, será necesario extraer el producto por el conducto de fase gas (sumergido, por lo que en realidad comunica con la fase líquida) para poder vaciar lo más posible la cisterna accidentada. Contrariamente, en las posiciones 1 y 2, la extracción será por el conducto de fase líquida.

9.3. Métodos de trasvase

En función del mecanismo de impulsión durante el trasvase, se pueden diferenciar los siguientes sistemas:

- a) Traslase por presión propia
- b) Traslase con presión añadida por evaporador
- c) Traslase con bomba y presión añadida por evaporador

A continuación se describen, y se especifica si son válidos en caso de que la cisterna accidentada se encuentre volcada.

9.3.1. Traslase por presión propia.

El traslase por presión propia es el sistema más sencillo, aunque también el más lento. En condiciones normales, el depósito tendrá una presión interior de alrededor de 1 bar, aunque la presión máxima de trabajo (presión de servicio) pueda ser de unos 3 bar.

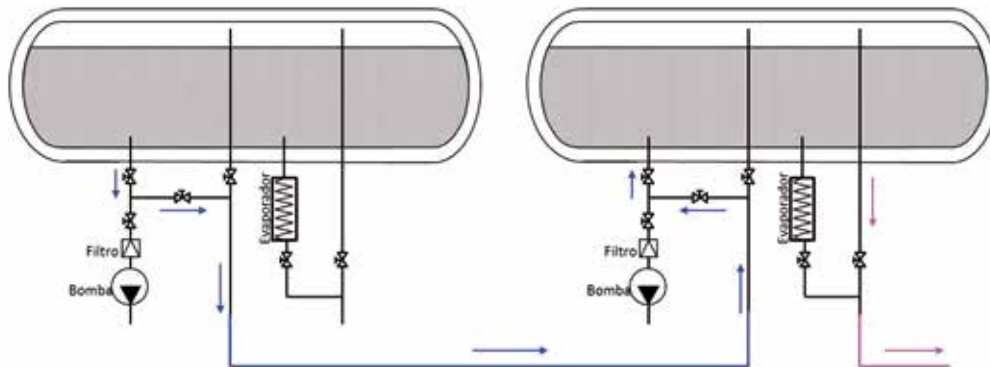
Para que el flujo de producto desde la cisterna llena a la vacía se mantenga a lo largo del tiempo es imprescindible que la cisterna receptora no acumule presión. Para ello es necesario:

- La cisterna receptora tiene que estar despresurizada. En caso contrario, habrá que despresurizarla in situ antes de iniciar las operaciones de traslase.
- Mantener despresurizada la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el traslase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.

Cuanto mayor sea la diferencia de presiones entre ambas cisternas, mayor será el caudal de trasiego.

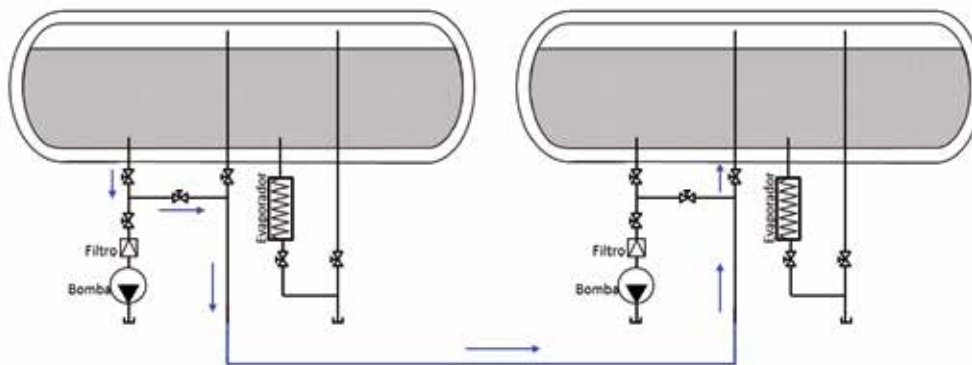
- 9.3.1.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ($\approx 0^\circ$)

Montaje 1:



Montaje 2:

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo,...), se pueden plantear el montaje 2, para el control de la presión de la cisterna receptora:



El producto se introduce en la cisterna receptora por el conducto de la fase gas y no por el de la fase líquida. El conducto de fase gas acostumbra a acabar en un terminal tipo ducha o simplemente un deflector, que en ambos casos tiene por objeto pulverizar la entrada de líquido a la cisterna: el producto «llueve», una pequeña parte se expande y se evapora, con el cambio de estado roba calor del entorno y refrigera la fase gas, relicuándola en parte. El resultado es un control del incremento de la presión en el interior del depósito, que aunque no se evita, sí se ralentiza.

Con toda probabilidad la cisterna receptora acabará presurizándose hasta el punto que se compensen las presiones en ambas cisternas, con lo que el trasvase se parará. Aun así, seguramente se habrá podido trasegar mucha cantidad de producto, pero no todo el que pueda extraerse.

Si se hace circular la cisterna receptora durante unos minutos, frenando y arrancando continuamente, se consigue que la fase líquida enfríe la fase gas, relicuando parte de los gases, con resultado de una disminución de la presión. Tras ello, puede volver a intentarse continuar con el trasvase.

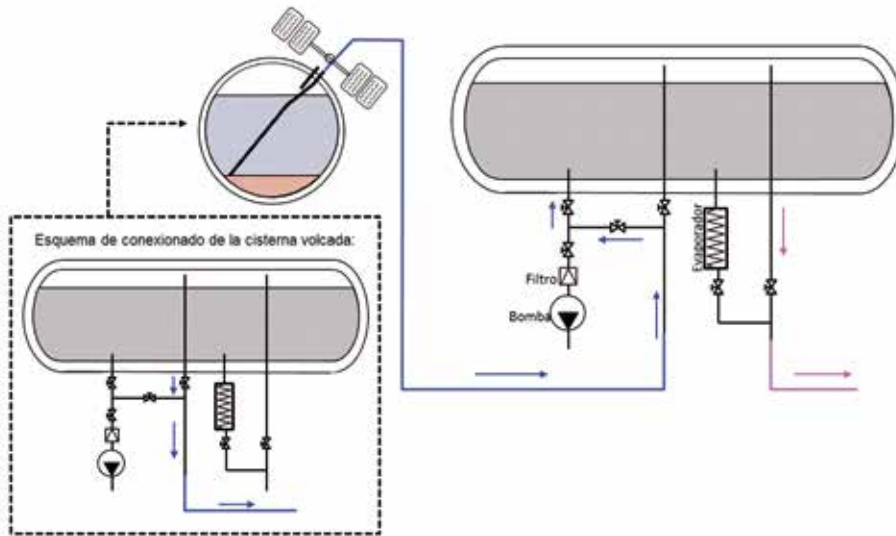
— 9.3.1.2. Cisterna accidentada volcada

No es un gran condicionante el hecho de que la cisterna esté volcada. El trasvase por presión propia funciona en cualquier posición de la cisterna accidentada, pero haciendo que el conducto de vaciado sea el que esté más sumergido en la fase líquida, para extraer la mayor cantidad de producto.

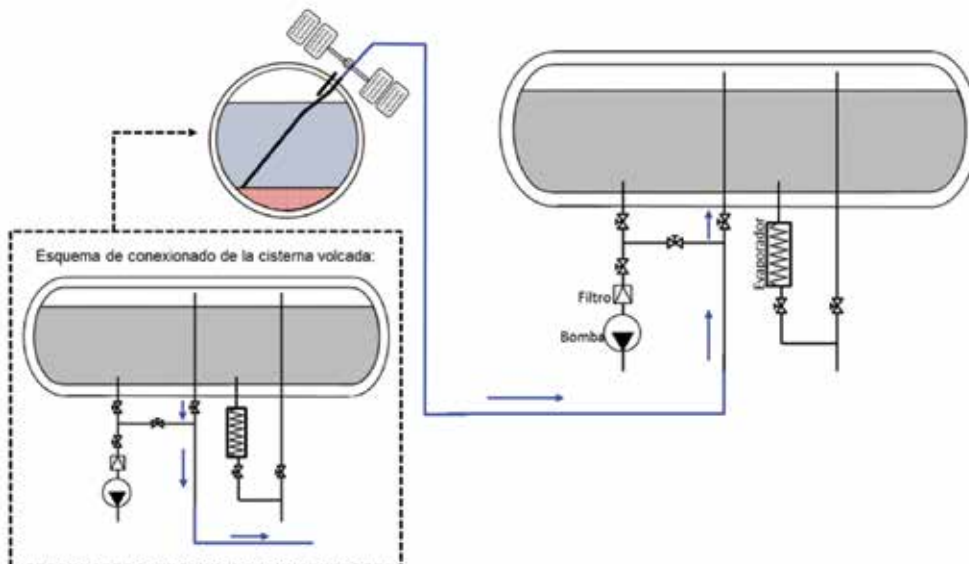
Ejemplo para la posición 3 de los montajes 1 y 2 anteriores:

ANEXO 09 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS

Montaje 1:



Montaje 2:



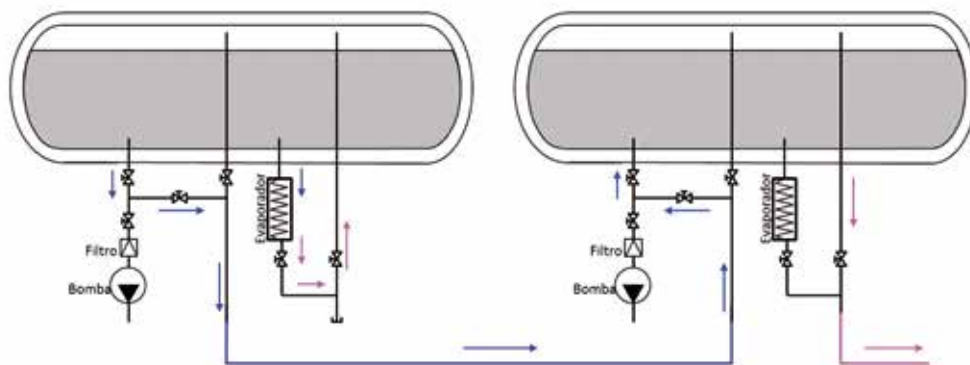
Le son de aplicación los mismos comentarios escritos sobre el montaje 2 para cuando la cisterna no está volcada.

9.3.2. Trasvase con presión añadida por evaporador.

Es un sistema más rápido que el anterior. A la presión propia se le añade la presión que proviene de gasificar (en el evaporador) una parte de la propia fase líquida e inyectarla de nuevo en el interior de la cisterna.

— 9.3.2.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ($\approx 0^\circ$)

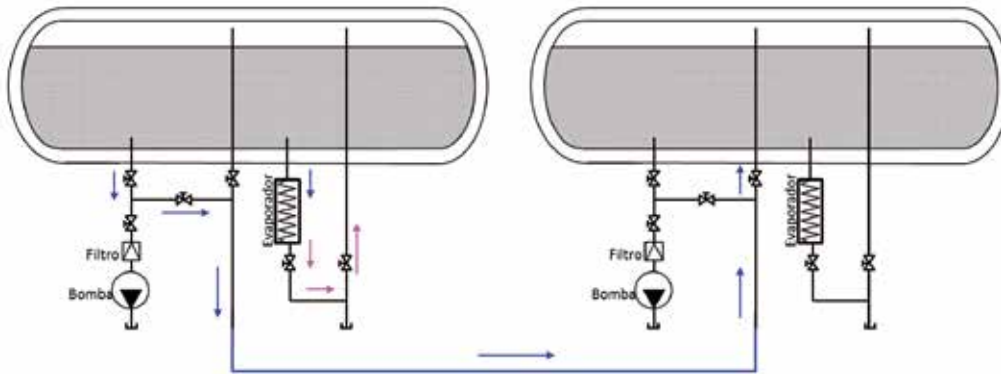
Montaje 1:



ANEXO 09 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS

Montaje 2:

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo, ...), se pueden plantear el montaje 2, para el control de la presión de la cisterna receptora:



Le aplican los mismos comentarios escritos sobre el montaje 2 del trasvase por presión propia.

— 9.3.2.2. Cisterna accidentada volcada

Este montaje no funciona si la cisterna está volcada, porque el evaporador no trabaja apropiadamente.

Será necesario emplear los montajes correspondientes al trasvase por presión propia.

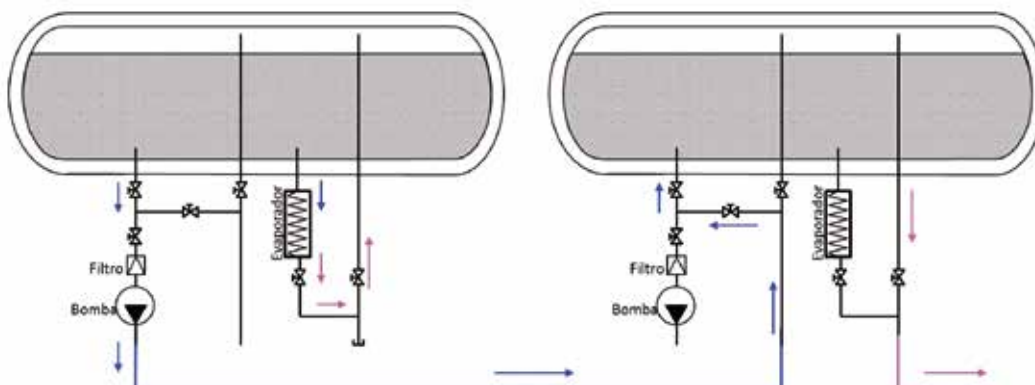
9.3.3. Trasvase con bomba y presión añadida por evaporador.

Es el sistema más rápido, pero sólo es factible si la cisterna accidentada no está volcada y no tiene afectada la bomba de trasiego propia.

La utilización de la bomba requiere necesariamente mantener una presión interior (en el depósito de la cisterna accidentada) suficientemente elevada para que la bomba no cavite, por ello es imprescindible añadir la presión que proviene de gasificar (en el evaporador) una parte de la propia fase líquida e inyectarla de nuevo en el interior de la cisterna.

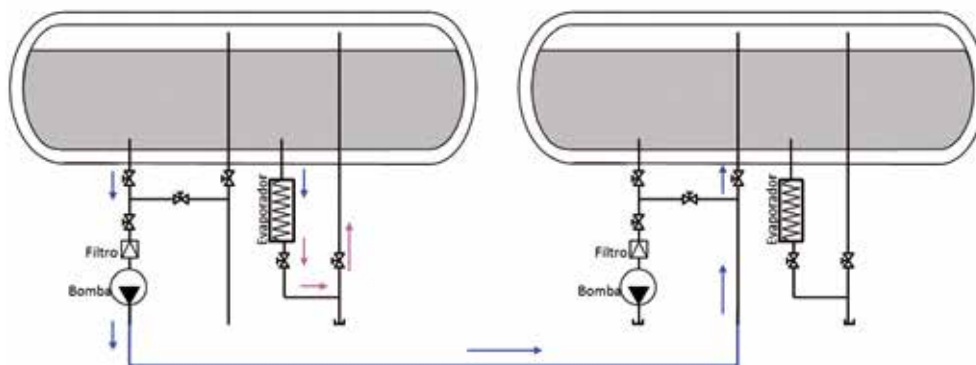
— 9.3.3.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ($\approx 0^\circ$)

Montaje 1:



Montaje 2:

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo,...), se pueden plantear el montaje 2, para el control de la presión de la cisterna receptora:



Le aplican los mismos comentarios escritos sobre el montaje 2 del trasvase por presión propia.

— 9.3.3.2. Cisterna accidentada volcada

Este montaje no funciona si la cisterna está volcada, porque el evaporador no trabaja apropiadamente.

Será necesario emplear los montajes correspondientes al trasvase por presión propia.



Anexo 10

Intervención y trasvase de
cisternas de gas natural licuado



ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

10.1. Cisternas de GNL. Características generales.

10.1.1. El Gas Natural Licuado.

10.1.2. Características principales de las cisternas que transportan GNL:

A pesar de la prohibición, en vigor desde el 17 de octubre de 2013, de construir cisternas para el transporte de GNL que no sean de doble casco y aisladas al vacío, en la actualidad siguen usándose las monocasco de acero inoxidable (últimamente se utiliza el AISI-304) de 4 mm de espesor, aislado con poliuretano, pues fueron fabricadas antes de la citada orden. Se estima que hay actualmente (2016) en España más de 250 unidades en funcionamiento. Las pocas excepciones a esta regla, que son de doble casco, aisladas al vacío y con aislante a base de perlita o *Superinsulation* no llegan a la decena.

En la tabla se pueden las características constructivas de ambos tipos de cisterna.

MAGNITUD/ELEMENTO	CISTERNA MONOCASCO	CISTERNA DOBLE CASCO
Longitud total	14 metros	14 metros
Anchura total	2,6 metros	2,55 metros
Diámetro interior	2,34 metros	2,331 metros
Altura	3,8 metros	3,8 metros
Volumen nominal	56.500 kilogramos	53.600 kilogramos
Tara aproximada	11.000 kilogramos	15.500 kilogramos
Carga aproximada	22.000 kilogramos	20.870 kilogramos
Presión de prueba	9,1 bar	6,9 bar
Presión de servicio	7 bar	4,3 bar
Temperatura servicio	+50 / -196 °C	+50 / -196°C
Material cisterna	Acero inoxidable 340	Acero inoxidable 340
Espesor cuerpo interior	4 mm vírola / 6 mm fondos	3 mm vírola / 6 mm fondos
Rompeolas interiores	7 unidades de 3 mm	7 unidades de 3 mm
Aislamiento	130 mm poliuretano	Perlita + vacío (100mm)
Forro exterior	Aluminio 2 mm, inox 1,2 mm o acero 1,5 mm / fondos poliéster	Acero al carbono 4/5 mm
Válvulas de seguridad	3 (2 a 7 bar y 1 a 9,1 bar)	3 (2 a 4,3 bar y 1 a 6,9 bar)

Tabla. 1. Tabla de características de cisternas para transporte de GNL. (Cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)



La baja densidad del GNL ($445,2 \text{ Kg/m}^3$), que se transporta a una temperatura de -160°C , permite que el volumen transportado de GNL sea grande. La masa usual de carga en las cisternas de transporte primario suele ser de 20000 kg. Esto corresponde a un volumen de 45000 litros, que representa un 85% del volumen total de la cisterna, que es de 54000 litros.

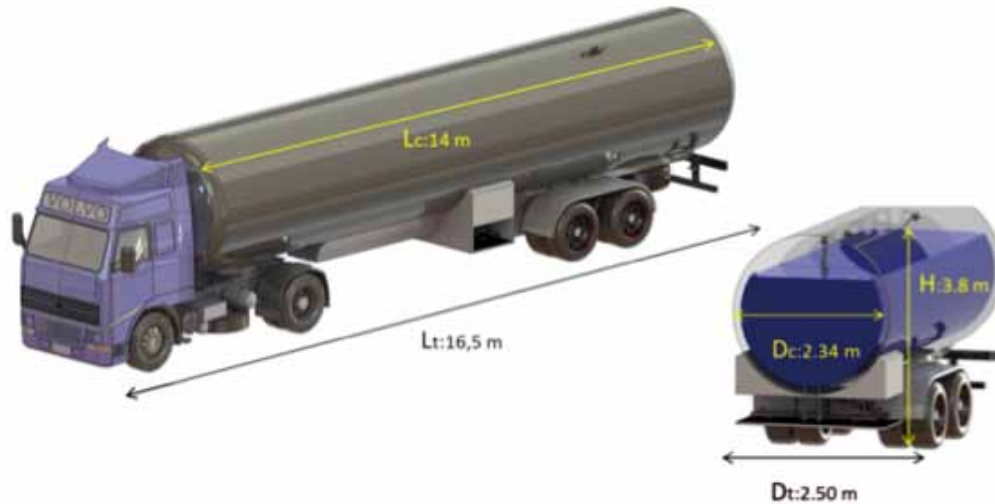


Fig. 1. Dimensiones externas de una cisterna monocasco para el transporte de GNL (Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

Podríamos decir que las cisternas de GNL son las unidades de transporte más voluminosas de todas las que circulan con mercancías peligrosas por carretera; son de sección circular, lo que hace que el centro de gravedad esté más alto que en otro tipo de cisternas, y no disponen de rompeolas longitudinales.

El ADR estipula que las conducciones de carga y descarga en las cisternas de GNL deben estar lejos del alcance de otros vehículos en caso de colisión. Por eso, se encuentran ubicadas en el interior de un armario en la zona ventral de la cisterna, a unos 2 metros detrás de la quinta rueda. Cuenta con tres salidas con racor tipo ENAGÁS (dos para fase líquida, de 3" y 2" de diámetro, y una para fase gas de 2"), con rosca a izquierdas y válvulas de fondo con doble accionamiento: neumático y de apertura manual.

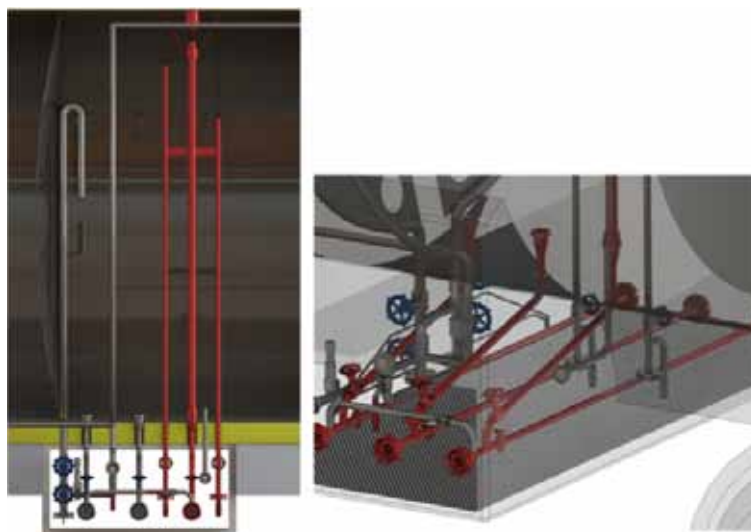


Fig. 2. Conducciones de carga y descarga en una cisterna para el transporte de GNL. La de la izquierda y centro fases líquidas. La de la derecha, gas. (Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

Las salidas de las conducciones son dobles, siendo accesibles desde ambos lados del armario de la cisterna.

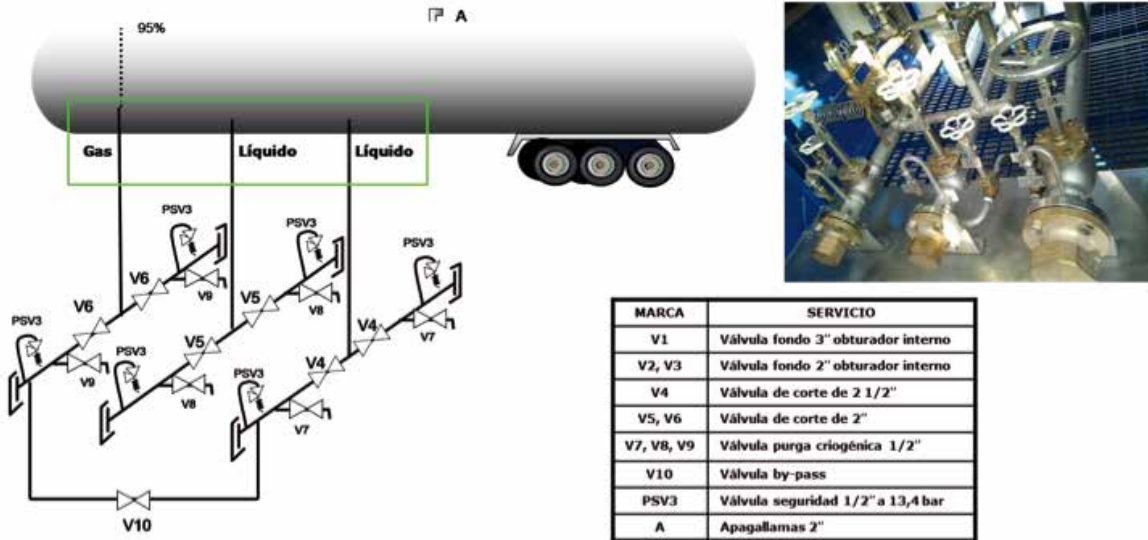


Fig. 3. Conducciones de carga y descarga en una cisterna para el transporte de GNL (Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

En el armario también están ubicadas las válvulas de seguridad. En el caso de las cisternas monocasco, disponen de una doble que se activa a partir de una presión interior de 7.1 bar y otra simple a 9 bar.

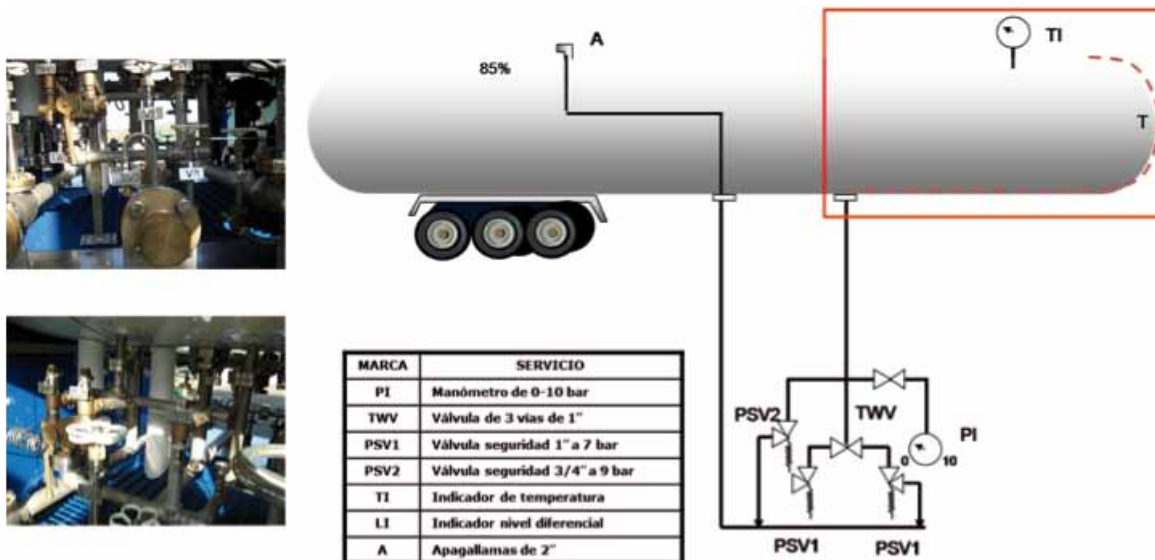


Fig. 4. Esquema de las válvulas de seguridad en una cisterna monocasco para el transporte de GNL (Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

Las válvulas de seguridad enlazan con la fase gaseosa mediante un tubo que recorre la cisterna, bajo el aislante, por su parte inferior y asciende por el fondo delantero hasta la parte superior, donde conecta con la fase gaseosa del depósito. La salida de las válvulas de seguridad comunica con otro tubo que asciende rodeando la cisterna por la parte central (siempre bajo el aislante) y posteriormente se dirige por la parte superior trasera, donde comunica al exterior mediante el dispositivo de venteo o apagallamas.

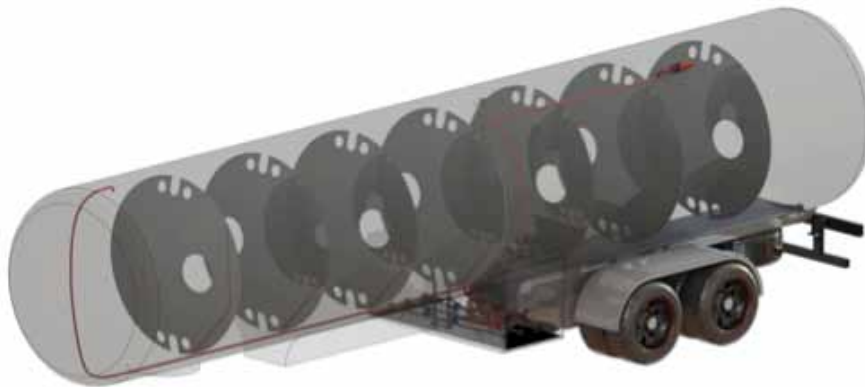


Fig. 5. Circuito de seguridad (en rojo) en una cisterna monocasco para el transporte de GNL
(Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

El apagallamas tiene una doble finalidad: por un lado, expulsar al exterior el exceso de gas del interior de la cisterna cuando se activa una válvula de seguridad; y por otro evitar que se produzca un retroceso de llama y penetre en el interior de la cisterna en caso de incendiarse el gas. A tal efecto, la parte final del apagallamas está formado por un filtro sinterizado metálico. El apagallamas es un elemento tan característico y exclusivo de este tipo de cisternas que es un certero elemento de identificación.

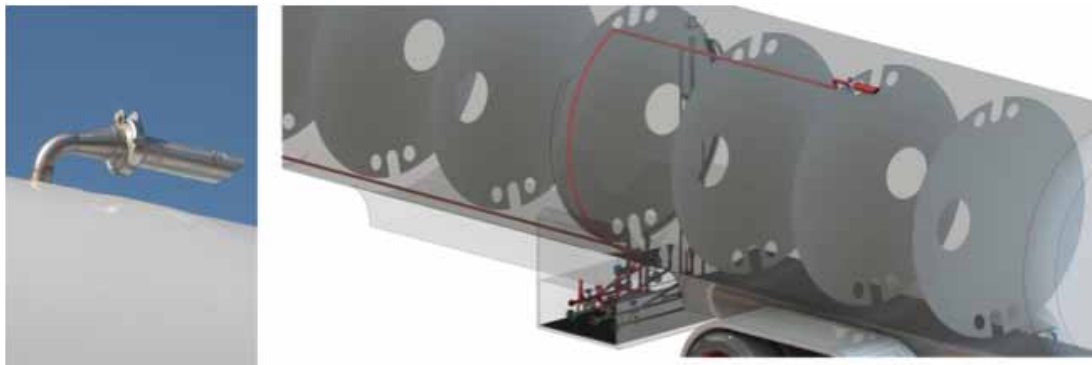


Fig. 6. Apagallamas o dispositivo de venteo en una cisterna monocasco para el transporte de GNL
(Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

En las cisternas aisladas al vacío, el apagallamas va ubicado en el fondo posterior de la cisterna. Hay otro similar, junto a este, que tiene la finalidad de expulsar el gas tras el purgado de los conductos usados en las operaciones de carga y descarga. En la foto siguiente se aprecian ambos, resaltados en los círculos rojos.



Fig. 7. Apagallamas o dispositivos de venteo en una cisterna para transporte primario aislada al vacío para GNL
(Foto autor)

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

Sin embargo, las válvulas de seguridad no siempre han estado ubicadas en el armario ventral. No hace muchos años, en las cisternas de GNL monocasco se alojaban en un pequeño armario en la parte superior del fondo delantero del depósito. Allí se hallaba también el tubo de venteo, con lo que no existía el largo recorrido de esta conducción que hay en la actualidad; elemento este que no deja de ser otro punto débil en este tipo de transporte, en particular el tramo que va desde la toma de la fase gaseosa, en lo alto de la cisterna, hasta las citadas válvulas de seguridad sitas en el armario. Incluso en estos modelos antiguos el apagallamas sobresalía lateralmente de este armario, no incidiendo el dardo de fuego (si se prendía accidentalmente) directamente en el depósito. El cambio de tendencia vino determinado por el acceso más fácil que se tiene actualmente al mantenimiento de las válvulas de seguridad. En la siguiente fotografía se aprecia dentro del círculo en rojo el tubo de venteo o apagallamas de una de estas cisternas de anteriores diseños.



Fig. 8. Vista del armario delantero superior donde se alojan las válvulas de seguridad y por donde sobresale (dentro del círculo rojo) el tubo de venteo en una cisterna monocasco para el transporte de GNL de diseño antiguo. (Foto autor)

10.2. Cisternas de GNL. Características generales.

Como norma general debe evitarse el trasvase siempre que no se juzgue estrictamente necesario, pues dicha maniobra introduce un importante factor de riesgo a tener siempre en cuenta. El trasvase del GNL es una operación muy delicada que debe ser llevada a cabo por especialistas. Dependiendo del estado de la cisterna siniestrada, el trasvase se debe efectuar de una forma u otra.

Todo vehículo cisterna accidentado que posea sus elementos de rodadura en buen estado, debería intentarse desplazar a la planta más próxima que disponga de medios técnicos para su descarga segura y automatizada por los medios habituales. Siempre se debe valorar la distancia al punto al que iba destinada, por si fuera más seguro y factible realizar la descarga allí. No obstante, consideraciones de tipo técnico o económico pueden llevar a trasvasar parte, o la totalidad, del contenido de GNL in situ.

La dotación de material mínima recomendada a incorporar por parte del operador que realiza el trasvase deberá ser la siguiente:

1. Explosímetro con indicación de alarma visual y sonora.
2. Elementos de protección individual: Casco con visera, guantes criogénicos, calzado y ropa antiestáticos, cápsulas de protección auditivas, etc.
3. Sistemas de comunicación.
4. Herramientas antideflagrantes.
5. Eventuales equipos de verificación electrónicos.
6. Equipos de medida (como sondas de temperatura, etc.) o verificación eléctrica y de puesta a tierra.
7. Juntas de recambio.
8. Elementos o kits de recambio de reguladores.
9. Linternas y elementos para iluminación nocturna antideflagrantes.

Como se ha dicho anteriormente, se hará el trasvase a una cisterna de aquellas que ya estén en uso, ya que en este caso va a ser más factible ponerla en frío.

Tomada la decisión de trasvasar in situ la cisterna, las mangueras usadas tienen que ser largas y, desde luego, de más longitud (por lo menos el doble o más) que las que se llevan en las propias cisternas para el proceso "normal" de trasiego.

Asimismo, para tomar la decisión sobre la metodología a usar también es importante, aunque no exista incendio, la circunstancia de si existe fuga y si esta fuga es en fase gas o en fase líquida. Es peligroso, asimismo, presurizar una cisterna dañada para realizar el trasvase.

Por supuesto que para decidir sobre las acciones a tomar también es importante saber si el calorifugado ha sido dañado (o roto el vacío en aquellas cisternas de doble casco) y en qué extensión y profundidad, porque si ha sido muy dañado el tiempo juega en nuestra contra.



Fig. 9. Vehículo de empresa transportista para mantenimiento y seguridad, y vista parcial de su interior. (Foto cortesía de ESK)

El trasiego o trasvase del GNL de una cisterna accidentada a otra es similar al procedimiento llevado a cabo en el resto de gases licuados, como las de GLP, en la que hay que conjugar la fase líquida y gaseosa. Las diferencias más significativas provienen del hecho de que el GNL está fuertemente refrigerado y que la presión en el interior es muy inferior a la que hay en las cisternas de GLP.

Como se ha dicho anteriormente, se suele echar mano de una cisterna que esté en servicio, a fin de que su interior se encuentre a una temperatura no muy diferente de la siniestrada. No obstante, en los primeros momentos de la descarga, se debe colocar una sonda de temperatura en el punto alto de la cisterna: aquél que comunica con el interior de la misma que está al 95% del volumen total. La temperatura mínima en esta zona para iniciar la descarga debe ser inferior a los -80°C .

En cualquier operación de trasvase es recomendable que se hallen presentes dos operarios, condición que es obligatoria en todas las descargas de las cisternas de abastecimiento. Ambas cisternas deben ponerse a tierra.



Fig. 10. Puesta a tierra de cisternas de GNL antes del trasvase. (Foto cortesía de ESK)

La cisterna receptora debe disponerse en una situación tal que permita su salida inmediata de la zona en caso de ocurrir alguna eventualidad peligrosa.

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

10.3. Métodos de trasvase

Partiendo del supuesto inicial de que la cisterna accidentada ha quedado sobre sus ruedas en el asfalto, que las conducciones no han resultado afectadas y que no hay fuga o derrame que ponga en peligro al personal, tenemos diferentes posibilidades para el trasvase de cisternas de GNL:

10.3.1. Trasvase utilizando la presión propia de la cisterna

En este caso, es preciso que la cisterna receptora esté fría pero despresurizada. Con ello, lograremos que el "choque térmico" del GNL que le entre sea mucho menor y, por tanto, con menos problemas de cambios de temperatura en la chapa del depósito; y, por ende, menores problemas de dilatación. Cuanto mayor sea la diferencia de presiones entre ambas cisternas, mayor cantidad de carga será posible transferir. Para este fin, se conecta las fases líquidas de ambas cisternas mediante mangotes.



Fig.11. Colocación del mangote de 3" de la fase líquida de ambas cisternas. (Foto cortesía de ESK)

Durante el proceso de trasvase, en la cisterna receptora va a ir aumentando la presión interna y bajando, en cambio, en la accidentada. Cuando llega el momento en que se requiere bajar la presión en la cisterna receptora, esta operación se puede llevar a cabo mediante varios procedimientos. Uno de ellos consiste en desconectar los mangotes y desplazar la cisterna receptora hasta un lugar lejano y seguro, al aire libre. El simple movimiento del vehículo baña las paredes interiores de la misma, consiguiendo la relicuación de parte del vapor de GNL y la correspondiente bajada de presión. No obstante, si no se consiguiera esta disminución de presión, se puede ventear a la atmósfera parte del gas.

Otro método alternativo sería abrir, durante el proceso de trasvase, la salida de gas de 2" para mantener la diferencia de presiones entre ambas cisternas. Como en el caso del trasvase de GLP, se abre la válvula de la fase gas de la cisterna receptora y se lanza a la atmósfera el vapor de GNL. En este caso, hay que derivar los gases a un lugar seguro.

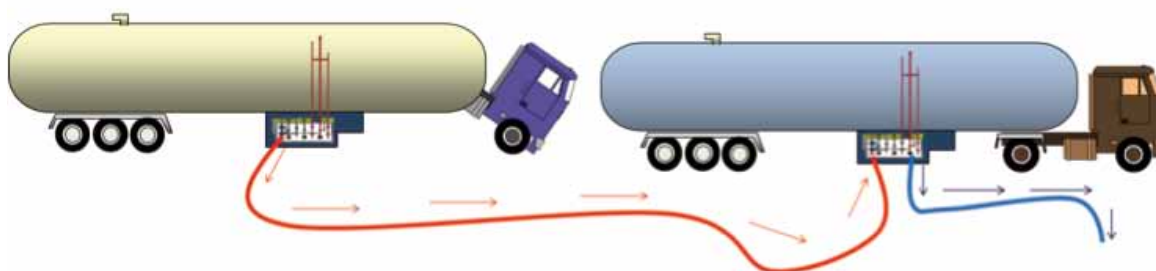


Fig. 12. Trasvase por diferencias de presiones. (Ilustración autor)

Si no se puede ventear in situ, bien porque la zona es urbana o hay conducciones eléctricas de alta tensión en las cercanías, se puede recurrir a inyectar el líquido que se recibe de la cisterna accidentada introduciéndolo en la fase gas de la receptora. Esta ducha de GNL hace relicuar los vapores más calientes en la cisterna receptora y bajar la presión. Para llevar a cabo este proceso se necesita una reducción de 3" a 2".

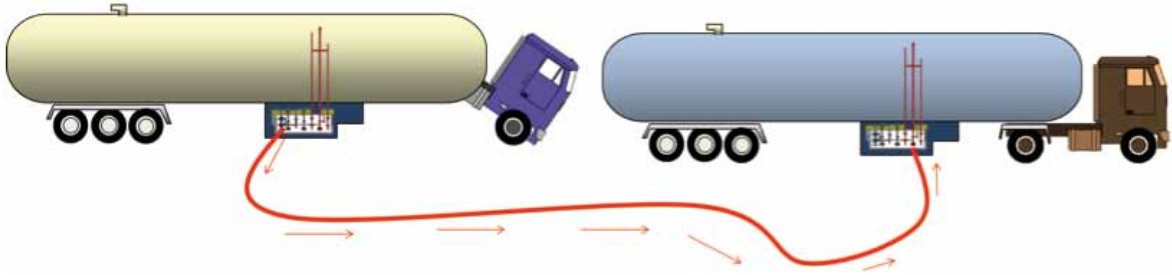


Fig. 13. Trasvase por diferencias de presiones mediante relicuación. (Ilustración autor)

Algunas cisternas más modernas llevan incorporado para este menester un by-pass, que es una conducción que une la fase líquida de 3" con la fase gas de 2".

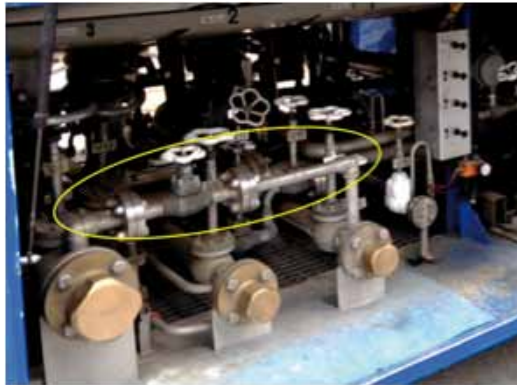


Fig. 14. By-pass que une la conducción de 2" en fase gas con la líquida de 3". (Foto cortesía de ESK)

Este sistema de trasvase es lento pero seguro. Se utiliza cuando hay alguna fisura en la cisterna accidentada que impida introducir presión para facilitar el trasiego. En algunos casos, si la carga recuperada es suficiente, se puede realizar el levantamiento de la cisterna con seguridad sin que sea preciso hacer el trasvase completo.

10.3.2. Trasvase por gravedad.

Un método complementario al anterior es **usando la presión hidrostática** de la cisterna accidentada. Para ello se sitúa la cisterna receptora en un punto topográfico más bajo que la primera, a un desnivel de entre 5 y 10 metros. Se conectan ambas fases gaseosas y las líquidas respectivamente de ambas cisternas y se transfiere la carga. Hay que tener en cuenta que la presión hidrostática que proporciona la diferencia de alturas es notablemente inferior a la que se conseguiría si el líquido fuese agua (debido a la menor densidad del GNL) y que, como el caso anterior, las diferencias de presiones en ambas cisternas van a marcar el adecuado trasvase. Es este también un proceso lento pero seguro.

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

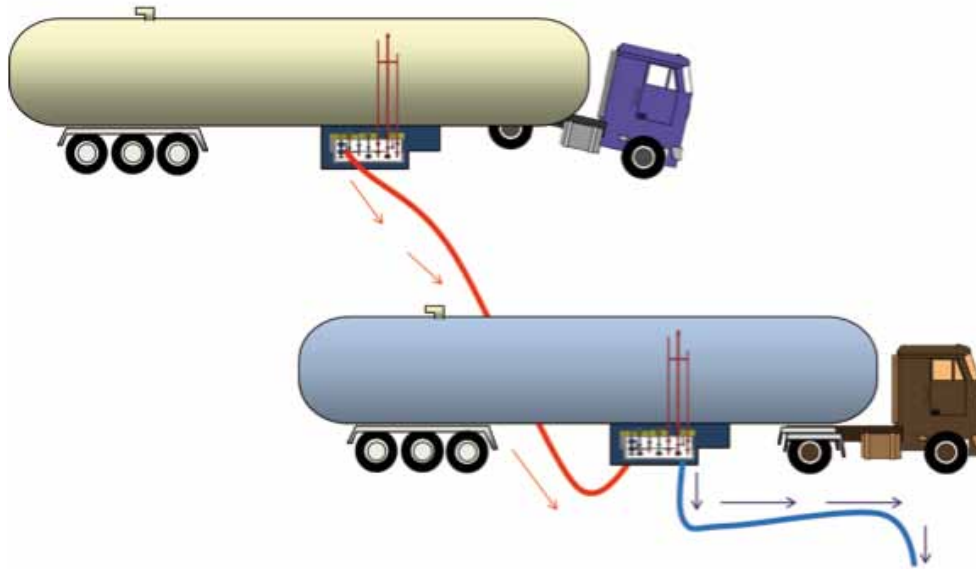


Fig. 15. Trasvase por presión hidrostática entre cisternas de GNL. (Ilustración autor)

10.3.3. Trasvase por medio de una cisterna receptora dotada con un PPR (vaporizador atmosférico) propio.

Aquí la presión es proporcionada por la conversión de una parte de GNL en GNC usando al efecto la salida de 2" en fase líquida que hay en la zona ventral de la cisterna (la conducción central).



Fig. 45. En primer término, PPR incorporado a un camión cisterna para GNL. (Foto cortesía de ESK)

Para ello se extrae líquido de la cisterna siniestrada por medio de una conducción y se lleva al vaporizador (normalmente serpentines atmosféricos). El GNC producido regresa a la cisterna por una segunda conducción, elevando la presión hasta los 5,5 bar, aproximadamente. Para emplear este sistema hay que hacer una pequeña modificación en la salida del PPR, ya que usualmente este elemento se usa para presionar la bomba criogénica que acompaña a la cisterna.

Al ser la presión de servicio del tanque receptor, según los diseños, de 3 a 4,5 bar, se produce el vaciado de la cisterna por la tercera manguera de líquido de 3". El problema con este sistema es que el vaporizador, al ir integrado en el vehículo, suele ser de pequeñas dimensiones y suministra poco caudal gaseoso, con lo que el trasvase puede durar entre 4 y 6 horas.

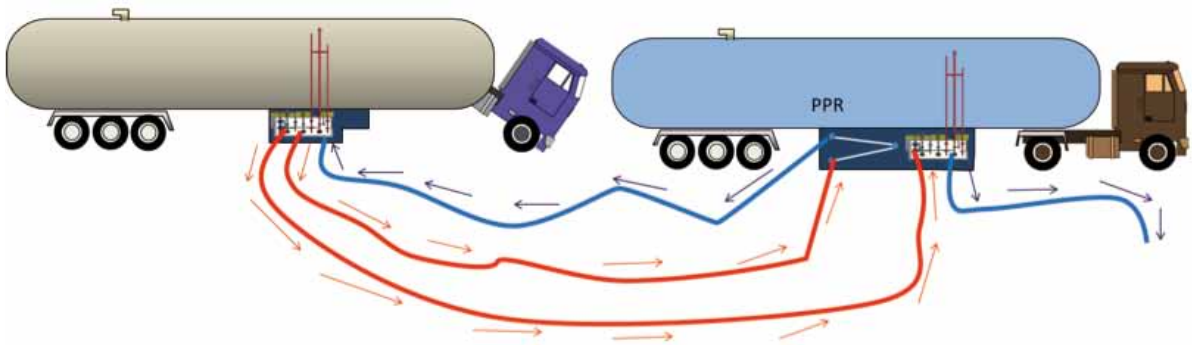


Fig. 16. Trasvase por medio de PPR en cisterna.
(Ilustración autor)

10.3.4. Trasvase empleando un PPR portátil de mayor caudal.

Este puede ser de dimensiones similares a los usados en las estaciones satélites para la descarga de cisternas. Se trasladan al escenario de la intervención por medio de un remolque.



Fig. 17. Trasvase con ayuda de un PPR portátil. A la izquierda, antes de la operación. A la derecha, durante el trasvase. (Fotos cortesía de ESK)

Con el PPR adecuado, se puede transferir la totalidad de la carga en un periodo en torno a 1 o 2 horas. Es un tiempo similar a los que se llevan a cabo en las estaciones satélites de regasificación. Siempre suele quedar un remanente de 150 a 300 kg de líquido en la cisterna siniestrada.



Fig. 18. Conducciones fase líquida y gas para trasvasar con un PPR portátil.
(Foto cortesía de ESK)

Un inconveniente de este sistema, al igual que con el anterior, es que se requiere de un mayor número de conducciones para el trasvase.

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

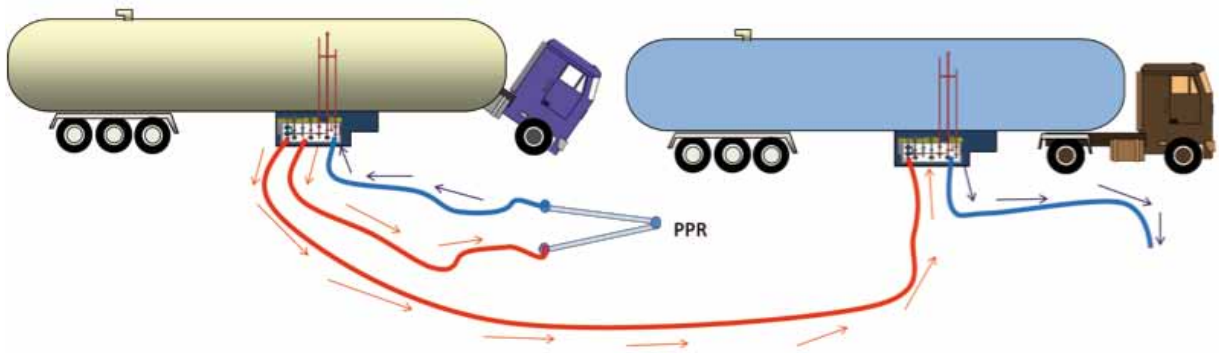


Fig. 19. Trasvase por PPR portátil.
(Ilustración autor)

10.3.5. Trasvase empleando para la presurización de la cisterna accidentada un gas inerte como el N₂.

Esta operación puede resultar una buena opción si se dispone de bloques de botellas de N₂. Mediante un manorreductor de gran caudal se reduce la presión desde los aproximadamente 200 bar a los que va comprimido el N₂, a 5 bar. Hay que tener en cuenta que las válvulas de seguridad -PSV- de la cisterna saltan a 7 bar y no debe llegarse nunca a este valor. Se inyecta el N₂ en la fase gaseosa de 2" de la cisterna y este empuja el líquido a salir por la conducción de 3". Es un proceso lento y se necesitan varias botellas de N₂ para extraer de la cisterna accidentada una parte importante de la fase líquida. Este sistema tiene una ventaja adicional: el N₂ hace de "efecto blanketing" y, por tanto, disminuyen los riesgos de inflamabilidad si el gas entrase en contacto con el aire.

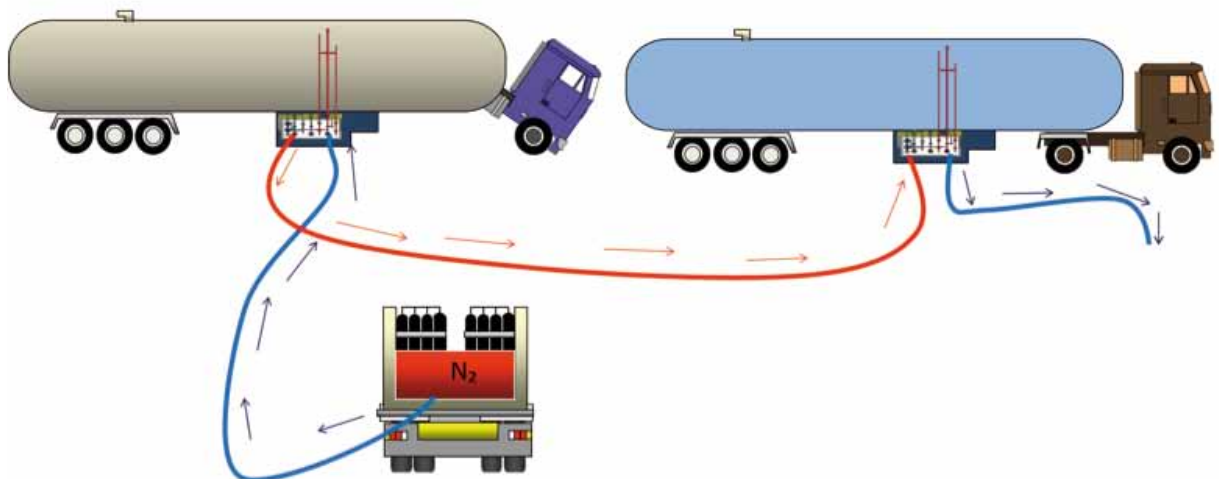


Fig. 20. Trasvase por medio de nitrógeno gaseoso.
(Ilustración autor)

10.3.6. Trasvase empleando una bomba criogénica antideflagrante Ex

No es frecuente que las cisternas actuales de 20 Tn incorporen bomba de trasiego. Es más habitual su presencia en las cisternas pequeñas o medias de 10 o 12 Tn. No obstante, hay empresas transportistas que disponen de cisternas grandes con bombas de trasvase criogénicas rotorias centrífugas accionadas hidráulicamente por el motor del vehículo. Como la bomba funciona con el motor del vehículo en marcha, hay que colocar una malla antichispa en la salida del tubo de escape y poner a tierra la cisterna.

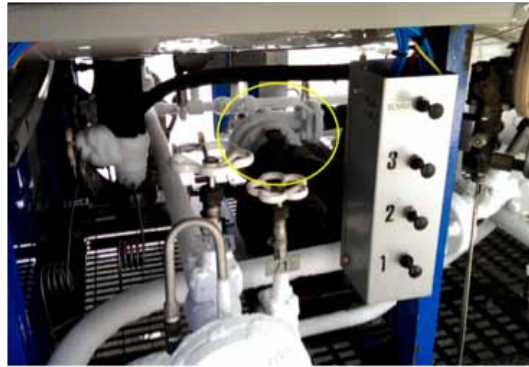


Fig. 21. Traslase con ayuda de una bomba incorporada al vehículo (en círculo amarillo). (Fotos cortesía de ESK)

Para el adecuado funcionamiento de la bomba, se complementa la impulsión por medio de la inyección de gas natural comprimido procedente de un PPR incorporado al vehículo. En las cisternas con bomba criogénica, la conducción de 3" se divide en dos, una de ellas va a la conocida salida en fase líquida y la otra conduce a la entrada de la bomba criogénica. Aunque las cisternas con bomba criogénica se usan para la descarga del GNL en las estaciones satélites, como vimos anteriormente, se puede hacer uso de ellas para "aspirar" el GNL de la cisterna siniestrada y facilitar el trasvase de una a otra.

Otra posibilidad es que se lleve al lugar una bomba auxiliar externa. Por supuesto, al igual que hablábamos para el compresor, debe ser una motobomba "Ex". Habrá que conectar ambas fases líquidas, a través de la bomba, y, en otro circuito, las fases de gas para su equilibrado. Una "bomba auxiliar" para GNL también presenta, al igual que el compresor, problemas de suministro de energía, de traslado, etc. Este tipo de trasvase es similar a cuando se carga la cisterna en la planta de almacenamiento.

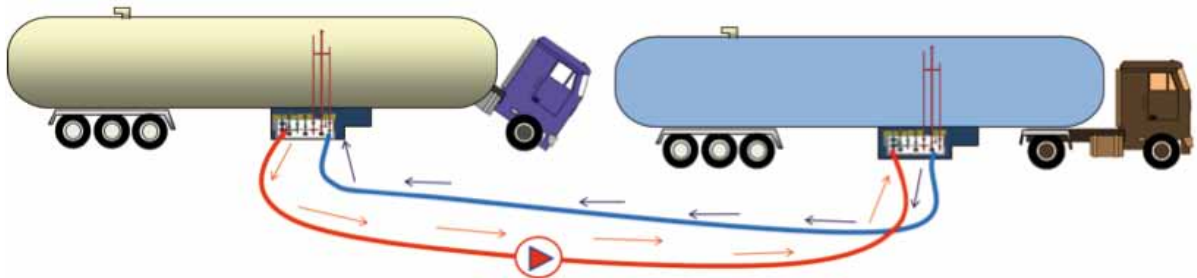


Fig. 22. Traslase por medio de una bomba criogénica antideflagrante portátil. (Ilustración autor)

Si la cisterna está volcada sobre uno de los costados, manteniéndose igual las circunstancias mencionadas anteriormente, al quedar las conducciones interiores de la fase líquida y gaseosa sumergidas en el líquido, no se puede llevar a cabo el trasvase. En este caso se puede hacer uso de las conducciones de carga y descarga de emergencia (que no todas las cisternas las incorporan), que son dos conductos que corren interiormente por la cisterna y que terminan en dos acodamientos a modo de sifón.

En esta posición del vuelco, siempre habrá uno en contacto con la fase gas y otro sumergido en la fase líquida.

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

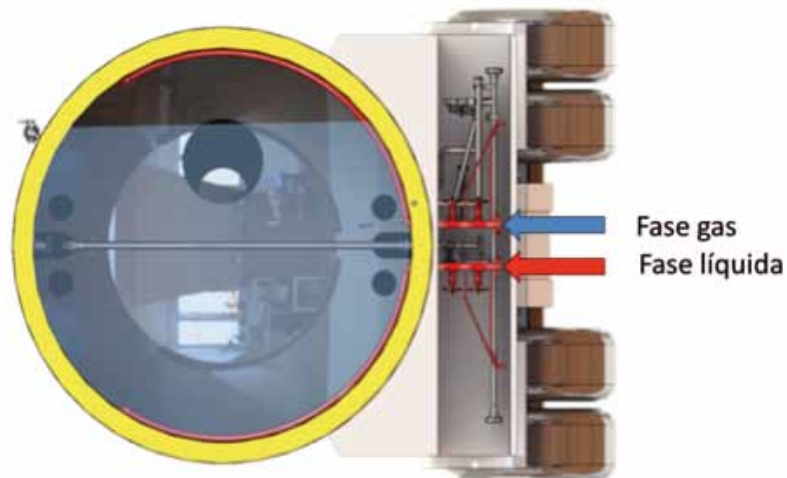


Fig. 23. Cisterna de GNL accidentada sobre un costado y válvulas de vaciado de emergencia. (Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

Sin embargo, estas conducciones de emergencia no pueden hacer su papel cuando la cisterna queda en una situación tan inverosímil como la que se ilustra en la siguiente fotografía.



Fig. 24. Cisterna de GNL accidentada. Cabovilaño (A Coruña). 2003. Tipo 2 (Foto izquierda cortesía de lavozdegalicia.es. Ilustración derecha del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

En estas situaciones, se invertirá el uso de los conductos para la fase gas y líquida para tratar de extraer la mayor cantidad de GNL de la cisterna siniestrada, como ocurre en los accidentes con las cisternas de GLP.





Anexo 11

Vehículos de transporte
de botellas y botellones

índice

- 1. INTRODUCCIÓN.**
- 2. DEFINICIONES.**
- 3. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y FUNCIONALES DE LAS BOTELLAS**
 - 3.1. ELEMENTOS QUE COMPONEN UNA BOTELLA
 - 3.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
 - 3.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD
 - 3.4. IDENTIFICACIÓN DE BOTELLAS DE GASES
- 4. TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GASES. CONDICIONES.**
- 5. OTRAS FORMAS DE TRANSPORTE DE GASES COMPRIMIDOS**
- 6. ACTUACIÓN EN ACCIDENTES CON BOTELLAS DE GASES**



1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se va a tratar el transporte de sustancias peligrosas en recipientes a presión con volúmenes menores al de las cisternas pero con presiones mucho más elevadas (hasta 300 bares) que las usadas en las cisternas. Los depósitos fijos de almacenamiento no se tratan en este capítulo.

El estado y tipo de sustancias usando en el transporte de este tipo de recipiente es semejante a las sustancias transportadas en cisternas y así nos encontramos con gases comprimidos (metano, hidrógeno, monóxido de carbono, oxígeno, nitrógeno), gases licuados (cloro, amoníaco, propano, butano), gases criogénicos (gas natural, argón, nitrógeno, CO₂, oxígeno) y gases disueltos a presión (amoníaco disuelto en agua, acetileno disuelto en acetona) pero con presiones muy superiores. Cada sustancia presenta unos requerimientos concretos lo que conlleva unos recipientes para contenerlos diferenciados.

Vamos a estudiar los distintos tipos de botellas empleadas, elementos constructivos, elementos de seguridad así como su identificación.

2. DEFINICIONES

- Recipiente a presión transportable: término genérico para designar una botella, botellón, botellón criogénico, cilindro o un bloque de botellas.
- Botella: recipiente a presión transportable considerado como de fácil manejo con capacidad no superior a 150 litros.
- Bidón a presión o botellón: recipiente a presión transportable soldado con capacidad superior a 150 y menor de 1.000 litros.
- Botellón o recipiente criogénico: recipiente a presión transportable aislado térmicamente para el transporte de gases licuados refrigerados cuya capacidad no exceda de 1.000 litros.
- Cilindro o tubo: recipiente a presión transportable sin soldadura con capacidad superior a 150 y no superior a 3.000 litros.
- Bloque de botellas: conjunto de botellas unidas entre sí, conectadas mediante una tubería colectora y transportadas como un conjunto indisociable, sólidamente fijados por una armadura metálica, con capacidad no superior a 3.000 litros, o en caso de gases tóxicos de 1.000 litros.
- Botellón: es el recipiente con capacidad superior a 100 litros y que no sobrepase los 1.000 litros, que por sus dimensiones o peso requiere unos elementos adicionales (por ejemplo, aros de rodadura o patines) para facilitar su manejo.
- Gas comprimido: es cualquier gas o mezcla de gases cuya temperatura crítica es menor o igual a -10°C .
- Gas licuado: es cualquier gas o mezcla de gases cuya temperatura crítica es mayor o igual a -10°C .
- Gas inflamable: es cualquier gas o mezcla de gases cuyo límite de inflamabilidad inferior en aire sea menor o igual al 13 por 100, o que tenga un campo de inflamabilidad (límite superior menos límite inferior) mayor de 12 por 100.
- Gas tóxico: es aquel cuyo límite de máxima concentración tolerable durante ocho horas/día y cuarenta horas/semana (TIV) es inferior a 50 ppm. (partes por millón).
- Gas corrosivo: es aquel que produce una corrosión de más de 6 mm/año en acero A-37 UNE 36077-73, a una temperatura de 55°C .
- Gas oxidante: es aquel capaz de soportar la combustión con un oxipotencial superior al del aire.
- Gas criogénico: es aquel cuya temperatura de ebullición a la presión atmosférica es inferior a -40°C .
- Presión de diseño o cálculo: es el valor de la presión que se toma para el cálculo del espesor del recipiente, a la temperatura de diseño y considerando el margen de seguridad adoptado por el diseñador.
- Presión de prueba: es aquella a la que se somete el recipiente para comprobar su resistencia en las condiciones estáticas para las que fue diseñado. Salvo que se indique lo contrario se tomara como presión de prueba 1,5 veces la presión máxima de servicio.
- Presión máxima de servicio o trabajo: es la presión más alta que se puede dar en el recipiente, en condiciones normales de funcionamiento.
- Grado máximo de llenado: es para los recipientes destinados a contener gases licuados el peso máximo de contenido por litro de capacidad del recipiente.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

3. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y FUNCIONALES DE LAS BOTELLAS

Las botellas son recipientes diseñados para contener gases a presión. En función de la sustancia a contener podemos encontrar diferentes formas y materiales de construcción elegidos atendiendo a las propiedades fisicoquímicas de la sustancia envasada. En este anexo se incluyen los recipientes incluidos en la normativa ADR y en el Reglamento de recipientes a presión transportables.

Quedan excluidos de este anexo los recipientes cuya presión máxima de servicio sea inferior a 0,5 bar, los aerosoles, los cartuchos de GLP y extintores, así como aquellos otros recipientes a presión sujetos a normas específicas.

3.1. ELEMENTOS QUE COMPONEN UNA BOTELLA

Existen diferentes elementos que componen una botella. La necesidad y utilización de unos u otros estará determinada por el tipo de sustancia a contener (estado físico, propiedades químicas como toxicidad, inflamabilidad, etc.) y por la presión usada para su almacenamiento.

Componentes de las botellas.

- Caperuza, tulipa, collarín o anillos de protección: elementos de protección de la válvula y de la parte superior de la botella roscado o fijados por un cierre de presión.
- Asas: elementos soldados o roscados que permiten la manipulación del recipiente.
- Válvula: elemento de cierre del recipiente que aseguren la estanqueidad y usado para cargar y descargar el contenido del mismo. Puede llevar asociados elementos de seguridad (disco de rotura) y elementos de control (manómetro, caudalímetro) de forma individual o conjuntamente, como la de válvula de presión residual (VPR) con dispositivo antirretorno. El material de construcción, mecanismos, dimensiones y acoplamientos estarán definidos por el tipo de sustancia y la presión del recipiente.



Disco de rotura



Tulipa, anillo de protección



Manómetro



En las botellas de gases a presión se monta una válvula de asiento protegida por la tulipa, en los casos de gas licuado tendremos dos tipos de válvulas en función de la presión a la que se encuentra el gas licuado. Si la presión es elevada la válvula llevará un disco de ruptura como medida de seguridad. Este tipo se monta en botellas de CO₂ cuya presión no es tan elevada (80 bar).

Existe otro tipo de válvula con dos vástagos y con dos conexiones, una para fase gas y otra para fase líquida. Se marcan las conexiones para identificar cada fase con la palabra "gas" y "líquido". En otros casos con las letras "S" de sonda. La válvula dispone de un tubo buzo que llega hasta el fondo del recipiente.



Las válvulas se someten a pruebas de hermeticidad para comprobar la estanqueidad del asiento, sometiendo a pruebas de resistencia aplicando una presión máxima de ensayo equivalente a una sobrepresión del 15% sobre la presión máxima de servicio grabada en la válvula, a pruebas de resistencia a altas temperaturas (a 60°C y hasta 70°C en casos especiales) y pruebas de resistencia a bajas temperaturas (a -25°C y hasta -40°C en casos especiales).

Como caso especial se deben mencionar la válvula de las botellas de butano, la válvula Kosangas que está formada por un cuerpo de latón que contiene un órgano de cierre roscado al collarín de la botella. Esta válvula tiene como función el llenado de la botella en las plantas y el acoplamiento del regulador para el consumo del gas. Cuando el regulador no se encuentra acoplado, la válvula permanece siempre cerrada.

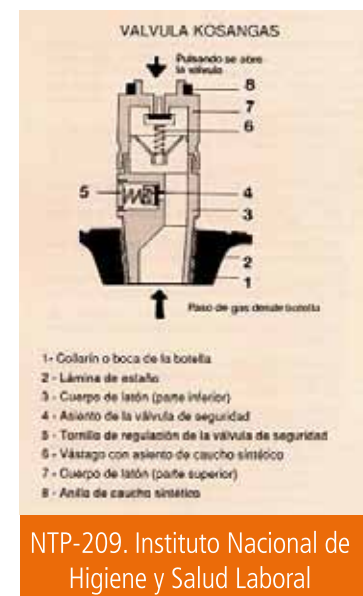


Válvula seguridad

El órgano de cierre de la válvula Kosangas es un vástago dotado de un asiento de caucho sintético, que permanece normalmente cerrado por estar accionado por un resorte y por la propia presión del gas de la botella. La válvula permanece siempre cerrada, salvo cuando se acciona la palanca del regulador colocándolo en la posición de abierta. (Fig. 1)

El mismo cuerpo de la válvula Kosangas dispone de una pequeña válvula de seguridad que evita que la presión en el interior de la botella pueda sobrepasar el valor de 28 Kg/cm². La válvula va acoplada a la botella mediante una rosca cónica. Una lámina de estaño colocada entre las roscas de la válvula y del collarín, asegura su perfecta estanqueidad.

- Ojiva: parte superior de la botella formando parte del cuerpo o unido a este por soldaduras. En la parte superior tenemos el collarín, elemento donde se rosca la válvula.
- Cuerpo: elemento central del recipiente en forma cilíndrica construido en una sola pieza o en varias piezas soldadas denominadas virolas.
- Sistemas de seguridad: elementos de protección ante una sobre presión como son las válvulas de seguridad y los discos de rotura.
- Envoltente: forro exterior de la botella que protege al aislante. Utilizado en botellas criogénicas.
- Fondo: parte inferior de la botella formando parte del cuerpo o unido a este por soldaduras. Podrá ser cóncavo o convexo y de una o varias piezas.
- Soporte: elemento situado por debajo del fondo con objeto de hacer que la botella se mantenga en posición vertical de forma segura.



ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

3.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

3.2.1 Botellas de acero soldado



Recipiente cuya presión de prueba no exceda de 60 kg/cm², de capacidad en agua entre 1 y 150 litros y destinadas a contener y transportar, a la temperatura ambiente, gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

El material para su construcción es acero calmado, elaborado en horno eléctrico, Martin-Siemens u otro procedimiento similar. Este acero debe tener una buena aptitud para ser soldado y embutido, con suficientes garantías, en cuanto a envejecimiento. El cuerpo de las botellas y las partes soldadas al mismo serán de materiales compatibles entre sí. También podrá utilizarse el acero inoxidable. Todas las botellas serán sometidas a tratamiento térmico. En el caso del acero inoxidable el tratamiento debe hacerse después del soldado.

El cálculo del espesor de las partes sometidas a presión en las botellas se realizará en función del límite elástico del material con que se construya, del diámetro y de la presión a la que va a trabajar el recipiente. El espesor mínimo admisible para las partes cilíndricas y fondos debe ser 1,5 mm. para botellas cuya capacidad sea igual o superior a 5 litros y 1,0 para las botellas de capacidad inferior a 5 litros.

Radiografía por puntos en las intersecciones de las soldaduras.

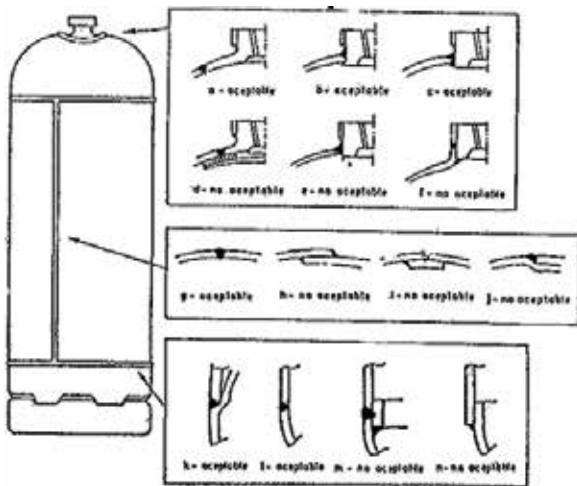


Figura 8: soldaduras aceptables y no aceptables

Una vez fabricadas las botellas, una de cada lote de 200 o menos, se someterán a una serie de ensayos de calidad como son los ensayos de tracción (mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente), ensayos de doblado (mide la capacidad para doblarse hasta llegar a un doblado de radio mínimo sin agrietarse, este ensayo sirve para obtener una idea aproximada sobre el comportamiento del acero a la flexión o esfuerzo de doblado, necesaria para prevenir roturas frágiles durante las manipulaciones); ensayo de resiliencia (valor indicativo de la fragilidad o la resistencia a los choques del material); ensayo de rotura y a un control radiográfico de las soldaduras cuando sea requerido.

La botella se fabricara mediante soldaduras a tope o soldaduras en ángulo con cordón exterior y/o interior de acuerdo a una serie de consideraciones de diseño.

En el caso de soporte, asas y anillos de protección se soldarán mediante soldaduras por resistencia. Las soldaduras se harán antes del tratamiento térmico.

Las válvulas de las botellas de capacidad superior a 5 litros estarán convenientemente protegidas contra cualquier deterioro que pudiera dar lugar al escape del gas mediante la propia concepción de la válvula o de la botella (por ejemplo, collarín de protección), caperuza o similar, atornillada ésta o fijada mediante dispositivos adecuados la cual llevará un orificio de ventilación.

Las botellas que se transporten en cajas o jaulas no precisan de estos dispositivos de protección.

Marcado en botellas con soldadura.

Cada botella llevará en la ojiva de la botella, en una parte reforzada de la misma o en el collarín, que se fijará a la botella de forma permanente, en caracteres visibles y duraderos las siguientes inscripciones como marcado general:

- Nombre del gas.
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Presión de prueba hidrostática (Kg/cm²).
- Capacidad de agua (en litros).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).
- Contraste del experto que llevó a efecto la prueba.
- El símbolo S para las botellas distensionadas.

Las botellas para contener gases comprimidos llevarán, además del marcado general:

- Presión de carga (en kg/cm²) a 15 °C.
- Peso (kg) en vacío, incluido soporte y collarín, pero sin válvula y caperuza.

Las botellas para contener gases licuados y amoníaco disuelto en agua llevarán, además de las marcas generales las siguientes:

- Carga máxima admisible de gas (en kg).
- Peso (kg) en vacío, incluido soporte, collarín y válvula, pero sin caperuza.

3.2.2 Botellas sin soldadura:



Recipiente con capacidad en agua comprendida entre 1 y 150 litros y destinadas a contener y transportar, a temperatura ambiente, gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

El material para su construcción estará en función de la presión que vaya a soportar así se utilizará acero al Cr-Mo u otros aceros aleados, para aquellas botellas cuya presión de prueba hidrostática sea mayor de 100 kg/cm² y de acero al C y C-Mn, para aquellas botellas cuya presión de prueba hidrostática sea igual o menor de 100 kg/cm².

Una vez construida la botella será sometida a un tratamiento térmico específico en función del tipo de acero en que está fabricado el recipiente con objeto de aumentar su resistencia. Después del tratamiento térmico final, el fabricante realizará un ensayo de dureza en todas y cada una de las botellas. La gama de valores de dureza determinados deberá estar dentro de los límites prefijados, de acuerdo con el tipo de acero y de tratamiento térmico.



El cálculo del espesor de las partes sometidas a presión en las botellas se realizará en función del límite elástico del material con que se construya, del diámetro y de la presión a la que va a trabajar el recipiente. En cualquier caso el espesor no será inferior a 1,5 mm. para botellas de capacidad igual o superior a tres litros, ni inferior a 1 mm. para botellas de capacidad inferior a tres litros.

La botella se construirá por forjado o por estampación a partir de un lingote o palanquilla, o bien por fabricación a partir de un tubo sin soldadura o por embutición de una chapa plana. En el proceso de obturación del fondo no se admitirá aportación de metal.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

El collarín y soporte en la base (cuya forme debe aportar suficiente estabilidad), serán de un material compatible con el de la botella, y se unirán siguiendo un método que no sea el de soldadura dura ni blanda, con aportación o sin ella.

Las válvulas correspondientes a los recipientes de más de cinco litros de capacidad se protegerán de los golpes de forma efectiva por el diseño de la envolvente (un saliente protector) o por medio de una fuerte caperuza roscada o ajustada en una forma que ofrezca idéntica seguridad. El medio de unión será distinto de la soldadura blanda o dura.

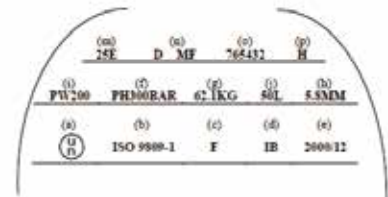
Cuando los recipientes estén destinados a su transporte en jaulas o bastidores no será necesario aplicar estos sistemas de protección.

Una vez fabricadas las botellas se someterán a una serie de ensayos de calidad como son los ensayos de tracción (mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente) , ensayos de doblado (mide la capacidad para doblarse hasta llegar a un doblado de radio mínimo sin agrietarse, este ensayo sirve para obtener una idea aproximada sobre el comportamiento del acero a la flexión o esfuerzo de doblado, necesaria para prevenir roturas frágiles durante las manipulaciones) y ensayo de resiliencia (valor indicativo de la fragilidad o la resistencia a los choques del material).

Marcado en botellas sin soldadura.

Cada botella llevará en la ojiva de la botella, en una parte reforzada de la misma o en el collarín, que se fijará a la botella de forma permanente por medios distintos de la soldadura, en caracteres visibles y duraderos las siguientes inscripciones como marcado general:

- Nombre del gas.
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Presión de prueba hidrostática (Kg/cm²).
- Capacidad (de agua en litros).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).



Además de las marcas anteriores en las botellas destinadas a contener gases comprimidos, llevarán marcado:

- Presión de carga (en Kg/cm²) a 15 °C.
- Peso (en Kg) en vacío, incluido soporte y collarín, pero sin válvula ni caperuza.

Y en el caso de botellas para contener gases licuados y amoníaco disuelto en agua llevarán, además de las marcas generales:

- Carga máxima admisible de gas (en Kg).
- Peso (en Kg) en vacío, incluido soporte, collarín, válvula y caperuza (si es fija).»

3.2.3. Botellas soldadas para cloro líquido:

Botellas de acero soldadas cuya presión de prueba no exceda de 30 kilogramos/centímetro cuadrado, destinadas a contener y transportar cloro líquido a temperatura ambiente.

Se construirán para una capacidad máxima de 100 kilogramos de cloro. El valor máximo prescrito para el grado de llenado será de 1,25 kilogramos de cloro por litro de capacidad.

El cálculo del espesor de las virolas y los fondos, sometidas a presión se realizará en función del límite elástico del material con que se construya, del diámetro y de la presión a la que va a trabajar el recipiente. El espesor mínimo admisible para las partes cilíndricas y fondos no será nunca inferior a 4 mm.

La presión interna en la que se basarán los cálculos es la presión de prueba hidrostática, fijada por el vigente Reglamento de Aparatos a Presión para los envases destinados al transporte de cloro en 22 kg/cm^2 .

La fabricación de estas botellas en cuanto a tipo de soldaduras, condiciones, etc, son semejantes a las recogidas en el apartado de botellas fabricadas con soldaduras pero teniendo en cuenta una serie de especificaciones concretas por el tipo de sustancia recogidas en la MIE-AP-8.

Marcado de las botellas de cloro líquido

Cada botella llevará, en caracteres visibles y duraderos, las inscripciones que se indican a continuación:

- Nombre de gas: «Cloro».
- Marca del fabricante.
- Número del fabricante.
- Presión de prueba hidráulica (en kilogramos/centímetro cuadrado).
- Capacidad (en litros).
- Carga máxima admisible (en kilogramos).
- Peso en vacío (en kilogramos), incluido soporte y válvula (sin caperuza).
- Fecha de la prueba hidráulica (mes y año).
- Marca del experto que llevó a efecto la prueba.
- El símbolo S para botellas distensionadas.
- Nombre o anagrama del comprador.

3.2.4. Botellas de acetileno disuelto:



Recipiente provisto de válvula, con o sin dispositivos de seguridad, conteniendo una masa porosa, un disolvente para el almacenamiento de acetileno y una protección de válvula. La botella para acetileno debe estar de acuerdo con el cálculo, construcción y recepción de botellas de acero con y sin soldadura para gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

La presión de prueba será de 60 kg/cm^2 para las botellas sin tapón fusibles, y de 52 kg/cm^2 para las que vayan provistas de dicho tapón.

Según el ADR, ninguna botella de acetileno puede disponer de tapón fusible.

Masa porosa. Tipos y características.

El acetileno bajo presión puede, aun en ausencia de aire u oxígeno, explotar violentamente, por lo que se envasa y transporta disuelto y no comprimido.

Para disminuir los riesgos de descomposición, las botellas se rellenan de un estabilizador de alta porosidad (masa porosa), que aísla pequeñas cantidades de acetileno en cada poro y actúa como separador que impide la descomposición. Si la botella se calienta lo suficiente para que se inicie la descomposición, alguna de esas pequeñas porciones de acetileno puede empezar a descomponerse lentamente, pero las paredes de la masa porosa separan a las porciones de acetileno y absorben el calor de forma que la descomposición se detiene.

La eficacia de la masa porosa depende del tamaño de los poros. Se distinguen los siguientes tipos de masas porosas:

a) Fibrosas.

Están formadas por materiales fibrosos, tales como amianto, lana de vidrio, seda, lino, etc., solos o mezclados con otros productos pulverulentos. Actualmente son muy poco empleadas.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

b) Granulares.

La masa está formada por diversos productos, con grano de tamaño determinado, perfectamente controlado, mezclado o no con productos pulverulentos, entre los que se encuentran el carbón vegetal, serrín, piedra pómez, gel de sílice (silicagel), kiesselghur, magnesita, carbón activado, etc.

La botella se llena mediante operaciones de sacudida y choque, que hacen que se obtenga un ajuste o apriete máximo de los granos que forman la masa.

La porosidad obtenida con este tipo de masa es del orden de 70 a 80 por 100.

c) Aglomeradas (monolíticas).

Fabricadas con una masa pastosa, de la que al eliminar el agua se forman los poros. Los primeros tipos estaban fabricados con carbón, cemento, amianto y kiesselghur, mezclados con gran cantidad de agua. Las más modernas están fabricadas con silicato cálcico y amianto. El silicato cálcico se forma «in situ» por reacción de sílice y cal. La porosidad varía de 80 a 92 por 100.

Características generales de las masas porosas.

Además de la condición esencial de alta porosidad, las masas porosas deben reunir las siguientes características:

- Estabilidad química.

No deben reaccionar ni catalizar cualquier reacción del acetileno con el disolvente ni con el material de que está fabricada la botella.

- Alta porosidad.

Debe proporcionar el máximo espacio libre para albergar el disolvente y el acetileno, no añadiendo peso muerto innecesario a la botella. Se exigirá una porosidad entre 70 y 92 por 100.

- Estabilidad mecánica.

No deben producirse grietas, fisuras, cavidades o zonas de baja densidad durante el transporte, la utilización y el llenado de las botellas, ya que esto significaría una falta de seguridad en su utilización.

- Seguridad.

La masa debe poder evitar la propagación de la descomposición del acetileno, tanto si ésta empieza en la botella por calentamiento exterior (localizado o general) o por el equipo exterior conectado a la misma (sopletes, retroceso de llama, etc.), o por la influencia de choques violentos, etc. Se tendrá en cuenta que la temperatura exterior máxima de la botella no sea superior a 52°C.

Para la seguridad y garantía de una masa porosa será necesario efectuar ensayo de choque, ensayo de retroceso de la llama, ensayo de temperatura elevada y ensayo de uniformidad de la masa porosa.

La cantidad total de acetileno que se cargará en la botella no deberá exceder de la cantidad correspondiente al tipo de disolvente empleado.

Una vez cargada la botella con acetileno y equilibrada la presión, máxima efectiva en la misma no deberá exceder, a 15 °C, de 18 Kg/cm².

Marcado de las botellas de acetileno.

Las inscripciones se situarán en la ojiva de la botella, en una parte reforzada de la misma debida a su configuración o en el collarín, que se fijará a la botella de forma permanente por medios distintos de la soldadura. En las botellas soldadas dichas inscripciones se podrán grabar en una placa fijada permanentemente a la botella. Cada botella llevará en caracteres visibles y duraderos las siguientes marcas generales:

- Identificación del gas «acetileno».
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Identificación de la masa porosa.
- Marca de identificación del propietario.
- Tara, indicando si es A o S
- Identificación del disolvente si no es acetona.
- Presión de prueba hidrostática (kg/cm²).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).
- Capacidad en agua (en litros).
- Presión de carga autorizada a 15 °C (en kg/cm²).
- Contraste del experto que llevó a efecto la prueba.

3.2.5. Botellas de aleación de aluminio sin soldadura:

Se aplica exclusivamente a botellas de aleaciones de aluminio contempladas en las normas UNE sin soldadura, de capacidad en agua comprendida entre 0,2 y 150 litros y destinadas a contener y transportar, a temperatura ambiente, gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

El cálculo del espesor de las partes sometidas a presión en las botellas se realizará en función del límite elástico del material, del diámetro de la botella y de la presión hidrostática que soportará.

En cualquier caso, el espesor no podrá ser inferior a 1,5 milímetros, a 2 milímetros y a 3 milímetros, según que el diámetro de la botella sea, respectivamente, inferior o igual a 50 milímetros, comprendido entre 50 y 150 milímetros y superior o igual a 150 milímetros.

Una vez fabricadas, las botellas serán sometidas a ensayos de tracción y doblado.

Marcado.

Cada botella llevara inscripciones con caracteres visibles y duraderos y se situarán en la ojiva de la botella, en una parte reforzada de la misma o en el collarín que se fijará a la botella de forma permanente por medios distintos de la soldadura.

- Nombre del gas.
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Presión de prueba hidrostática (kg/cm²).
- Capacidad (de agua en litros).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).
- Marca del experto que llevó a efecto la prueba.

Las botellas para contener gases comprimidos llevarán además de las marcas generales, las siguientes:

- Presión de carga (en kg/cm²) a 15 °C.
- Peso (kg) en vacío, incluido soporte y collarín, pero sin válvula y caperuza.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

3.2.6. Bloques de botellas y los botellones criogénicos:



Destinados a contener gases licuados a baja temperatura (diseñados para temperatura de servicio inferior a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) fabricados por soldadura y provistos de aislamiento térmico con cámara de vacío, con una capacidad inferior a 450 litros de volumen de agua y una presión de trabajo inferior a 35 Kg/cm^2 . pueden utilizarse aquellos materiales compatibles con el producto a contener y que resistan la temperatura mínima de servicio como son acero no aleado, acero al níquel, acero al cromo-níquel o aluminio.

Para el cálculo del espesor de la virola se debe determinar el tipo de código (ASME, SNTC, etc.) y estará en función de la presión de prueba, del diámetro y de la tensión máxima admisible y de un factor que es un coeficiente de seguridad para tener en cuenta la posible debilitación debida a los cordones de soldadura, y nunca inferior a 1,5 milímetros.



Los fondos deben ser de una sola pieza y sin uniones, y podrán ser cóncavos o convexos, siempre y cuando quede justificada su resistencia.

La envoltura exterior en estos recipientes estarán concebidos con envolturas de la cámara de aislamiento capaz de soportar el vacío existente en cámara y diseñada para una presión exterior de 1 kg/cm^2 . Esta envoltura estará construida con materiales ferríticos o aleaciones ligeras y el espesor mínimo de la misma será de 1,5 milímetros.

El aislamiento debe calcularse para que no exista una transmisión de calor de la atmósfera, a temperatura ambiente, al contenido, superior a $0,5\text{ kcal/h}$, por grado centígrado de diferencia de temperatura y por litro de capacidad en agua del recipiente. Debe ser resistente al fuego y no poseer sustancias que puedan contaminarle o poseer otra que por sus características puedan reaccionar con el fluido almacenado.

Equipos de seguridad del recipiente a presión.

Todo recipiente sometido a presión estará provisto al menos de dos válvulas de seguridad o de una válvula de seguridad y un disco de rotura (en este caso la sección del mismo será al menos igual a la de la válvula). Cada uno de estos sistemas de seguridad serán capaces de dejar escapar los gases que se produzcan por evaporación, considerando que el recipiente ha perdido el vacío en la intercámara y de forma que en ningún momento se sobrepase en el caso de la válvula de seguridad el 10 por 100 de la presión máxima de servicio del recipiente y el 30 por 100 de esta presión máxima de servicio para el caso de disco de rotura.

La descarga de las válvulas de seguridad y, en su caso, de los discos de rotura, deberá realizarse de tal forma que se impida eficazmente que el fluido evacuado pueda producir daños a personas o a cosas.



- NIVEL DE LÍQUIDO
- VÁLVULA FASE LÍQUIDA
- VÁLVULA FASE GAS
- VÁLVULA SOBREPRESIÓN
- MANÓMETRO



Estos sistemas de seguridad también serán compatibles con el producto contenido y con las bajas temperaturas a que están sometidos. Las válvulas serán del tipo de cierre «deformable», de elevación total y concebidas de forma que el paso a través de la válvula sea superior al 80 por 100 de la sección neta de paso en el asiento.

El funcionamiento a baja temperatura se garantizará sometiendo una muestra de las mismas a ensayo a baja temperatura. Para impedir la salida de líquido estarán conectadas a la parte más alta del recipiente.

Aquellos recipientes que puedan cargarse según su contenido en volumen, deben estar dotados de algún sistema de nivel. No se admitirán grados de llenado superiores al 95 por 100 de la capacidad en agua del recipiente.

La válvula de seguridad debe dimensionarse y tararse para limitar la presión a 1,10 veces la presión máxima de servicio del recipiente. Si el botellón tiene aislamiento al vacío este valor debe rebajarse en 1 Kg/cm², a no ser que se haya contemplado esta condición en el diseño.

Equipos de seguridad de la envolvente exterior.

En los recipientes con aislamiento por cámara de vacío existirá en la envolvente calorífuga un dispositivo de seguridad que proteja ésta de cualquier presión peligrosa en la cámara de vacío en caso de fuga del recipiente inferior.

Este dispositivo deberá impedir en la cámara todo exceso de presión, abriendo por falta de vacío y asimismo, en las condiciones normales de funcionamiento, debe impedir la entrada de humedad y conservar el vacío en la cámara. Su diseño será para una presión exterior de 1 kg/cm² y su sección mínima será de 0,150 cm² por litro de capacidad equivalente en agua almacenada en el recipiente.

Una vez fabricadas las botellas se someterán a una serie de ensayos de calidad como son los ensayos de presión, ensayos mecánicos, ensayo de resiliencia (valor indicativo de la fragilidad o la resistencia a los choques del material), ensayo de soldadura y a una inspección radiográfica.

Marcado.

Debe marcarse cada recipiente en la ojiva del recipiente exterior o colocando una placa en la misma o en su aro protector firmemente sujeta, con los siguientes datos:

- Presión de trabajo (máxima).
- Presión de prueba.
- Temperatura de servicio (mínima).
- Contraseña de aprobación del tipo.
- Marca del fabricante.
- Número de serie.
- Tara del recipiente con todo el equipo necesario.
- Peso máximo del contenido para cada gas.
- Fecha de la prueba inicial.
- Contraseña de la persona o Entidad que ha realizado la prueba.
- Marca o nombre del propietario.
- Nombre de los gases autorizados a contener.
- Volumen geométrico en litros.

3.2.7. Botellones de gases con y sin soldadura:

Recipiente de acero cuya capacidad en agua comprendida entre 100 y 1.000 litros, destinados a contener y transportar, a temperatura ambiente, gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

El material utilizado para la fabricación de los botellones soldados debe ser acero calmado, elaborado en horno eléctrico, «Martin Siemens» u otro procedimiento similar.

Los botellones de acero sin soldadura se fabricarán perfectamente:

- En acero al Cr-Mo u otros aceros aleados, para aquellos botellones cuya presión de prueba sea mayor de 100 kg/cm².
- En acero al C y C-Mn, para aquellos botellones cuya presión de prueba sea igual o menor de 100 kg/cm².

Todos los botellones serán sometidos a tratamiento térmico.

El cálculo del espesor de las partes sometidas a presión en los botellones se realizará en función del límite elástico del material con que se construya, del diámetro y de la presión a la que va a trabajar el recipiente. El espesor mínimo admisible será de 5 milímetros.

Las válvulas se protegerán de los golpes en forma efectiva por el diseño de la envolvente (un saliente protector) o por medio de una fuerte caperuza roscada o ajustada en una forma que ofrezca idéntica seguridad.

Cuando los recipientes se destinen a su transporte en jaulas, o bastidores, no será necesario aplicar sistema de protección de las válvulas.

Una vez fabricados los botellones, se someterán a una serie de ensayos de calidad como son los ensayos de tracción (mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente), ensayos de presión, ensayo de soldado, ensayo de doblado y a un control radiográfico de las soldaduras cuando sea requerido.

Marcado de los botellones.

Cada botellón llevará, en caracteres visibles y duraderos, las inscripciones que se indican en este apartado. Dichas inscripciones irán en la ojiva del botellón o en el collarín, que se fijará al botellón.

- Marcas generales.
- Nombre del gas.
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Presión de prueba (kg/cm²).
- Capacidad nominal (en agua, en litros).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).
- Marca del experto que llevó a efecto la prueba.
- Símbolo W para los botellones templados en medios que poseen una velocidad de enfriamiento superior a 80 por 100 de la del agua, sin aditivos, a 20°C y revenidos posteriormente.

Los botellones para contener gases comprimidos llevarán, además de las marcas generales, las siguientes:

- Presión de carga (en kg/cm²) a 15 °C.
- Peso (kg.) en vacío.

Los botellones para contener gases licuados y amoníaco disuelto en agua llevarán, además de las marcas generales las siguientes:

- Carga máxima admisible de gas (en kilogramos).
- Peso (kg) en vacío.

3.2.8. Botellas de gases licuados del petróleo (GLP):

Recipientes destinados al almacenamiento de gas licuado G.L.P. Dichos envases están formados por dos piezas o casquetes de chapa de acero unidos por una soldadura ecuatorial. Se componen, además de un collarín o boca, del mismo tipo de acero que los casquetes, con un orificio roscado en su centro para el alojamiento de la válvula, de dos asas en el casquete superior y un aro base, fijado por varios puntos de soldadura al fondo de la botella, de acuerdo con las especificaciones marcadas en el punto 3.2.1 Botellas de acero soldadas, de este capítulo.

Las características constructivas de las botellas UD-125 y UD-110 son:

Diámetro exterior 300 mm

Capacidad 26,1 litros (tolerancia + 0,5 litros)

Altura sin válvula 475 mm (tolerancia ± 5 mm)

Espesor de chapa 3,2 mm (tolerancia $\pm 0,2$ mm)

Peso en vacío 13,9 (tolerancia $\pm 0,9$ kg)

Todas las botellas se someten a una prueba de presión hidráulica de 30 kg/cm², y una vez superada ésta y montada la válvula se realiza otra con aire, a 7 kg/cm² para comprobar la estanquidad de la unión roscada.

Además de las pruebas mencionadas, de cada doscientas botellas fabricadas, una de ellas, elegida al azar, se somete a presión hidráulica hasta su rotura, debiendo superar los 85 kg/cm².

3.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD.

La seguridad en los recipientes a presión se consigue gracias a la aplicación de varias medidas, por una parte con el diseño del recipiente (cálculo de espesores, tipos de materiales, etc.), por otra con los elementos de seguridad (válvulas de seguridad, discos de rotura, válvulas de descarga, etc.), por último con el control del grado de llenado y mediante las revisiones y pruebas periódicas.

Estas medidas vienen definidas por diferentes normativas. Por una parte las normas UNE e ISO, por otra la normativa sobre construcción de envases a presión y por último la que se establece en los reglamentos de transportes de mercancías peligrosas como el ADR, RID, AITA y normativa sobre transporte marítimo y fluvial.

Las válvulas, tuberías y otros accesorios sometidos a presión, excluyendo los dispositivos de descompresión, deberán diseñarse y fabricarse para que la presión de rotura sea por lo menos 1,5 veces la presión de prueba del recipiente a presión.

Las válvulas de las botellas y botellones de gases licuados podrán estar equipadas con válvulas de seguridad o discos de rotura, tarados a una presión inferior a la presión de prueba del recipiente.

No se admitirán estos elementos en los recipientes destinados a contener gases tóxicos.

Las botellas de acetileno podrán estar equipadas con tapones fusibles tarados a presión inferior a la de prueba de la botella.



Figura 1.2. Botellas de propano

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Los botellones criogénicos llevarán una válvula de seguridad, que deberá abrirse a la máxima presión de servicio, pudiendo existir otra válvula o un disco de rotura tarado a la presión de prueba. Estos elementos deben poder actuar a la temperatura de servicio más baja prevista y estarán conectados a la fase gaseosa.

La presión de disparo de estos equipos de seguridad no podrán superar la presión de prueba del recipiente y la presión de cierre excepto en los discos de rotura no será inferior a la presión de carga de la botella a 55° C.

El caudal mínimo de los discos de rotura de las botellas y botellones de gases licuados (excepto los botellones criogénicos) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 2 \times 0,58 \times W$$

Siendo:

Q = Caudal de aire en m³/h. a 6kg/cm² y 20. C.

W = Capacidad de la botella en litros de agua, pero no menos de 12 litros.

El caudal mínimo de las válvulas de seguridad de botellas de gases licuados debe ser el correspondiente a la siguiente fórmula.

$$Q = 2 \times 0,084 \times (P+1) W$$

Siendo:

Q = Caudal de aire en m³/h. a la presión P y a 20. C.

W = Capacidad de la botella en litros de agua, pero no menos de seis litros.

P = Presión de disparo de la válvula en kg/cm.

Protección de las válvulas.

Las válvulas de las botellas de capacidad superior a 5 litros estarán convenientemente protegidas contra cualquier deterioro que pudiera dar lugar al escape del gas mediante la propia concepción de la válvula o de la botella (por ejemplo, collarín de protección), caperuza o similar, atornillada ésta o fijada mediante dispositivos adecuados, la cual llevará un orificio de ventilación.

Las botellas que se transporten en cajas o jaulas no precisan de estos dispositivos de protección.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE BOTELLAS

Con la entrada en vigor del Real decreto 2060/2008 y la ITC-EP 6, la norma UNE-EN 1089-3:2004 reemplaza a la ITC -AP-7 en lo relativo a la identificación de botellas de gas mediante colores.

En la norma de nueva aplicación se definen como instrumentos de identificación a tres elementos:

1. Marcado (π)
2. Etiquetas de precaución (etiquetas tipo banana)

Es el primer y principal soporte indicativo del contenido de una botella. La etiqueta recoge las informaciones obligatorias en relación al gas de la botella. Los textos y símbolos de la etiqueta se elaboran de acuerdo con la reglamentación vigente. En ellas se recogen los siguientes datos:



Fuente: Carburos Metálicos

1. Denominación del gas
2. Símbolo de riesgo, clase y N° UN
3. Frase de riesgo
4. Frase de seguridad
5. Fabricante
6. Aplicación del gas

Desde 1 de diciembre de 2010, los requisitos del Reglamento de la Unión Europea sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado (Reglamento CLP 1272/2008) son de cumplimiento obligatorio para el etiquetado de los recipientes a presión para gases puros. Para las mezclas, son obligatorios desde el 1 de enero de 2015. El Reglamento CLP implementa el Sistema Globalmente Armonizado para la clasificación y etiquetados de productos químicos (SGA) de Naciones Unidas (ONU).



De acuerdo a esta normativa nos encontramos que el acetileno disuelto (UN 1001) o del hidrógeno (UN 1049) debe incluir en sus etiquetas:



GHS04
Gas bajo presión (G2)

En el caso de etileno:



GHS04
Gas bajo presión (G2)

GHS07
Toxicidad aguda categoría 4 (peligro al inhalar) (HA)

y para el óxido de etileno:



GHS04
Gas bajo presión (G2)

GHS07
Toxicidad aguda categoría 4 (peligro al inhalar) (HA)





ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

3. Colores en las ojivas

Se establece un nuevo sistema de códigos de colores para la identificación del riesgo asociado al contenido de una botella de gas, conforme con el rombo de riesgo de las etiquetas y como complemento a las etiquetas. Se clasifican en tóxico, y/o corrosivo, inflamable, oxidante e inerte.

RIESGO	COLOR
Tóxico	Amarillo Zinc (RAL 1018)
Corrosivo	Amarillo Zinc (RAL 1018)
Inflamable	Rojo Fuego (RAL 3000)
Oxidante	Azul Claro (RAL 5012)
Inerte	Verde Amarillento (RAL 6018)

Identificación de gases específicos

Acetileno	Rojo Óxido (RAL 3009)	
Oxígeno	Blanco Puro (RAL 9010)	
Óxido Nitroso	Azul Genciana (RAL 5010)	
Butano/Propano	Naranja	

El color del riesgo se identifica en la parte superior de la botella, en la ojiva. Los gases industriales tendrán una ojiva monocolor que identifica el riesgo principal del gas.

El color de la parte inferior a la ojiva, el cuerpo de la botella, es de libre aplicación y no se identifica con el riesgo, pudiendo ser elegido por el fabricante a condición de que no genere confusión con los colores de riesgo.

Para los gases medicinales y respirables, se aplica un color específico para cada gas excepto en el caso de mezclas.

Gases inertes para aplicaciones medicinales:

Argón	Verde Esmeralda (RAL 6001)	
Nitrógeno	Negro Azabache (RAL 9005)	
Dióxido de Carbono	Gris Polvo (RAL 7037)	
Helio	Marrón Oliva (RAL 8008)	

Mezclas de gases medicinales y respirables que contienen oxígeno:

Aire o Aire Sintético	Blanco Puro+ Negro Azabache
Helio/Oxígeno	Blanco Puro+ Marrón Oliva
Oxígeno/Dióxido de Carbono	Blanco Puro+ Gris Polvo
Oxígeno/Óxido Nitroso	Blanco Puro+ Azul Genciana

Estos colores no deben utilizarse para gases industriales que contengan estos productos.

Todas las botellas, en conformidad con esta norma, y que cambien de color, deben llevar la letra "N" marcada dos veces en puntos diametralmente opuestos sobre la ojiva de la botella y de un color distinto de los colores de la ojiva. Con una altura igual a la mitad de la altura de la ojiva.

El cuerpo de la botella y la tulipa pueden ser de colores destinados a otros fines, aunque no deben inducir a una mala interpretación del riesgo.

Si una botella de gas tiene dos propiedades de riesgo, la ojiva debe ser pintada con el color correspondiente al riesgo primario. El color de riesgo secundario puede aplicarse también a la ojiva, en forma de bandas o cuarterones (no es obligatorio)



Fuente: Carburos Metálicos

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Con objeto de mejorar la identificación de los botellones criogénicos se les proveerá de una etiqueta (mediante pintado o procedimiento similar) identificativa del gas contenido, con las características siguientes:

Gas	Fondo	Letras
Oxígeno	Blanco	Negra
Nitrógeno	Negro	Blanca
Argón	Verde	Blanca
Dióxido de Carbono	Gris	Negra
Oxido Nitroso	Azul	Blanca

Las letras deberán tener una altura mínima de 5 centímetros y un grosor de 0,5 centímetros. Se colocaran dos etiquetas en el cuerpo del botellón, situadas de forma que siempre sea posible su lectura con independencia de la situación del botellón.

4. TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GASES. CONDICIONES

Las mercancías peligrosas no deben ser embaladas en un mismo embalaje exterior o en grandes embalajes, con otras mercancías peligrosas o no, si pudieran reaccionar peligrosamente entre sí provocando:

- a) una combustión y/o un fuerte desprendimiento de calor
- b) un desprendimiento de gas inflamable, asfixiante, comburente o tóxico
- c) la formación de materias corrosivas
- d) la formación de materias inestables.

La forma en que las diferentes empresas preparan sus botellas depende de razones económicas y logísticas.

La nomenclatura utilizada para denominar a las botellas, de forma general, es la capacidad de estas en volumen de agua, así las botellas que tienen capacidad de 50 litros se las denomina B50, las que tienen capacidad de 20 litros de agua se las denomina B20 y las de 5 B5.

Como ejemplo, en las tablas siguientes, se encuentran de los datos de las botellas de gases de una casa comercial.

Botellas Individuales

GASES	BOTELLA							
	Tipo	Dimensiones Aprox. Altura(mm) Diámetro (mm)		Presión Máx. kg/cm ²	Capacidad Aprox.			Peso Aprox Botella llena
Oxígeno Nitrógeno Argón Helio Hidrógeno Mezclas	50 L	1.680	230	200	Gas(m ³)	kg	Agua	
					10		50	85
	20 L	950	207	200	4		20	36
	5 L	570	145	200	1		5	10
Acetileno	40 L	1.345	230	18		7	40	83
CO ₂	50 L	1.680	230			37,5	50	105

Bloque de Botellas

GASES	BOTELLA							
	Nº Botellas	Dimensiones Aprox.			Presión Máx. kg/cm ²	Capacidad Aprox.		Peso Aprox Lleno
		Largo	Ancho	Alto		Gas(m ³)	kg	
Oxígeno	12	1.050	820	1.940	200	120		1.395
Nitrógeno								
Argón								
Helio								
Hidrógeno	16	1.050	1.050	1.940	200	160		1.810
Mezclas								
	28	1.790	1.070	1.855	200	280		2.950
Acetileno	10	1.210	550	1.820	18		70	988
CO ₂	12	1.050	820	1.940			450	1.350

Botellas:

La forma más habitual utilizada en el transporte de botellas es el uso de jaulas en las que se sujetan las botellas con cadenas o eslingas pudiendo llegar a un máximo de 16 botellas por jaula



Cestas: conjuntos de 16 botellas B50 independientes

Los recipientes a presión deben estar cerrados y estancos de manera que eviten escapes de gas. En el caso de las materias pirofóricas, mezclas inflamables y materias tóxicas con una CL50 menor o igual a 200 ml/m³, las salidas de las válvulas estarán provistas de tapones o caperuzas (sombretetes) para mantener la presión que aseguren la estanqueidad de los recipientes a presión con una rosca adaptada a las salidas de las válvulas.

Los recipientes a presión que contengan materias tóxicas con una CL50 menor o igual a 200 ml/m³ (ppm) no deben disponer de dispositivos de alivio de presión. Se instalarán dispositivos de alivio de presión en recipientes a presión UN para el transporte de los n° ONU 1013 dióxido de carbono y 1070 protóxido de nitrógeno. Las botellas individuales y las botellas reunidas en un bloque deben tener una capacidad máxima de 85 litros.

Las botellas aisladas y toda botella de un bloque materias tóxicas con una CL50 menor o igual a 200 ml/m³ deberán tener una presión de ensayo superior o igual a 200 bar y un espesor de pared de 3,5 mm., si son de aleación de aluminio, y de 2 mm., si son de acero. Las botellas aisladas que no se ajusten a esta disposición deberán transportarse con un embalaje exterior rígido capaz de proteger eficazmente las botellas y sus accesorios y satisfacer el nivel de prueba del grupo embalaje tipo I según el ADR.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Bloque de Botellas:



Bloques: conjuntos de 16 botellas B50 inter-conexionadas entre sí mediante un colector y terminando en una válvula de descarga.

Los recipientes a presión montados en un bloque deberán tener un apoyo estructural y conectarse entre sí para formar una unidad. Las botellas deberán ser fijadas de manera que se evite cualquier movimiento en relación al conjunto estructural y todo movimiento que pueda ocasionar tensiones locales peligrosas. Los conjuntos de tuberías colectoras (por ejemplo tubos colectores, válvulas y manómetros) deben estar protegidas de los impactos y de las fuerzas que se originan durante el transporte. Las tuberías colectoras deberán ser sometidas al menos a la misma presión de prueba que las botellas. Las válvulas, tuberías y otros accesorios sometidos a presión, excluyendo los dispositivos de descompresión, deberán diseñarse y fabricarse para que la presión de rotura sea por lo menos 1,5 veces la presión de prueba del recipiente a presión.

Para gases licuados tóxicos, cada recipiente a presión deberá tener una válvula de aislamiento para asegurar que cada recipiente pueda llenarse por separado y que no se produzca ningún intercambio de contenidos de los recipientes a presión durante el transporte.

En el caso de que se ensamblen recipientes en un bloque materias pirofóricas y mezclas inflamables, cada uno de ellos deberá estar provisto de una válvula individual que debe ir cerrada durante el transporte, y la salida de la válvula del tubo colector debe estar equipado de un tapón o de un sombrerete roscado que asegure la estanqueidad a los recipientes a presión. Los tapones o sombreretes deberán estar provistos de roscas adaptadas a las salidas de las válvulas.

En el caso de materias tóxicas con una CL50 menor o igual a 200 ml/m³, todas las botellas de un mismo bloque deberán ir provistas de una válvula individual que tendrá que ir cerrada durante el transporte. Después del llenado, la tubería colectoras debe vaciarse, purgarse y obturarse. Los bloques de botellas que contengan flúor comprimido (nº ONU 1045) podrán estar equipados con una válvula de aislamiento, por grupos de botellas que no superen 150 litros de contenido total en agua, en lugar de con una válvula de aislamiento por botella.

En cuanto al tipo de vehículo en el que transportan tenemos dos tipos desde el punto de vista de la distribución, son:

Transportes primarios: semiremolques.



Transportes secundarios: camiones caja fija de diferentes tamaños en los que se transportan bloques, conjuntos, botellas sueltas o armarios.



Un caso especial de transporte primario y secundario son los vehículos de GLP en los que solo se permite el transporte de gas butano y gas propano. Presentan diferentes formatos aunque los más usados normalmente son la botella UD-125, cuya carga nominal es de 12,5 kg de butano, la UD-60 o el modelo actualizado K-6 de 6 kg o la UD-110, análoga a la anterior, que contiene 11 kg de propano o en formato de 35 kg. También se consideran en este grupo las botellas para automoción de 12 kg.



Otro tipo de distribución es la utilizada para el transporte de gases criogenizados (oxígeno y nitrógeno) envasados entre 4 y 15 bares. Este tipo de contenedores se denominan "rangers" y se presentan con diferentes volúmenes llegando hasta los 180 litros de capacidad. Están contruidos en acero inoxidable y presentan una serie de válvulas y de elementos de seguridad así como un serpentín gasificador en su interior.

Los botellones criogénicos deberán ir en colores claros (blanco, plateado, etc.) e identificarán el gas contenido, pintando su nombre en el cuerpo del mismo con letras de un mínimo de 5 centímetros de altura, en dos lugares opuestos, si el espacio lo permite.



ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

El transporte de botellones interconectados para gases como hidrógeno y helio se realizan en semirremolques de botellones, dispuestos en sentido horizontal o vertical, denominados vehículos batería o según el ADR, contenedores de gases de elementos múltiples (CGEM).



Los CGEM deberán ser diseñados y contruidos con soportes que asegure su estabilidad durante el transporte y garantizando la protección de los colectores y accesorios mediante el montaje de la protección contra choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales; la protección contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor; la protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor y la protección de los elementos y equipos de servicio contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor.

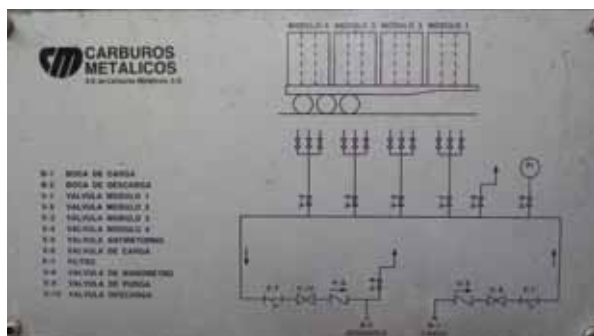
Estos contenedores poder llenarse y vaciarse sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales. Debe tener miembros estabilizadores exteriores a sus elementos que le den integridad estructural para la manipulación y el transporte. Los CGEM estarán diseñados y contruidos con apoyos que les den una base segura durante el transporte y con puntos de fijación para su elevación y amarre que permitan izar.

Los colectores, los accesorios de vaciado (encastres de los tubos, dispositivos de cierre), y las válvulas de cierre deben estar protegidos contra el riesgo de ser arrancados por fuerzas exteriores y los dispositivos de llenado y vaciado (incluidas las bridas y los tapones roscados) y todas las cápsulas protectoras deberán poderse asegurar contra cualquier apertura fortuita.

Cada uno de los elementos destinados al transporte de gases tóxicos están provistos de una válvula que los aíse.

El colector para gases licuados estará diseñado de tal forma que los elementos se puedan llenar separadamente y se mantengan aislados mediante una válvula capaz de ser bloqueada en posición cerrada. En los CGEM destinados al transporte de gases inflamables los elementos estarán divididos en grupos de no más de 3.000 litros, cada uno aislado por una válvula y deberán poder conectarse a tierra.

Para los orificios de llenado y vaciado de los CGEM, en cada tubo de vaciado y llenado se instalarán dos válvulas en serie en posición accesible. Una de las dos válvulas se puede reemplazar por una válvula antirretorno.



Los dispositivos de llenado y vaciado se pueden fijar a un colector. En las secciones de tubería que se pueden cerrar en ambos extremos y donde puede quedar líquido atrapado, se puede instalar una válvula de descompresión que evite una acumulación de presión excesiva.

El caudal combinado de los dispositivos de descompresión si están instalados debe ser suficiente para que, en condiciones en que el CGEM esté totalmente envuelto en llamas, la presión (incluida la presión

acumulada) en el interior de los elementos no sea superior a 120% de la presión establecida en el dispositivo de descompresión.

Cada uno de los dispositivos de descompresión, en las condiciones de llenado máximo, deben estar en comunicación con el espacio de vapor de los elementos para el transporte de gases licuados. Una vez instalados los dispositivos se situarán de tal manera que el vapor pueda escapar hacia arriba y libremente evitándose así toda colisión entre el gas o el líquido que escapa con el CGEM, sus elementos o el personal y estarán dispuestos para evitar que éstos sufran daños en caso de vuelco del CGEM.

Las materias tóxicas con una CL50 inferior o igual a 200 ml/m³ no pueden transportarse en tubos o bidones a presión o botellones o CGEM y deben satisfacer las disposiciones de la disposición especial de embalaje determinadas en el ADR. No obstante, la mezcla de monóxido de nitrógeno y tetróxido de dinitrógeno (nº ONU 1975) puede ser transportada en bidones a presión o botellones.

5. OTRAS FORMAS DE TRANSPORTE DE GASES COMPRIMIDOS

En los años 80 se comenzaron a comercializar vehículos ligeros alimentados con gas licuado del petróleo (GLP). Gracias a los adelantos tecnológicos, en la actualidad están apareciendo en el mercado vehículos ligeros y pesados alimentados por otros gases y por mezclas de combustible líquido-gas inflamable. Dentro de los gases tenemos gas natural licuado (GNL), gas natural comprimido (GNC) e hidrógeno y dentro de las mezclas tenemos gasolina-gas propano y gasóleo-gas propano en proporciones que varían desde el 50% de gas en la mezcla hasta el 90%.

Vehículos alimentados por gas licuado del petróleo. AutoGas.

El denominado AutoGas que se compone de una mezcla de GLP butano (C₄H₁₀)-Propano (C₃H₈) para su uso como carburante está definido a nivel europeo por la Norma UNE EN 589.

El AutoGas en su estado natural es gaseoso a temperatura ambiente y presión atmosférica. Para obtener líquido, estado en el que se suministra, se debe someter al AutoGas a presión relativamente baja que oscila entre 4 y 8 atmósferas. Su densidad en estado líquido a 15°C es de 0.564 Kg. /l. Los depósitos instalados en los vehículos pueden ser de forma cilíndrica o con forma tórica que se adapta al hueco de la rueda de repuesto.

El uso de este combustible solo se realiza en vehículos con sistemas de combustión con chispa, es decir, motores de gasolina. Los componentes de un equipo a AutoGas son: depósito, vaporizador, red de tuberías, dispositivo de inyección y unidad electrónica de control.

Para proceder al llenado de un vehículo, el GLP es bombeado desde el depósito de almacenamiento y suministrado en estado líquido, por medio del aparato surtidor, al depósito incorporado en el vehículo (volumen entre 40-60 litros). El procedimiento del suministro es muy similar al que se utiliza para repostar gasolina. A la válvula colocada en el lateral del vehículo se conecta el boquerel de la manguera del surtidor de GLP, por un sistema de acoplamiento rápido y totalmente estanco. Ya en el vehículo, el GLP en estado líquido sale del depósito (a una presión de entre 8-9 kg/cm²) y antes de llegar al motor pasa por un reductor-vaporizador, en el cual el GLP pasa del estado líquido al gaseoso (a una presión de 1,5 kg/cm²), modo en el que se introduce a través de los inyectores en cada uno de los colectores de aspiración de los cilindros del motor para su combustión.

Como medidas de seguridad lleva una válvula de retención que se cierra en caso de flujo elevado, es decir que ante un escape y al producirse una elevada descarga se cierra automáticamente, un dispositivo de limitación del llenado de forma que el volumen de llenado, permitido no supere el 80% del volumen máximo del depósito (la fracción restante es necesaria, en caso de aumento de la temperatura, como cámara de expansión para el gas licuado), una válvula de sobrepresión tarada 25 bares y una válvula de seguridad contra sobrettemperatura.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Vehículos pesados alimentados por gas natural licuado o comprimido



El GNL (Gas Natural Licuado) se almacena criogenizado en estado líquido en los depósitos a temperaturas de entre -100°C a -196°C y a baja presión, concretamente a una presión de trabajo de 16 bar para reducir hasta tres veces su volumen.

La propia presión del gas provee de fuerza de alimentación. El gas, líquido y frío atraviesa un intercambiador de calor ("vaporizador") que usa el refrigerante de motor para calentar el líquido y cambiar su estado, para poder ser consumido en los cilindros en forma de gas.

Los vehículos llevan dos depósitos situados una a cada lado de la cabeza tractora con volúmenes variables entre 350 y 450 litros. Son de acero inoxidable y tienen las mismas consideraciones que un depósito criogénico. La válvula de sobrepresión esta tarada a 22,1 bares.

En el repostaje se deben considerar las medidas de seguridad que se emplean con cualquier otro líquido criogénico usando guantes especiales y pantalla de protección para la cara.

El GNC (Gas Natural Comprimido) se almacena a 200 bar y llega al motor a 8 bar. Su autonomía lo hace especialmente adecuado para vehículos pesados de transporte urbanos para distribución como carrocería de lonas, plataformas, cajas abiertas o vehículos algo más especiales como los vehículos recogida de basuras, etc. Los depósitos se están fabricando en Composite frente al acero ya que favorece el hecho de que sean más ligeros y de mayor duración (20 años de vida útil).

Existen diferentes configuraciones de almacenaje, las más habituales son la distribución de esta capacidad en un total de 8 depósitos de 220 litros cada uno dispuestos transversalmente y la disposición longitudinal con cuatro depósitos de 320 litros. Presentan dos posibilidades de especificación de boquillas, conforme a las necesidades y a la tipología de las estaciones de carga.

Vehículos de hidrogeno

Existen dos tipos de motores que emplean hidrógeno (gas incoloro, inodoro, insípido, no metálico y altamente inflamable):

- motores de combustión: el hidrógeno se quema en un motor de explosión, de la misma forma que la gasolina.
- motores de conversión de pila de combustible: está compuesto de dos partes. En la primera el hidrógeno se convierte en electricidad a través de pilas de combustible en la que se lleva a cabo un proceso de electrólisis similar a una batería convencional, con la diferencia de que en este caso se necesita reabastecimiento continuo de los reactivos consumidos, (fuente externa de combustible(H₂) y de oxígeno). Los únicos residuos que produce este proceso son agua y calor en el movimiento de motores eléctricos. Y la segunda parte es el motor eléctrico, la electricidad producida mediante esta reacción se emplea en el movimiento del coche.

De todos los componentes de este sistema nos vamos a centrar en lo que son de nuestro interés como son los tanques de hidrógeno. Estos tanques almacenan el hidrógeno líquido a 700 bares de presión y 253 grados bajo cero. Los principales problemas que se deben resolver son tanto la seguridad del depósito como su peso. Actualmente los tanques se están fabricados en composite, material muy ligero y extremadamente resistente. Además, van forrados por dentro con un lienzo de nylon que evita cualquier filtración con objeto de contrarrestar la elevada volatilidad del hidrógeno.

6. ACTUACIÓN EN ACCIDENTES CON BOTELLAS Y BOTELLONES

Incendio de un matadero de ganado en Yeles. Toledo. En su interior se encontraron tres tipos diferentes de botellas. Las tres botellas estuvieron expuestas a temperaturas muy próximas. Cada una sufrió una afectación diferente.



Los accidentes con botellas y botellones los podemos diferenciar en dos grupos. Los producidos por el uso y manipulación de los recipientes y los producidos en el transporte.

El mayor número de accidentes o incidentes recogidos en las distintas empresas manipuladoras de botellas de gases a presión son los provocados por golpes en la grifería con resultado de ruptura o de fuga. Los accidentes recogidos en otros entornos como industrias, laboratorios, hospitales, etc son principalmente, los producidos con los componentes denominados flexibles, que son los elementos que componen las instalaciones de gases realizadas entre la botella y el punto final de consumo del gas.

En la siguiente tabla se recogen los riesgos existentes y las causas que los producen:

Suceso	Causa	Consecuencia/ Riesgo
Caída de botellas	<ul style="list-style-type: none"> • por poca estabilidad (no estar sujetas) • por golpes 	Rotura y proyección del recipiente Traumas Fuga del gas
Desconocimiento del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • manejo por personas sin formación • utilización inadecuada • uso de materiales incompatibles • fumar/encender llamas durante su manejo 	Incendio Asfixia Intoxicación
Uso indebido	<ul style="list-style-type: none"> • escape del producto • montaje incorrecto en instalaciones • botella en mal estado. • retorno de la llama en soldadura (soplete) • carga inapropiada, sobrepresión • sobrecalentamiento de las botellas 	Incendio y/o Explosión Quemaduras por calor
Incendio y/o explosión	<ul style="list-style-type: none"> • deterioro o desgaste de la grifería • deterioro o desgaste de rosca 	Inhalación de gases tóxicos Quemaduras por frío

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES



PRODUCTO	VOLUMEN OCUPADO POR 1 Kg DE PRODUCTO		RELACIÓN DE VOLUMEN ENTRE LIQUIDO Y GAS
	LITROS EN FASE LIQUIDA	LITROS EN FASE GAS	
OXIGENO	0,87	753,4	858
NITROGENO	1,25	861,5	686
ARGON	0,73	603,7	829
HELIO	6	5602,2	929
DIOXIDO DE CARBONO	1,4	547	390
PROTÓGENO DE			
NITROGENO	1,09	543,1	496
ETILENO	1,7	861,5	503

Botellas de gas reventadas por presión con desprendimiento de esquirlas



Botella de acero al carbono

Botella de aluminio

Ante un accidente con botellas de gases con presencia de calor hay que tener en cuenta dos efectos: el debido al aumento de presión por calentamiento del gas y el debido al debilitamiento del acero con el que está construido el recipiente.

El primer caso se produce en los gases licuados cuyo volumen aumenta mucho cuando se produce un calentamiento excesivo. En estos recipiente se montan válvulas de seguridad o discos de rotura que en caso de aumento de presión interna se abrirán con objeto disminuir la presión hasta niveles de seguridad.

En el segundo caso y de forma genérica, el acero disminuye su resistencia mecánica en torno al 50% cuando se expone a temperaturas de 500-600°C. En torno a los 300°C la presión de la botella, también debilita el material en los supuesto en los que se vea afectada la resistencia del recipiente, ante un fallo de esta se pueden producir ondas expansivas a causa de la explosión con los consecuentes daños en elementos de estructuras afectadas(cristales, etc) y daños en la propia estructura de edificaciones cercanas y el riesgo de proyección de fragmentos de la propia botella. Es por esta razón que las distancias de botellas de gases y fuego son las que se consideran para una explosión.

Los accidentes producidos en el transporte que afectan a botellas los podemos clasificar en tres tipo:

- los producidos en el propio transporte , como los derivados de accidentes de tráfico, (vuelcos, salidas de vía, colisiones, etc) o los producidos en los propios vehículos como incendios.
- los producidos en los procesos de carga y descarga.
- los producidos en las botellas instaladas como parte integrante dentro de los propios vehículos como son los depósitos de combustible de autogas, de GNL, de GNC o de hidrógeno.

En la siguiente tabla se recogen los riesgos existentes y las cusas de los accidentes en el transporte de botellas incluyendo los tres tipos.

Suceso	Causa	Consecuencia/ Riesgo
Caída de botellas	<ul style="list-style-type: none"> • en procesos de carga y descarga • por accidente de tráfico 	Proyección de botellas Traumas Fuga de gas
Incendio del vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • sabotaje o vandalismo • incendio de partes mecánicas • incendio de una fuga 	Incendio y/o Explosión Quemaduras por calor
Colisión y/o vuelco de vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • por accidente de tráfico • otras causas 	Proyección de botellas Incendio y/o explosión Fuga de gas
Fugas en botellas	<ul style="list-style-type: none"> • golpes en grifería • rotura de latiguillos 	Proyección de botellas Quemaduras por frio



A continuación se detallan las medidas a tomar en la actuación con botellas tanto si están en instalaciones fijas (industrias, laboratorios, talleres, etc) como si se trata de accidentes en el transporte de las mismas en vehículos pesado o ligeros.

Actuación sobre grupos de botellas en transporte.

- Contactar con personal especializado de la empresa transportista o con el propietario.
- Establecer la zonificación en función del volumen del transporte, corte de carretera incluso valorándose la evacuación de zonas habitadas cercanas.
- Si el transporte accidentado es un vehículo con varios tipos de gases se deben tratar de acuerdo a los establecido para la botellas de forma independiente pero iniciando la actuación por las que presenten mayor riesgo:
- En caso de que exista botellas con fuga inflamada o afectadas por fuego, se atenderá inicialmente a estas.
- A continuación a las botellas fugando y/o botellas que hayan sufrido algún daño en su estructura.
- Después el resto de botellas siendo retiradas, si es posible, por el gas de mayor riesgo. Se ubicarán en posición vertical y en un lugar seguro pero accesible hasta que llegue el vehículo que las retire. Un ejemplo de ubicación segura en caso de accidente en la vía pública es apoyando la botellas en el guardarraíl , sujeta a este con una eslinga para evitar su caída y por delante del vehículo accidentado.

Medida generales de manejo de botellas

- Evitar siempre que reciban golpes o caigan al suelo.
- Las botellas con caperuza no fija no se asirán por ésta.
- Evitar el arrastre, deslizamiento o rodadura de las botellas en posición horizontal. Moverlas, incluso para cortas distancias, empleando carretillas adecuadas y utilizando cadenas o abrazaderas para sujetarlas. Si no se dispone de dichas carretillas, efectuar el traslado sujetando las botellas por su parte superior, ligeramente inclinadas, y haciéndolas girar sobre su base.
- Utilizar guantes (limpios de grasa) y calzado de seguridad.
- Para la carga/descarga de botellas está prohibido emplear cualquier elemento de elevación de tipo magnético o el uso de cuerdas, cadenas o eslingas si no están equipadas de elementos para permitir su izado con tales medios. Puede usarse cualquier sistema de manipulación o transporte (carretillas elevadoras, etc.), si se utiliza una cesta, plataforma o cualquier otro sistema que sujete debidamente las botellas (portabotellas, contenedores o jaulas adecuadas).

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Actuación con botellas. Ver Ficha de intervención J

Al igual que sucede cuando nos encontramos frente a un siniestro con cualquier mercancía peligrosas , nuestro primera labor es la identificación de la sustancia presente. En los siniestros en los cuales están involucradas botellas de gases sucede lo mismo. Ahora bien, hay muchas ocasiones en las que es imposible saber qué tipo de sustancia está involucrada ya que la existencia de botellas es un riesgo asociado al incidente principal como sucede en incendios en talleres, incendios en industrias, accidentes de tráfico, etc y además, en muchos casos resulta imposible su identificación in situ por la ubicación o por efecto de los humos que enmascaran los colores identificativos de las botellas.

Esto obliga a tomar medidas de seguridad máximas por tener que considerar que nos encontramos siempre ante el peor de los supuestos.

El nivel de protección a utilizar será el adecuado a la sustancia en concreto.

Todas las botellas con gases a presión son susceptibles de sufrir un accidente que produzca explosión. Siempre que se presuponga esta posibilidad bien sea por calentamiento como por daños físico o mecánico del embase se deben tomar las medidas pertinentes de medidas de seguridad y de protección a los intervinientes y a la población(evacuación).

Como referencias para saber si la botella ha sido afectada por el incendio nos podemos fijar en:

- abultamiento en la pared de la botella ¡Extrema precaución!
- etiquetas quemadas
- anillos de plástico de la válvula fundidos o claramente dañados
- pintura de la botella quemada o con ampollas
- al aplicar agua en la superficie de la botella, ésta se evapora o seca rápidamente.

En todos los casos se debe consultar las fichas de seguridad de compuesto implicado en el accidente.

Esquema general de actuación en caso de fuga.

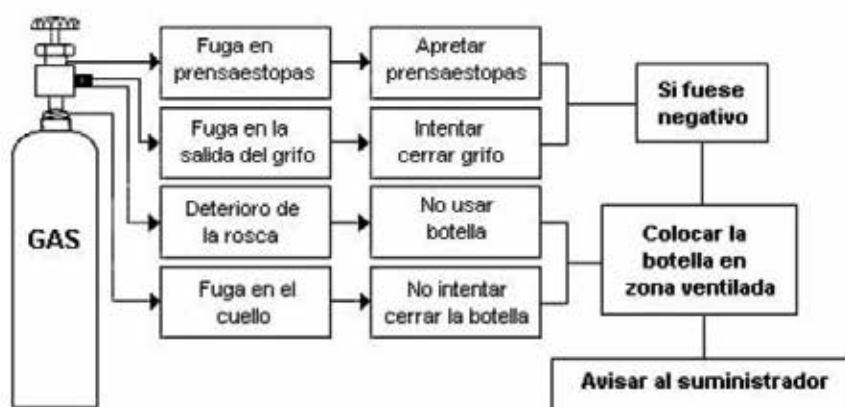


Fig 11: Secuencia de actuación

Fuente: Nota Técnica de Prevención NTP 397.

Botellas de gas: riesgos genéricos en su utilización. Francisco Alonso Valle. INSHT

Tabla de clasificación de gases atendiendo al riesgos que presentan.

NO INFLAMABLES NO CORROSIVOS BAJA TOXICIDAD	INFLAMABLES NO CORROSIVOS BAJA TOXICIDAD	INFLAMABLES CORROSIVOS TOXICOS	NO INFLAMABLES CORROSIVOS TOXICOS	ESPONTANEAMENTE INFLAMABLES	MUY VENENOSOS
AIRE	ACETILENO	AMONIACO	CLORO	DISILANO	ARSINA
ARGON	ALENO	BROMURO DE ETILO	FLUOR	SILANO	CIANÓGENO
HELIO	BUTANO	BROMURO DE METILO	BROMURO DE HIDRÓGENO	BROMOTRIFLUOR ETILENO	CLORURO DE NITROD- SILO
DIÓXIDO DE CARBINO	BUTENO	BROMURO DE VINILO	CLORURO DE HIDRÓGENO		DOBORANO
HEXAFLUORURO DE AZUFRE	1,3 BUTADIENO	DICLOROSILANO	CLORURO DE CIANÓGENO		DIOXIDO DE NITRÓ- GENO
HEXAFLUOR PROPILENO	CICLOPROPANO	DIMETILAMINA	DIÓXIDO DE AZUFRE		FORFINA
KRIPTOM	CIS 2 BUTENO	ETILAMINA	FLUORURO DE CARBONILO		FOSFÓGENO
NEÓN	CLOROTRIFLUOR ETILENO	FLUORURO DE VINILO	FLORURO DE HIDRÓGENO		GERMANO
NITRÓGENO	CLORURO DE ETILO	METILAMINA	FLUORURO DE SULFURILO		ÓXIDO NITRICO
OXIDO NITROSO	DEUTERIO	METILMERCAPTANO	HEXAFLUORURO DE TUNGSTENO		PENTAFLORURO DE ANTIMONIO
XENÓN	DIMETILETER	MONOETILAMINA	HEXAFLUORACETONA		PENTAFLORURO DE ARSÉNICO
OXÓGENO	2,2 DIMETIL PROPANO	MONÓXIDO DE CARBONO	IODURO DE HIDRÓGENO		SELENIURO DE HIDRÓ- GENO
PERFLUOR PROPANO	ETILACETILENO	NIQUEL CARBONILO	PENTAFLUORURO DE BROMO		TRIFLORURO DE ARSENICO
	ETILENO	OXIDO DE ETILENO	PENTAFLORURO DE FOSFORO		TRIOXIDO DE NITRÓ- GENO
	GAS NATURAL	ÓXIDO DE PROPILENSULFURO	PENTAFLUORURO DE IODO		
	FLUORURO DE METILO	SULFURO DE C ARBONILO	PERFLUOR-2 BUTENO		
	HIDRÓGENO	SULFURO DE HODRÓGENO	TETRAFLUORURO DE AZUFRE		
	ISOBUTANO	TRIETILAMINA	TETRAFLUORURO DE SILICIO		
	ISOPENTANO	TRIMETILAMINA	TRICLORURO DE BORO		
	ISOBUTILENO		TRIFLORURO DE BORO		
	METANO		TRIFLORURO DE BROMO		
	METANOL		TRIFLORURO DE FOSFORO		
	METILACETILENO		TRIFLORURO DE NITRÓGRNO		
	3 METIL BUTENO 1 PROPADIENO		TRIFLORURO DE CLORO		
	PROPANO				
	PROPILENO				
	TETRAFLUORETILENO				
	TETRAFLUORETILENO				

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Actuación con botellas de gases inflamables.

Riesgos: incendio por fuga, quemaduras por calor, explosión por roturas del envase por sobrepresión.

- Fuga de gas sin incendio.
 - Intentar cerrar la grifería de la botella. Si la fuga se produce un bloque de botellas no se puede cerrar ninguna botella. Van unidas y no se pueden independizar. Tener en cuenta que se producirá el vaciado de todas las botellas.
 - Ubicar la botella o bloques en espacios abiertos lejos de otros riesgos (eléctricos, población, edificios...) consideración tanto el efecto del gas como la posible ignición de la fuga. Mantener en posición vertical y de acuerdo a las instrucciones anteriores de manejo de botellas.
 - Preparar un tendido de 25 Ø en prevención.
 - Considerar el escenario como un entorno ATEX. NO UTILIZAR aparatos eléctricos (teléfonos móviles, walkie) ni fuentes de calor a chipas en las inmediaciones. Especial cuidado a las cargas electrostáticas. Si es un bloque de botellas considerara la posible toma a tierra del bloque sobre todo con hidrógeno y acetileno.
 - Ventilar para diluir la nube de gas.
- Fuga de gas con incendio.
 - Intentar cerrar la grifería de la botella con protección de cortina de agua, al disminuir el flujo de gas las llamas disminuirán hasta apagarse.
 - Si no es posible cerrar la botella dejar arder en un lugar seguro refrigerando el recipiente.
 - Refrigerar con un tendido de 25 Ø y tener preparado otro en prevención.
 - Refrigerar y retirar las botellas que se puedan ver afectadas por las llamas ubicándolas en espacios abiertos lejos de otros riesgos (eléctricos, población, edificios...). Siempre en posición vertical y de acuerdo a las instrucciones anteriores de manejo de botellas .
 - NO extinguir una fuga de gas ardiendo. La fuga de gas inflamable puede formar una mezcla explosiva con el aire y producir una explosión.
 - Como excepción a lo anterior, se podrá apagar una fuga ardiendo cuando:
 - Impida el rescate de una persona atrapada
 - Incida sobre elementos que generan un riesgo mayor
 - La fuga de gas sea pequeña, que no existan punto de ignición cercanos que pudieran provocar la reignición, que se mantenga refrigerada y que se pueda ubicar en lugar seguro en el exterior en poco minutos.



Actuación con botellas de GLP.

Caso particular de los anteriores por el tipo de válvula y por el uso tan extendido.

- Fuga de gas sin incendio.

En caso de fuga en una botella que no puede ser desplazada a un lugar seguro (botella fugando dentro de un vehículo sin posibilidad de ser extraída) se puede intentar poner el regulador siguiendo los siguientes pasos:

Equipados con nivel I, se prepara el regulador en posición de abierto.

Se coloca sobre la válvula Kosangas.

Una vez bien asegurada se cierra la válvula.

- Fuga de gas con incendio.

En caso de incendio que afecte a una botella con el regulador puesto, el anillo negro es de un material que con el aumento de temperatura, en cuestión de pocos minutos se deforma, liberando el regulador y por lo tanto permitiendo que la botella se cierre por si sola.



En caso de fuga por la válvula incendiada y si se considera necesario apagarla por alguno de los motivos expuestos en el apartado de actuación con botellas de gases inflamables, se puede hacer colocando un objeto como una chapa metálica o semejante, en la salida del gas en el cono interno correspondiente a la zona reductora de la llama y por lo tanto de menor temperatura y presionando para conseguir una discontinuidad en la salida del gas que provoque el apagado de la llama.



Otra actuación particular sobre este tipo de envases es el caso de fuga de la válvula sin llama, muy corriente. En la mayoría de los casos es por un fallo en el cierre de la válvula. Para cortar la fuga, se puede actuar sobre el pistón central empujándolo con un destornillador hacia el interior favoreciendo que recupere su posición correcta cerrándose la botella.



En el caso de que estos envases se encuentren sometido a acción del fuego y pueda aumentar su temperatura y por lo tanto la presión interior, se producirá la apertura del disco de rotura con objeto de disminuir la sobrepresión y evitar la posible explosión.

Actuación con botellas de acetileno.

Un golpe "mecánico" por sí solo NO puede iniciar la descomposición en una botella si no ha sufrido calentamiento o ha sido dañada previamente. Mover una botella puede alimentar la descomposición, pero no iniciarla.

- Fuga de gas sin incendio.

Cuando una botella que presenta pérdida y/o fuga no debe moverse y se permitirá que fugue libremente. Se evaluará el riesgo de posible incendio o explosión. Se tendrá control sobre temperatura de la botella por si existe aumento imprevisto, esto puede ser debido a que fugas importantes pueden acelerar descomposición.

Si la botella no ha estado expuesta directamente a la llama, una vez enfriada a temperatura ambiente, no será necesario 24 horas de enfriamiento. Una vez enfriada una botella a temperatura ambiente, no existe evidencia de que se pueda producir algún fallo.

En presencia de varias botellas Si por apilamiento o resultar enterradas bajo escombros, etc y solo podemos enfriar una parte de las botellas (50%), podremos considerar un incremento de la fase de enfriamiento de hasta 3 horas

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

- Botella afectada por el incendio. Con fuga o sin fuga incendiada.

Uno de los problemas que tenemos en este caos es la descomposición del acetileno, este proceso comienza a temperaturas por encima de 300° C debido al efecto aislante del relleno de la botella.

Como referencias para saber si la botella ha sido afectada por el incendio nos podemos fijar en:

- abultamiento en la pared de la botella ¡Extrema precaución!
- etiquetas quemadas
- anillos de plástico de la válvula fundidos o claramente dañados
- pintura de la botella quemada o con ampollas
- al aplicar agua en la superficie de la botella, ésta se evapora o seca rápidamente.

IMPORTANTE AVISO DE PELIGRO

Como particularidad recalcar que en el caso del acetileno, a diferencia del resto de gases, si han saltado los dispositivos de sobrepresión y el gas fuga, tanto si está inflamado como sin inflamar, supone un incremento del riesgo de fallo mecánico de la botella. NO es un signo de seguridad.

Las medidas de actuación que a continuación se detallan son las derivadas del Informe Fuego Investigación Técnica 1/2007 sobre la *Seguridad en cilindros que contienen acetileno durante y después de su participación en un incendio* llevado a cabo por el Grupo de Fuego y Explosión del Laboratorio de Ciencias de la Salud y Seguridad del Departamento de Comunidades y Gobierno Local de Reino Unido.

- Establecer como distancia de seguridad: 100m.
- Extinguir el incendio que afecta a la botella. NO mover la botella.
- Enfriar durante una hora utilizando monitores para aplicar agua pulverizada desde posiciones seguras. Observar el efecto del enfriamiento observando el secado rápido y/o evaporación del agua en la superficie de la botella.
- Se monitoriza la temperatura, (WettingTest) verificando el estado de la botella tomando la temperatura en intervalos de 15 min con termómetro de infrarrojos y/o cámara térmica. Se considerará enfriamiento efectivo cuando la temperatura de la botella se ha reducido a temperatura ambiente. Ahora si se puede desplazar el recipiente si es necesario.
- Si la temperatura no ha descendido volver a enfriar durante otra hora desde lugar seguro controlando de la temperatura hasta que alcance la temperatura ambiente.
- Una vez enfriada, avisar al suministrador y mantener en observación durante 24 horas.

Actuación con botellas de gases corrosivos.

- Corrosivos son materiales que pueden atacar y destruir químicamente los tejidos corporales expuestos. Los corrosivos también pueden dañar e incluso destruir el metal. En las actuaciones con gases corrosivos de debe emplear el nivel de protección 1.
- Riesgos:
 - explosión: rotura del envase por sobrepresión o por acción química del gas
 - intoxicación: fugas a la atmósfera

- asfixia: desplazamiento del aire en espacios confinados,
- quemaduras químicas: destrucción de tejidos
- Fuga de gas sin incendio.
 - Cortar el flujo de gas cerrando la botella si es posible.
 - Ubicar la botella en lugar seguro , acordonando la zona y teniendo en cuenta la dirección de viento.
 - Control de la nube del gas con ventilación o dilución. CUIDADO!! Valorar el uso de cortinas de agua ya que puede reaccionar con gas siendo contraproducente.
 - En algunos casos se postula la posibilidad de que ante sustancias corrosivas e inflamables , se puede eliminar el gas mediante la inflamación de este. Esta medida se debe considerar con mucha atención pues los gases de la combustión pueden ser más peligrosos que el propio escape.
 - Si se dispone de medios y equipos suficientes se puede intentar neutralizar el escape de gas mediante el uso de compuestos específicos recogiendo los gases y haciéndolos burbujear en la disolución neutralizante.
 - En algunos países se utilizan kits especialmente diseñados para contener gases de este grupo como el cloro .
- Fuga de gas con incendio.
 - Cortar el flujo de gas cerrando la botella si es posible, con protección de cortina de agua.
 - Ubicar la botella en lugar seguro , acordonando la zona y teniendo en cuenta la dirección de viento.
 - Los gases producidos pueden ser más tóxicos que el propio escape. Valorar la extinción de la fuga.
 - Refrigerar el embase y control de efecto de las llamas en el entorno.



Actuación con botellas de gases tóxicos.

En las actuaciones con gases tóxicos de debe emplear el nivel de protección 1.

Riesgos:

- explosión: rotura del envase por sobrepresión o por acción química del gas
- intoxicación: fugas a la atmósfera
- asfixia: desplazamiento del aire en espacios confinados.
- Fuga de gas sin incendio.
 - Cortar el flujo de gas cerrando la botella.
 - Ubicar la botella en lugar seguro , acordonando la zona y teniendo en cuenta la dirección de viento.
 - En algunos casos se postula la posibilidad de que ante sustancias tóxicas e inflamables , se puede eliminar el gas mediante la inflamación de este. Esta medida se debe considerar con mucha atención pues los gases de la combustión pueden ser más peligrosos que el propio escape.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

- Fuga de gas con incendio.
 - Cortar el flujo de gas cerrando la botella si es posible, con protección de cortina de agua.
 - Ubicar la botella en lugar seguro , acordonando la zona y teniendo en cuenta la dirección de viento.
 - Los gases producidos pueden ser más tóxicos que el propio escape. Valorar la extinción de la fuga.
 - Refrigerar el embase y control de efecto de las llamas en el entorno.

Actuación con botellas de gases oxidante. Comburentes.

Los gases comburentes no arden, pero soportan y aceleran la inflamación de las materias combustibles. Las sustancias combustibles y otras que normalmente no arden en aire pueden hacerlo violentamente en presencia de un alto porcentaje de oxígeno. Los rangos de inflamabilidad de los gases inflamables son mayores en presencia de oxígeno que en aire.

Ejemplos de estos gases son el oxígeno, el protóxido de nitrógeno y el aire comprimido. Los dos primeros muy usados en el ámbito hospitalario.



Riesgos:

- explosión: rotura del envase por sobrepresión o por reacción química del gas.
- incendio: por combustión de otros productos o por desplazamiento del aire en espacios confinados.
- Fuga de gas sin incendio.
 - Cortar el flujo de gas cerrando la botella. Usar guantes para riesgo químico.
 - Ubicar la botella en lugar seguro teniendo en cuenta que se deben mantener alejadas las materias orgánicas y otras sustancias inflamables, como aceite, grasa, algodón, madera, pintura, disolventes, trapos o residuos que puedan llevar grasa o aceite, etc.
 - Ventear a la atmósfera y evitar la generación de fuentes de ignición (interruptores, motores, golpes entre metales, roces, etc.).
 - En caso alta concentración de oxígeno, sacar al accidentado al aire libre. Si las ropas se saturan de oxígeno, quitarlas y ventearlas durante 30 minutos por lo menos.
 - Cuando un líquido criogénico alcance al cuerpo, lavar la parte afectada con abundante agua fría durante al menos 15 minutos y acudir al médico.
- Fuga de gas con incendio.
 - En caso de incendio cortar el flujo de gas con protección de cortina de agua y apagar las llamas circundantes.
 - Mantener las botellas refrigeradas proyectándoles agua pulverizada.

Actuación con botellas de gases licuados a presión. Gases criogénicos. Gases inertes.

Son gases incoloros, inodoros e insípidos.

Los gases licuados a presión son los gases licuados el aire como el oxígeno, nitrógeno, argón , helio y dióxido de carbono. Todos ellos alcanzan temperatura muy bajas, criogénicos.

Los gases inertes no reaccionan en condiciones normales. No arden ni soportan la combustión. Si desplazan el aire, pueden provocar asfixia en atmósferas confinadas o poco ventiladas. El argón y el dióxido de carbono son más pesados que el aire y se acumulan en las zonas bajas.



Riesgos:

- explosión: rotura del envase por sobrepresión
- quemaduras por frío: contacto en piel, mucosas de los gases a bajas temperaturas
- asfixia: desplazamiento del aire en espacios confinados o por atmósferas suboxigenadas
- atmósferas sobreoxigenadas: posibles incendios de sustancias no inflamables en situaciones normales. El aumento de la concentración de oxígeno hace que el punto de inflamación de algunas sustancias disminuya.
- Fuga de gas sin incendio.
 - Intentar cerrar la botella usando guantes especiales de protección criogénica si no existe riesgo.
 - Ventilar el área contaminada y sacar el recipiente a la atmósfera abierta, si fuera posible.
 - En caso de salpicadura por líquido criogénico, lavar la parte afectada con agua abundante, durante al menos 15 minutos, y acudir al médico.
 - Atención a los espacios confinados. Los gases más pesados que el aire se pueden acumular en las zonas bajas. En caso de duda sobre la atmósfera existente en un lugar, utilizar el explosímetro para medir concentración de oxígeno antes de entrar, utilizar ERA o, en su defecto, ventilar mediante aire forzado durante un tiempo suficiente.
- Fuga de gas con incendio.
 - Por sus propiedades es imposible que produzcan incendio a excepción del oxígeno que ya está estudiado en el apartado de gases oxidantes-comburentes.
 - Los gases inertes apagan el fuego por sofocación. Los medios de extinción deben ser adecuados a los materiales que estén ardiendo junto a las botellas.
 - Apagar las llamas circundantes a los recipientes y tanques.
 - Mantenerlos fríos mediante la proyección de agua pulverizada
 - En el caso de que un incendio afecte a un recipiente de estos gases y aumente la temperatura de forma importante en el interior, las válvulas de seguridad dispararan liberando gas.

Actuación en vehículos que usan gases como combustible.

Uno de los primeros problemas que no encontramos al enfrentarnos ante un incidente en un vehículo es poder identificar qué tipo o tipos de combustible usa ya que en función de esto nuestra forma de intervenir cambiará drásticamente.

Algunos vehículos pesado que usan gases como combustible llevan identificaciones cerca a la boca de carga de combustible del tipo pero otros muchos no.

De esta forma nos vemos indefensos ante la necesidad de saber a que nos enfrentamos. Tan solo no puede ayudar la inspección de la boca de carga y observar que tipo de boca presenta, así podremos tener las típicas de combustibles líquidos (gasolina o gasoil) . las de GNL de carga rápida o lenta, las de GLP, las tomas de corriente de eléctricos, etc.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES



En un futuro cercano, a través de la nueva clasificación de la DGT del parque de vehículos en función de su potencial contaminante y con origen en el Plan nacional de calidad del aire y protección de la atmósfera 2013-2016, podremos saber qué tipo de combustible usa el vehículo con observar en el parabrisas las pegatinas siguientes:



Turismos; furgonetas ligeras, vehículos de más de 8 plazas y vehículos de transporte de mercancías clasificados como vehículos eléctricos de batería (BEV), vehículo eléctrico de autonomía extendida (REEV), vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV) o vehículos de pila de combustible.



Turismos, furgonetas ligeras, vehículos de más de 8 plazas y vehículos de transporte de mercancías clasificados como vehículos híbridos enchufables con autonomía <40km, vehículos híbridos no enchufables (HEV), vehículos propulsados por gas natural, vehículos propulsados por gas natural (GNC y GNL) o gas licuado del petróleo (GLP).



Vehículos de más de 8 plazas y de transporte de mercancías, tanto de gasolina como de diésel.

Actuación en vehículos propulsados por gas natural comprimido (GNC).

EL GNC es usado como propulsor, principalmente, en vehículos de transporte de personas y concretamente en autobuses interurbanos e intraurbanos.

Existen diferentes modelos y marcas de autobuses que usan este tipo de combustible pero en todos el sistemas de funcionamiento es igual. Se compone de una toma de carga (que puede ser de alta o baja velocidad); un sistema de almacenaje en botellones a alta presión (200-220 atm) ; un reductor de presión de doble efecto (doble cámara que reduce la presión de 200 kg/ cm² a 12 kg/ cm² y posteriormente a 8-9 kg/ cm²) y por último pasa a los inyectores del motor.

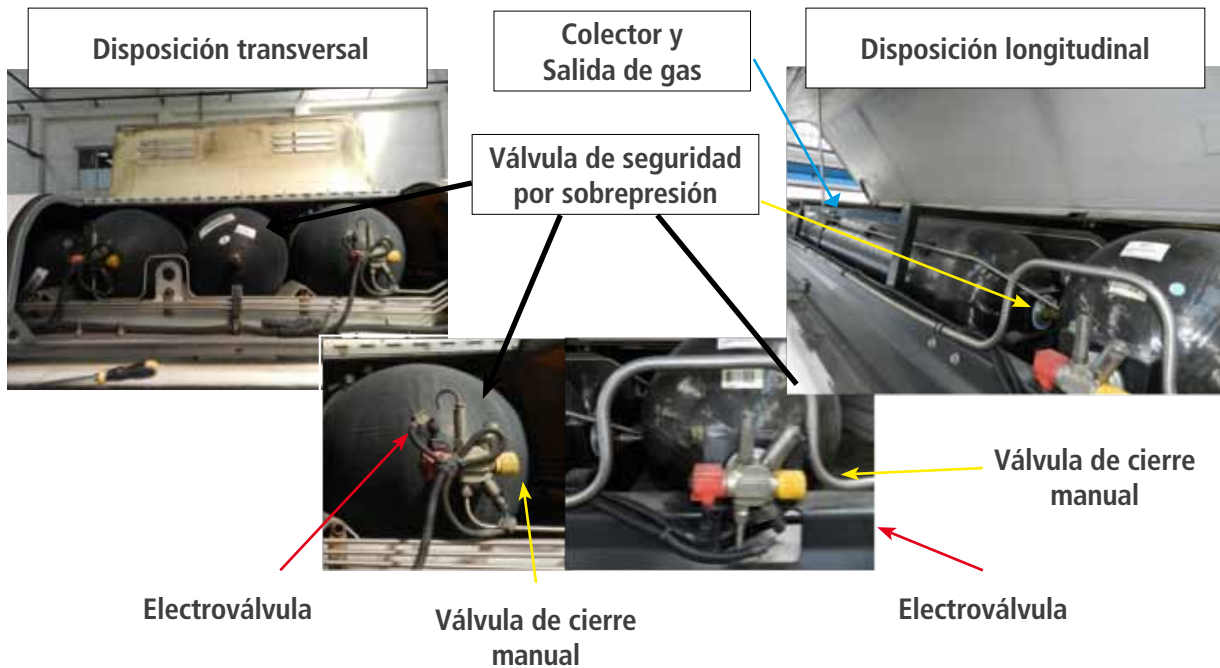
Los botellones objeto de nuestro estudio tienen una capacidad de 220 litros (8 unidades en disposición transversal) o 310 litros(4-5 unidades en disposición longitudinal), fabricados en acero al carbono o en fibra de carbono respectivamente y ambos forrados de fibra de vidrio. Van situados en el techo de los autobuses, en la parte superior delantera, protegidos por una caja denominada coloquialmente como "joroba".



Ubicación de botellones

- Fuga de gas sin incendio.

En el caso de fuga de algún botellón o de algún colector, la actuación se debe dirigir a aislar todos los botellones actuando sobre la válvula de cierre manual de cada botellón. La posición de las válvulas variará en función de si la disposición de los botellones es longitudinal o transversal.



En el caso del disparo de la válvula de seguridad de sobrepresión, la salida del gas puede producirse por diferentes lugares. En algunos casos, las puertas de la cobertura de las botellas llevan rejillas de ventilación, en otros no esparciéndose el gas por toda la "joroba".

- Fuga de gas con incendio en el vehículo.

En el caso de incendio tenemos dos posibilidades:

- que el incendio sea en partes del vehículo ajenas a los depósitos y estos se vean afectados.
- que el incendio afecte a la fuga de gas de los botellones.

Si en incendio es del primer tipo además de actuar en la extinción de las partes del vehículo afectadas, se debe actuar protegiendo del calor a los botellones refrescándolos mediante un tendido de protección y actuar sobre las válvulas de cierre con objeto de cortar el suministro de gas.

Según sea la envergadura del incendio y la afectación que pueden estar sufriendo los botellones, se debe tener previsto el disparo de las válvulas de seguridad (válvula térmica de plomo) teniendo en consideración que en el caso de la disposición de botellones transversalmente existe válvulas de seguridad tanto en el cuello de la botella como en el fondo, por lo tanto puede darse descarga de gas en ambos lados y que en el caso de la disposición longitudinal puede aparecer el disparo de gases por la parte final de la joroba. Obviamente, en presencia de llamas, el gas procedente del disparo por sobrepresión se inflamará.

Si en incendio es del segundo tipo y los botellones están afectados desde el primer momento y la fuga de gas se haya incendiada, la actuación se debe orientar al cierre de los botellones no afectados con gran precaución (en el caso de los transversales hay válvulas de cierre a ambos lados del vehículo) ya que las válvulas de seguridad comenzaran a abrirse aumentando el incendio y afectando por diferentes zonas.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Actuación en vehículos propulsados por gas natural licuado (GNL).

El uso de GNL está en uso en vehículos pesados fundamentalmente. Se montan dos depósitos de para gases criogénicos(vasos Deward) uno a cada lado de la cabeza tractora con diferentes capacidades. Son independiente y llevan instalados los mismos sistemas de seguridad. Disponen de una válvula de corte por caudal de forma que cuando se produce un rotura la salida libre de gas activa una válvula que bloquea la salida de gas del depósito.



- Fuga de gas sin incendio.

Estos vehículos llevan un sistema de seguridad electrónico que en caso de caída de presión en el sistema de alimentación debido a una fuga, se para el vehículo obligando al estacionamiento.

En caso de fuga por rotura de algún colector, se debe cerrar manualmente las válvulas de salida del gas en fase líquida y en fase gas de los dos depósitos así como la válvula de suministro al motor.

Si la fuga se produce por rotura de alguno de los depósitos hay que tener en cuenta las consideraciones detalladas en la ficha de intervención G , para cisternas de gases criogénico. Se procederá al cierre de todas las válvulas manualmente aislando los depósitos y el motor.

Si la rotura se produce en fase gas, se trabajará en evitar fuentes de ignición y atentos a posible acumulo del gas, teniendo que ventilar en este caso. Se instalará un tendido en prevención. La rotura del aislamiento del depósito producirá un aumento importante de la presión dentro del tanque, por el aumento de la temperatura, y se debe prever disparos de gas por el venteo para disminuir la sobrepresión.

En ambos casos, se puede valorar la posibilidad de taponamiento.

- Fuga de gas con incendio.

Dos posibilidades. Si el incendio es en elementos ajenos a los depósitos pero las llamas y/o el calor afectan a estos se deberá proteger los mismos refrigerándolos y teniendo en cuenta la posible liberación de gas por el venteo debido al disparo de las válvulas de seguridad por aumento de la temperatura. Si no se produjera esta liberación se debe sospechar un fallo en los sistemas de alivio y por lo tanto se deben tomar medidas considerando la posible explosión de los tanques.

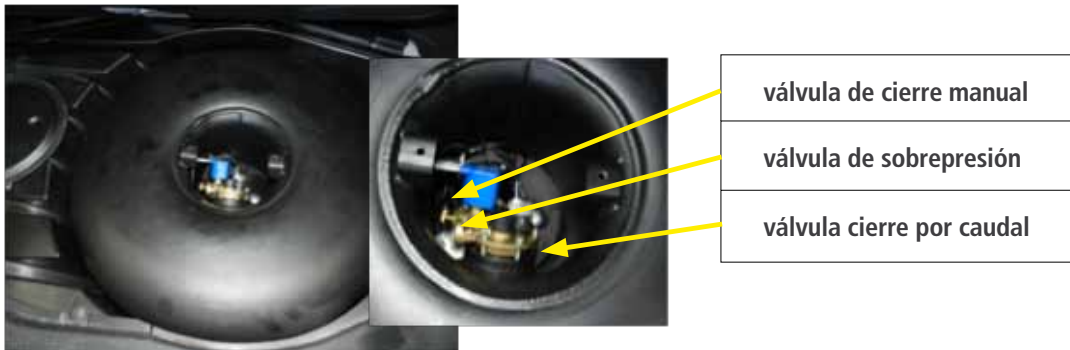
Si el incendio se produce en la fuga de gas propiamente tenemos dos posibilidades. Si el fuego afecta a la cisterna se debe aplicar medidas para el enfriamiento del depósito a distancia y considerar la posibilidad de explosión determinando la evacuación incluido el personal interviniente , en un amplio perímetro (500 metros). Si el fuego no

afecta al depósito se aplicara la extinción sobre los elementos afectados y refrigeración del depósito en prevención.

En ambos casos es fundamental el control de la temperatura y la presión del tanque.

Actuación en vehículos propulsados por gas licuado del petróleo (GLP) o autogas.

En la actualidad el 99% de los turismos que usan autogas usan el sistema de almacenaje de combustible en forma tórica que ocupa el espacio destinado a la rueda de repuesto. Su volumen varía en función del hueco de cada vehículos teniendo depósitos desde 40 litros de capacidad. Están contruidos en acero y disponen de una válvula multifunción.



- Fuga de gas sin incendio.

En caso de fuga en el circuito, la válvula multifunción cerrara automáticamente cortando el suministro por activación de la válvula por aumento de caudal. En el caso de que la fuga se produzca por rotura del depósito podemos encontrarnos con dos posibilidades.

Que la fuga se produzca por la parte superior en forma de gas, en este caso se dejara que fugue asegurando la zona contra posibles fuentes de ignición y asegurándonos de que no se produzcan acumulación del gas mediante la ventilación. Además prepararemos un tendido en prevención.

Si el vehículo se encontrara en un lugar cerrado como un garaje, tunel, etc prestaremos especial atención a la posible atmosfera explosiva considerando distancias de seguridad para explosiones y ventilaciones eficaces. Prepararemos un tendido en prevención.

En el caso de que la fuga de produzca por la parte de abajo del depósito, la fuga será en fase líquida. Se dejará que se evapore controlando la dirección de los gases y evitando fuentes de ignición. Si fuera necesario se puede ayudar a su evaporización con agua pulverizada o ventilando.

- Fuga de gas con incendio.

En el caso de que el incendio afecte solo al motor, los manguitos que trasportan el gas se derretirán (son de polietileno) produciéndose la correspondiente fuga. Esta arderá hasta que la válvula multifunción cierre, cortándose el suministro de gas.

En un principio se observará un incendio avivado y con grandes llamas debidas al gas y en pocos minutos se atenuará convirtiéndose en un incendio de vehículo convencional.

Si además el incendio afecta al depósito de gas, el calentamiento producirá una vaporización muy activa haciendo disparar la válvula de sobrepresión, produciéndose llamaradas debidos a los disparos de la válvula que disminuirán la presión interior. En este caso es fundamental refrigerar de forma continuada el depósito de gas mientras que se extingue el resto del vehículo incendiado.

Si el incendio afecta a todo el vehículo y no se produce liberación de gases por efecto de la sobrepresión evacuar la zona y atacar con monitor. Posible explosión del depósito.

Aplicar ficha de intervención E.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Actuación en vehículos propulsados por hidrógeno.



En la actualidad, existen muy pocos vehículos que usan hidrógeno como combustible en funcionamiento en España. Se hicieron unos ensayos con autobuses en Madrid pero estuvieron muy poco tiempo en activo.

- Fuga de gas sin incendio.

Las botellas disponen de válvulas de corte por aumento de caudal de forma que ante una fuga se cierra automáticamente la botella. En caso de fallo de esta válvula y que no se corte el flujo, se debe evitar el acumulo de gas mediante ventilación o dilución. La elevada volatilidad del hidrógeno facilita esta operación.

- Fuga de gas con incendio.



En el caso de que el incendio afecte solo al motor, si las conducciones que transportan el gas se afectan produciéndose la correspondiente fuga, esta arderá hasta que la válvula de cierre, corte el suministro de gas.

En un principio se observará un incendio con grandes llamas debidas al gas y en pocos minutos se atenuará convirtiéndose en un incendio de vehículo convencional. En este sentido en hay un estudio realizado en la Universidad de Miami en la que se estudiaba la diferencia entre un incendio de un vehículo de gasolina y un vehículo de hidrógeno.

Michael R. Swain, "Fuel Leak Simulation," Newburgh Heights Association (NHA) Meeting, May 5, 2001 [djvu, pdf]. Universidad de Miami.



En las imágenes se puede observar como se produce el bloqueo de la válvula por el aumento de caudal.

En el caso en que el incendio afecto a los recipientes de almacenaje, la principal dificultad será su enfriamiento ya que van ubicados en lugares de muy difícil acceso en todos los modelos conocidos hasta el momento. Si el incendio es generalizado y no podemos asegurar el enfriamiento se debe valorar la posibilidad de explosión tomando las medidas correspondientes de distancias de seguridad y evacuación.



Guía Operativa

INTERVENCIÓN ANTE ACCIDENTES EN EL
TRANSPORTE DE MATERIAS PELIGROSAS
EN VEHÍCULOS CISTERNA





ANEXO II
INFORMACIÓN PREVENTIVA SOBRE
RIESGOS GENERALES Y ESPECÍFICOS
POTENCIALES EN EL PUERTO



ANEXO III
INFORMACIÓN PREVENTIVA
SOBRE RIESGOS GENERALES Y
ESPECÍFICOS POTENCIALES EN EL
PUERTO



Puertos de Tenerife



Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD
INFORMACIÓN PREVENTIVA SOBRE RIESGOS GENERALES Y ESPECÍFICOS
POTENCIALES EN EL PUERTO

AUTORIDAD PORTUARIA DE S/C DE TENERIFE

1 INTRODUCCIÓN

Este documento de información preventiva está destinado a aquellas empresas que realizan su actividad en la zona de servicios del puerto de Santa Cruz de Tenerife, con la finalidad de cumplir con las obligaciones que le exige la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales y se redacta con la intención de constituir un instrumento más de cumplimiento de la normativa vigente en materia de prevención de riesgos, y en especial al R. D. 171/2004, el cual tiene por objeto el desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, referido a la coordinación de actividades empresariales.

En este documento se describen:

- Los riesgos generales a los que están sometidas las personas que desarrollan su trabajo en el recinto portuario.
- Las medidas de carácter preventivo.
- Los riesgos específicos a los que se exponen las empresas concurrentes de la zona portuaria y las principales medidas preventivas
- Información general de actuación en caso de emergencia.

Para responder a las obligaciones contenidas en la legislación vigente mencionada anteriormente, los objetivos iniciales de este documento son:

Constituir un medio general de información a:

- Trabajadores de la propia Empresa Pública
- Titulares y Trabajadores de las entidades, empresas o personas vinculadas a la actividad portuaria y radicadas en los puertos, generalmente mediante títulos de concesión o autorización administrativa en actividades diversas.
- Titulares y Trabajadores de entidades y empresas que desarrollen actividades profesionales, mercantiles, industriales, de construcción, de servicios, etc., sin establecimiento o domicilio permanente en los recintos portuarios
- Usuarios en general del puerto.

Constituir un medio de colaboración general en la mejora de las condiciones de trabajo y uso de las instalaciones y servicios, promoviendo la concienciación de todos de la importancia de la prevención y el fomento de la cultura preventiva para la eliminación o reducción de riesgos y sus posibles consecuencias en accidentes.

Este documento se entrega a las empresas a través de la gerencia o de los responsables de prevención de riesgos, y es responsabilidad de estos el dar a conocer este documento a sus empleados y a las empresas contratadas o subcontratadas por la empresa.

2 INFORMACIÓN PREVENTIVA SOBRE RIESGOS GENERALES POTENCIALES DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

La presente relación general de riesgos contempla con carácter general aquellas situaciones homogéneas y comunes a cualquier recinto portuario y sus instalaciones comunes o típicas.

2.1 RIESGOS GENÉRICOS DE LA ZONA DEL PUERTO

TIPOS	RIESGO	DESCRIPCION DE LA CAUSA U ORIGEN	ZONAS
Condiciones materiales	Caídas de personas a distinto nivel	<p>Caídas en los diferentes niveles existentes en las infraestructuras del Puerto (muelles, diques, espigones, pantalanés, escaleras, escalas,...) Comprende las caídas al mar por acercamientos al candil del muelle y, además, caídas en altura como aquellas en profundidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De andamios, pasarelas, plataformas, etc... • De escaleras, fijas o portátiles. • De materiales apilados. • De vehículos y de máquinas. • Caída de personas a profundidades • A pozos, excavaciones, aberturas del suelo, etc..., debido principalmente a: <p>Acceso a estos lugares por sitios inadecuados o elevados</p> <p>Uso de escaleras sin la debida precaución</p>	<p>Viales Zonas deportivas Varaderos Muelles y pantalanés Diques, escolleras, espigones</p>



INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD
INFORMACIÓN PREVENTIVA SOBRE RIESGOS DEL PUERTO

Caídas de personas al mismo nivel	Deslizamientos o tropiezos en un lugar de paso, superficie de trabajo, o bien, sobre o contra objetos	Todas las zonas
	Caminar por lugares con acopio de materiales en zonas de paso de los trabajadores	
	Transitar por zonas húmedas que pueda provocar resbalones	
Desplome , derrumbamientos	Desplomes y derrumbamientos tanto totales o parciales de muros, edificios, andamios, escaleras, materiales apilados, embarcaciones en seco, etc.	Varaderos, edificios o zonas en obras/reparación, almacenes donde se apilen mercancías
Caídas por manipulación de objetos	Caídas mientras se manipulan materiales, herramientas, aparatos, etc. que se estén manejando y transportando manualmente o con ayudas mecánicas por acceder a zonas del puerto sin autorización y sin las medidas de seguridad adecuadas	Lonjas, cuartos de armadores, Tendederos de redes, Zonas deportivas, Varaderos, Almacén/Taller
Pisadas sobre objetos punzantes o cortantes	Pisadas sobre objetos como clavos, chinchetas, chapas, etc que no originan caídas	Todas las zonas
Choque contra objetos inmóviles	Golpe contra algún objeto inmóvil situado en la trayectoria de la persona o vehículo	Viales, Varaderos, Zonas deportivas, Lonjas, Muelles y pantalanés, Almacén/Taller



Puertos de Tenerife



Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD INFORMACIÓN PREVENTIVA SOBRE RIESGOS DEL PUERTO

	Golpes con o contra vehículos y/o maquinaria, atropellos y accidentes de circulación	Incidentes con maquinaria móvil o vehículos y atropellos a personas en las zonas y vías de circulación interior del puerto o viales urbanos colindantes en su caso originados por: no cumplir las normas de seguridad vial, transitar por muelles y obras sin prestar atención al paso de los vehículos y, también, por acceder a zonas no autorizadas	Muelles y pantalanes, Lonjas, Zonas deportivas, Varaderos, Viales, Almacén/Taller
	Golpes, cortes y punzamientos	Transitar por zonas de movimientos de mercancías, en obras, o por lugares no autorizados. Permanecer cerca de las maniobras de atraque-desatraque de los buques	Varaderos, Zonas deportivas, Tendederos de redes, Cuartos de armadores, Lonjas, Muelles y pantalanes, Diques, escolleras y espigones, Almacén/Taller
	Proyección de partículas	Transitar por zonas en obras o de manipulación de maquinaria o equipos sin la debida autorización o protección	Varaderos, Almacén/Taller
	Atrapamientos	Transitar por zonas de movimientos de mercancías, en obras o de manipulación de maquinaria o equipos sin la debida autorización o protección	Varaderos, Almacén/Taller
	Carga física, sobreesfuerzos, esguinces y torceduras	Transitar por zonas de movimientos de mercancías, en obras, o por lugares no autorizados o viales con o sin obstáculos	Muelles y pantalanes, Diques, escolleras y espigones, Lonjas, Tendederos de redes, Zonas deportivas, Varaderos, Viales, Almacén/Taller



Puertos de Tenerife



Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

INFORMACIÓN PREVENTIVA SOBRE RIESGOS DEL PUERTO

		con la debida precaución	
Riesgos Eléctricos	Contacto eléctrico directo	Llevar a cabo manipulaciones en lugares donde existen transformadores eléctrico o bien manipular indebidamente o sin autorización líneas eléctricas	Viales, Varaderos, Zonas deportivas, Cuartos de armadores, Lonjas, Muelles y pantalanés, Almacén/Taller
	Contacto eléctrico indirecto	Transitar por lugares donde existen transformadores eléctricos sin respetar las señales de riesgo eléctrico	Viales, Varaderos, Zonas deportivas, Cuartos de armadores, Lonjas, Muelles y pantalanés, Almacén/Taller
Riesgos por Incendios y Explosiones	Incendio	Hacer fuegos en la zona, Fumar junto a materiales inflamables o en zonas no autorizadas, Manipular indebidamente líneas eléctricas, Acceder a zonas de descarga de mercancías peligrosas sin autorización y/o información, explosión por incidente en el transporte de mercancías peligrosas	Muelles y pantalanés, Lonjas, Cuarto de Armadores, Tendederos de Redes, Zona deportiva, Varadero, Estaciones o depósitos de combustible
	Explosión		Muelles y pantalanés, Varadero, Estaciones o depósitos de combustible.
Condiciones climatológicas		Viento y/o lluvia, nieve y temperatura ambiente	Viales, Varaderos, Zonas Deportivas, Tendederos de redes, Muelles y pantalanés, diques, escolleras y espigones
Exposición a agentes físicos, químicos y biológicos	Contagio por visitas a buques	Acceder a los buques sin autorización adecuada y sin los equipos de protección adecuada	Buques
	Contagio por llegada de embarcaciones con inmigrantes	Acceder a las embarcaciones sin autorización adecuada y sin los equipos de protección adecuada	Embarcaciones de todo tipo

	Exposición a contaminantes físicos, químicos y biológicos	Acceder a las zonas de depósito de mercancías peligrosas sin autorización y sin la información necesaria. Fugas en operaciones de buques, fugas en depósitos de almacenamiento, derrame en la zona de descarga. Accidentes durante el transporte de mercancías peligrosas	Varaderos, Estaciones o depósitos de combustible, Buques, Almacén/Taller
Seres vivos	Heridas o daños provocados por seres vivos	Ataques por animales incontrolados Agresión entre usuarios	Todas las zonas

2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

PELIGRO	MEDIDAS PREVENTIVAS
CAIDAS AL MISMO NIVEL	

Transitar por zonas de paso dispuestas al efecto

CAIDAS A DISTINTO NIVEL

Utilizar los accesos adecuados

CONTACTO ELECTRICO DIRECTO

No manipular cables eléctricos

No introducirse en lugares con transformadores

Respetar las señales de los peligros eléctricos

CONTACTO ELECTRICO INDIRECTO

Respetar las señales de riesgo eléctrico

CAUSADOS POR SERES VIVOS

Vacunación

Avisar a los agentes de la autoridad

GOLPES CONTRA Y POR OBJETOS/MAQUINARIA. PISADAS SOBRE OBJETOS. ESGUINCES, TORCEDURAS.

Los trabajadores y demás personas se mantendrán fuera del radio de acción de los elementos móviles de la maquinaria

Transitar por zonas de paso dispuestas al efecto

Uso obligatorio de todos los equipos de protección individual

Mantener distancias de seguridad en las maniobras de atraque-desatraque

PROYECCIONES DE PARTÍCULAS

Los trabajadores y demás personas se mantendrán fuera del radio de acción de los elementos móviles de la maquinaria que puedan proyectar elementos

Transitar por zonas de paso dispuestas al efecto

Uso obligatorio de todos los equipos de protección individual

INCENDIO. PROPAGACIÓN. EXPLOSIÓN

No hacer fuegos en dichas zonas

No fumar junto a materiales inflamables

No acceder a zonas de carga-descarga de combustible

Uso de rejilla apaga las llamas del tubo de escape

Alejarse de las zonas afectadas

Aplicación del Plan de Emergencia Interior y del Plan de Autoprotección

ACCIDENTE DE CIRCULACIÓN

Tener presente siempre las normas básicas de seguridad vial

En caso de accidente de mercancía peligrosa, alejarse de la zona afectada

ATROPELLOS, GOLPES, Y CHOQUES CON Y/O CONTRA VEHÍCULOS

Cumplir con las normas de circulación

Utilización de chalecos reflectantes

Tomar las debidas precauciones en la zona de servicio del puerto y en la zona de obras

Utilizar equipos de protección individual

CAIDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN/DESPLOME/DERRUMBAMIENTO

No permanecer debajo de la acción de las grúas
Utilización de equipos de protección individual
Caminar por zonas autorizadas

RIESGOS DERIVADOS DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Debido a las diferencias de temperatura e inclemencias climáticas existentes entre unas estaciones y otras, deberá equiparse en la manera que sea posible con ropas y prendas de protección acordes con cada época del año

En los casos de calor extremo, beber con frecuencia agua u otros líquidos.

En situaciones de tormenta, no situarse bajo tendidos eléctricos, evitar posicionarse en lugares elevados ni cobijarse bajo árboles ni en sitios húmedos o donde curse agua

CONTAGIO EN VISITAS A BUQUES

Campaña de vacunación
Utilización de equipos de protección individual

EXPOSICION A CONTAMINANTES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

Autorización para acceder en zona
Información de las mercancías peligrosas o extremadamente peligrosas en el Puerto

Paralizar las operaciones que se estén realizando en las proximidades de las fugas

Evacuar la zona en dirección transversal a la dirección del viento

Utilización de equipos de protección individual

CAIDAS AL MAR

Vehículos de cuatro puertas
Utilización de chalecos salvavidas

3 RIESGOS ESPECÍFICOS DE LA ZONA PORTUARIA

El Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, en materia de coordinación de actividades empresariales, establece en su artículo 4º que cuando un mismo centro de trabajo se desarrollen actividades los trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la legislación en prevención de riesgos laborales.

En el mismo artículo 4º apartado 2, se obliga a las empresas concurrentes en un mismo centro de trabajo a informarse recíprocamente sobre los riesgos específicos de las actividades que se desarrollan en dicho centro y que puedan afectar a trabajadores del resto de empresas concurrentes.

La Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife a partir de la información remitida por las distintas empresas ubicadas en la zona portuaria, ha elaborado este documento único en el que se informa, de un lado, de los riesgos generales del Puerto de Santa Cruz de Tenerife y, de otro, aquellos riesgos generados por las empresas concurrentes en la zona de servicios, con el fin de que:

- los empresarios informen a sus empleados sobre estos riesgos generados por la concurrencia de empresas en el puerto
- se tengan en cuenta a la hora de revisar la evaluación inicial de riesgos laborales
- se informe a las empresas que se contraten para realizar obras o servicios dentro de la zona de servicio del Puerto de Santa Cruz de Tenerife

3.1 Riesgos potenciales específicos de los distintos grupos de empresas de la zona portuaria

DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE	LUGARES Y SITUACIONES POSIBLES	TIPIFICACIÓN
DERRAME		
Derrame de MMPP o por rotura/fuga en una cuba o contenedor de MMPP. Por accidente durante operativa en terminales contenedores	<p>Terminales de contenedores, mercancías en almacenamiento temporal necesario para el transporte multimodal (Bufadero, Contenedores, Los Llanos, zonas de embarque, de carga rodada en Ribera y Los Llanos)</p> <p>Productos considerados especialmente peligrosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Cisterna de combustible *Pesticidas *Nitrato amónico *Residuos sanitarios *Explosivos *Radioactivos en tránsito 	Terrestre. Empresa autorizada para prestar un servicio portuario
Derrame de MMPP en viales del puerto	<p>Viales del puerto por accidente durante la circulación de cisternas procedentes o con destino a:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Terminales de contenedores o zonas de embarque de carga rodada *Distribución de combustibles de Terminales Canarios y Petrocan *Distribución de productos corrosivos de Ascanio Químicas 	Terrestre. Empresa que no es la AP pero sus riesgos afectan directamente al Puerto
Derrame de productos tóxicos		
Fuga de gas amoniaco en instalaciones frigoríficas	Dársena Pesquera. Almacenes de las empresas concesionarias. Buques factoría en varaderos o en los atraques que se les asignen	Terrestre. Concesionario Marítimo. Empresa que no es la AP pero sus riesgos afectan directamente al Puerto
Fuga de pesticidas por rotura de envases	Terminales de contenedores	Terrestre. Empresa autorizada para prestar un servicio portuario

Derrame de productos corrosivos		
Derrame de ácido sulfúrico, nítrico, clorhídrico, fosfórico, hipoclorito sódico, cloruro férrico, ácido sulfúrico por accidente en tanques de almacenamiento o cargadero de cisternas	Parque de almacenamiento de Ascanio Químicas en Dique del Este por accidente en tanques o cargadero de cisternas	Terrestre. Concesionario
Derrame de sulfúrico o sosa por accidente en la operativa de descarga de buque a factoría de Ascanio Químicas	Dique del Este, primera alineación del cargadero marítimo de Ascanio Químicas	Terrestre y Marítimo. Empresa que no es la AP pero sus riesgos afectan directamente al Puerto
DERRAME DE COMBUSTIBLE CON CONTAMINACIÓN MARÍTIMA		
Vertido intencionado de buque por achique de sentinas	Fondeo y cualquier dársena (especial incidencia en atraque de buques pesqueros y factoría)	Marítimo. Empresa que no es la AP pero sus riesgos afectan directamente al Puerto
Vertido accidental en operaciones de suministro de combustible	*Zona de fondeo y cualquier dársena por suministro desde barcazas (CEPSA) *Dique del Este y terminal de contenedores por suministro de arquetas en muelle (CEPSA, PETROCAN, TERMINALES CANARIOS)	Marítimo. Empresa autorizada para prestar un servicio portuario
Vertido accidental en operaciones de carga y descarga de buques tanque o por roturas en las líneas de combustible de las factorías a cargaderos marítimos (arquetas o pantanales)	*Muelle de Hondura, Terminal privada de CEPSA (gasoil, fue, gasolina, petróleo crudo, LCO, TEL,...) *Pantalán de Terminales Canarios en Bufadero (gasoil, fuel, ATK) *Arquetas de Terminales CANarios en Contenedores y Dique Este (Gasoil y Fuel) *Arquetas de Petrocan (antes Ducar) en los Contenedores del Dique Este (gasoil y fuel) *Arquetas de CEPSA en Dique Este (gasoil, fuel, agua de deslastre)	Marítimo. Empresa que no es la AP pero sus riesgos afectan directamente al Puerto

INCENDIO		
Incendio de productos petrolíferos en parques de almacenamiento	Terminales de: *CEPSA (gasoil, fuel) *PETROCAN (gasoil, fuel) *TERMINALES CANARIOS (gasolina, ATK, gasoil, fuel)	Terrestre. Concesionario
Incendio de nitrato amónico con formación de nube tóxica	Almacenes de Canarias Explosivos en Rellenos Dique del Este	Terrestre. Concesionario
Incendio en edificio	*Estación Marítima del Muelle Ribera *Estación Marítima del Muelle Norte *Edificio Junta del Puerto	Terrestre
Incendio de almacenes en general	Almacenes de Los Llanos, Muelle de Ribera, tinglados del Muelle Ribera (mercancía muy variable por ser almacenamiento temporal intermedio) Dársena Pesquera. Pequeños concesionarios de riesgos diversos: *Fábrica de palets *Transportistas de mercancías peligrosas *Aserradero *Almacenes de suministro a buques (botellas de gas) *Almacenes frigoríficos	Terrestre. Concesionario
Accidente de helicóptero	Helipuerto, Helisuperficie	Terrestre. Concesionario
EXPLOSIÓN		
Explosión de contenedor de explosivos	Terminales de contenedores en la Dársena del Este	Terrestre. Empresa autorizada para prestar un servicio portuario
Explosión en buque en reparación	Varadero de Astilleros de Tenerife, Dique flotante, reparaciones a flote en Los Llanos y Dársena Pesquera	Terrestre y Marítimo. Concesionarios
Explosión de buque-tanque	Muelle de la Hondura, Pantalán de Terminales Canarias en el Bufadero, Dique del Este, Fondeadero	Marítimo. Empresa que no es la AP pero sus riesgos afectan directamente al Puerto
Explosión en silo	Dique del Este	Terrestre. Concesionarios

OTROS (RIESGOS DISTINTOS DE LAS EMPRESAS CONCURRENTES)		
INUNDACIONES	*Barrancos de: Santos, Leña, Tahodio, María Jiménez, Valleseco, Cueva Bermeja, Jagua, Barranco de la zona de la Hondura. *Túnel de Anaga. *Los Llanos	Terrestre
TEMPORALES	Afectan principalmente a los muelles: Muelle de la Hondura, Dársena del Este, Dársena de Los Llanos, Dársena de Anaga. Protección de la zona del Palmetum	Marítimo y Terrestre
DESÓRDENES PÚBLICOS	Edificio Junta del Puerto por huelgas de empresas relacionadas con el puerto. Los llanos por huelgas externas cuyos integrantes acaban encontrándose en el muelle	Terrestre
AGLOMERACIONES DE PÚBLICO	Organización de eventos en la Dársena de Anaga (Concierto de Navidad, Fiestas del Carmen, Carnavales,...)	Terrestre

3.2 Descripción de las principales medidas preventivas a adoptar

- Se recuerda la obligación de cumplir y respetar la señalización que indica la limitación de velocidad de circulación en el interior del recinto portuario.
- No deberá permanecer en otros lugares distintos a aquellos en los que realice su trabajo, debiendo seguir los itinerarios que previamente les hayan sido marcados.
- Respetar los sentidos de circulación.
- No circular por el interior de las zonas de almacenamiento.
- Bajo ningún concepto entrar en competencia con otros vehículos.
- No se deberá permanecer debajo de la zona de operación o radio de acción de las grúas. Tampoco se deberá permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Se deberá extremar la precaución al acercarse al cantil del puerto, ya que existe riesgo de caída al mar.
- En días ventosos y junto a las zonas en las que esté descargando material a granel, y genere ambientes pulvígenos, se recomienda el empleo de gafas de seguridad que protejan a los ojos de posibles proyecciones o fragmentos y/o partículas.
- Bajo ningún concepto se deberán manipular cuadros eléctricos, equipos de trabajo, etc., sin la pertinente autorización.
- En caso de emergencia, usted atenderá de manera obligatoria las indicaciones dadas por el personal de la Autoridad Portuaria.

- Cualquier problema, emergencia o anomalía deberá ponerse de inmediato en conocimiento de la Policía Portuaria.

3.3 Recomendaciones de Seguridad

- Uso de chalecos de alta visibilidad, conformes a la norma UNE EN 471
- Calzado de seguridad
- No sobrepasar el límite de velocidad establecido

4 ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIAS

El Puerto de Santa Cruz de Tenerife cuenta con un Plan de Emergencia Interior (PEI) para la gestión y control de las situaciones de emergencia que se puedan producir en la Zona de Servicio Portuaria, entendiéndose por emergencia cualquier suceso, tal como una fuga o vertido, incendio o explosión, que sea consecuencia de un desarrollo no controlado de la actividad y que suponga una situación de grave riesgo, inmediato o diferido, para las personas, los bienes y el medio ambiente. La Autoridad Portuaria dispone de un **Centro de Control de Servicios (CCS)**, con un teléfono operativo las 24 horas del día todos los días del año, desde donde se canalizan las emergencias y se da aviso a los medios necesarios en cada emergencia, tales como: ambulancias, bomberos, remolcadores u otros medios necesarios.

4.1 Notificación

Todo el personal de la Comunidad Portuaria puede potencialmente detectar una situación de emergencia, siendo el procedimiento de actuación el siguiente:

1. Alertar a los compañeros próximos a través de viva voz y en su caso a un Policía Portuario
2. Avisar inmediatamente al Centro de Coordinación de Servicios y/o la Comisaría de la Policía Portuaria.

La información a transmitir en los avisos debe comprender

¿QUIEN INFORMA?

¿QUE OCURRE?

¿DONDE OCURRE?

3. Actuar con los medios disponibles, sin asumir riesgos innecesarios

4.2 Consignas

- Mantenga la calma.
- Avise al CCS, dando toda la información posible
- Siga las indicaciones de los servicios de emergencia.

- No asuma riesgos innecesarios
- Si sospecha que alguna persona ha quedado atrapada en la zona de le emergencia, notifíquelo inmediatamente al personal de intervención

4.3 Teléfonos

EMERGENCIAS TERRESTRES

922 596672 Centro de Coordinación de Servicios

922 605472 Comisaría de Policías Portuarios

O bien, comunicándolo mediante un radiotransmisor portátil a través de la frecuencia de la Autoridad Portuaria (personal autorizado)

EMERGENCIAS MARITIMAS

Centro de Coordinación de Servicios: 922 596672; o canales 16, 12,14 (reserva 11 y 13)

Centro Regional de Salvamento Marítimo: 900 202 202; también a los siguientes números, 922 597551, 922 597552; o bien, comunicándolo mediante VHF (SMM) Canales 16 y 74 (escucha 24 h al día)

- URGENCIAS 112
- INFORMACION DEL GOBIERNO DE CANARIAS 012
- HOSPITALES:
 - HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CANARIAS 922 678000
 - HOSPITAL DE LA CANDELARIA 922 602000 922 602132
 - HOSPITAL GENERAL DE LA PALMA 922 185000
 - HOSPITAL NTRA.SRA.GUADALUPE(GOMERA) 922 140200
 - HOSPITAL DE VALVERDE 922 553500
- CENTRO DE AYUDA AL TÓXICOMANO 922 288812
- EMERGENCIAS MAÍTIMAS 922 202202
- PROTECCION CIVIL (ISLA DE TENERIFE) 922 282202
- GUARDIA CIVIL (SANTA CRUZ) 922 648500
- POLICIA NACIONAL 091
- POLICIA LOCAL (SANTA CRUZ DE TENERIFE) 092 922 606092
- POLICIA LOCAL (LOS CRISTIANOS) 922 795179
- TITSA (SERVICIO BUS) 922 531300

5 EVACUACIÓN. PUNTOS DE CONCENTRACIÓN

En caso de evacuación, el punto de concentración de las personas presentes en las instalaciones será generalmente en las inmediaciones de las salidas del mismo, ahora bien, el recinto portuario cuenta con puntos de concentración generales para el recuento del personal, estos puntos de reunión deben ser conocidos por todos, aunque el director de la emergencia podrá variar los puntos de concentración en función de la emergencia (localización, tipo, evolución, etc.).

A continuación se adjunta Plano explicativo.



INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD INFORMACIÓN PREVENTIVA SOBRE RIESGOS DEL PUERTO



LEYENDA

- ZONA DE RIESGO
- ZONA DE RIESGO INTERMEDIO
- ZONA DE RIESGO ALTO
- ZONA DE RIESGO MUY ALTO
- ZONA DE RIESGO EXTREMAMENTE ALTO
- ZONA DE RIESGO EXTREMAMENTE MUY ALTO
- ZONA DE RIESGO EXTREMAMENTE MUY ALTO

➔ ACCESO AL PUERTO

⊕ PUNTO DE REUNIÓN

CAJAS

MA DE BARRADO PORTUARIA

VAS URBANOS Y ALTIVAS

0 100 200 300 400 500 m

ESCALA GRÁFICA (1:5000)

OFICINA TÉCNICA DE EXPLOTACIÓN

PLAN DE EMERGENCIA INTERIOR DEL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

ÁREA LIBRE DE LA ZONA DE BARRADO

TIPO DE DOCUMENTO:

ACCESOS, PUNTOS DE REUNIÓN Y VÍAS DE EVACUACIÓN

PLANTA GENERAL

PROYECTO	PLANTA GENERAL	PLANO	2
FECHA	1.0.2009	HOJA	1 / 1
ORGANISMO PROMOTOR	MINISTERIO DE FOMENTO	ORGANISMO EJECUTOR	MINISTERIO DE FOMENTO
ORGANISMO DE PROYECTO	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LAS ISLAS CANARIAS	ORGANISMO DE PROYECTO	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LAS ISLAS CANARIAS

MINISTERIO DE FOMENTO
Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

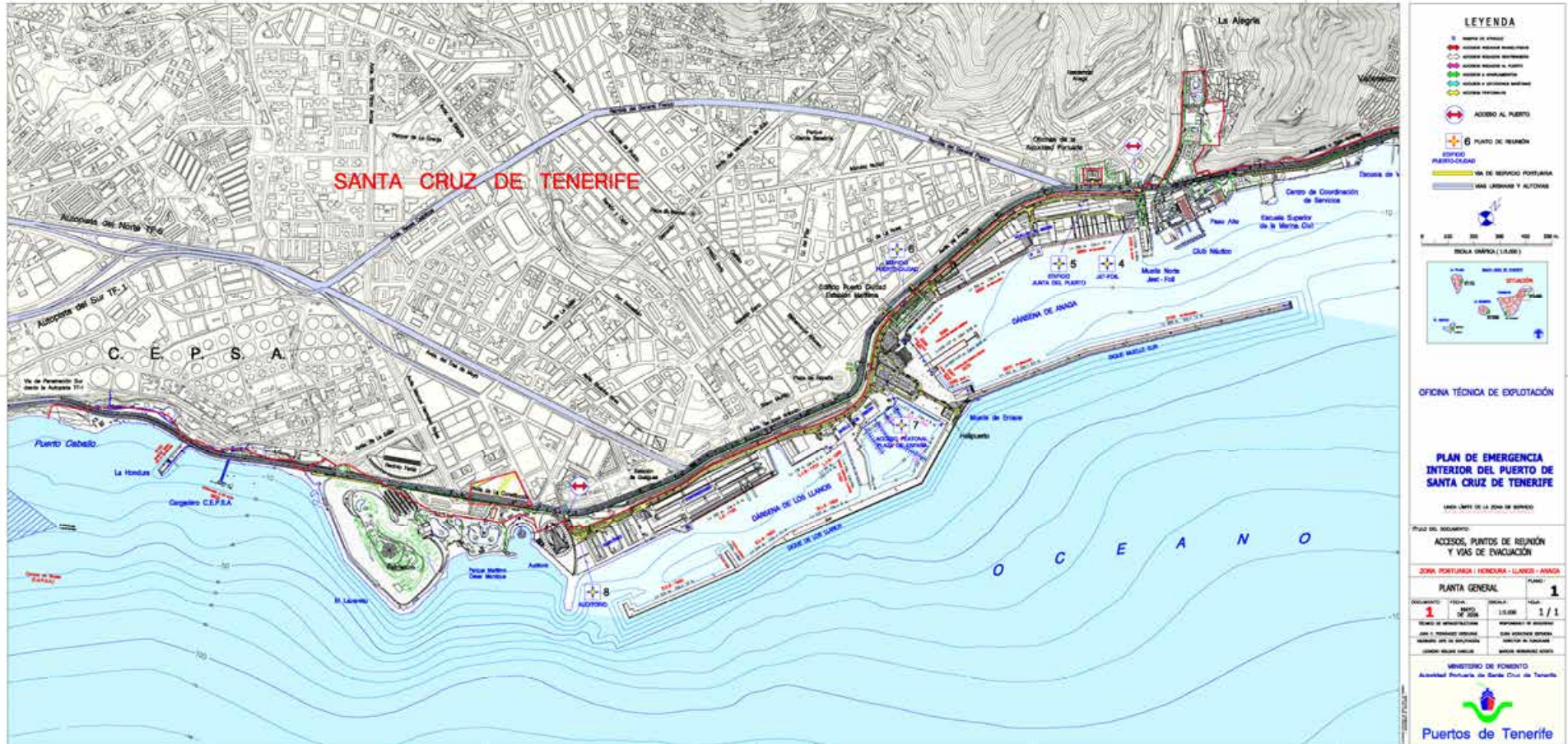
Puertos de Tenerife



Puertos de Tenerife

Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD INFORMACIÓN PREVENTIVA SOBRE RIESGOS DEL PUERTO



Annex 3

Métodos y sistemas utilizados para llevar a cabo el servicio de avituallamiento de GNL



Autoridad Portuaria
Santa Cruz de Tenerife



CORE LNGas
hive

**MEMORIA DE LOS MÉTODOS Y SISTEMAS UTILIZADOS
PARA LLEVAR A CABO EL SERVICIO DE
AVITUALLAMIENTO DE GNL DESDE CAMIÓN CISTERNA A
BUQUES EN EL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
(ISLAS CANARIAS) Y PLAN DE AUTOPROTECCIÓN
ASOCIADO (PLAN DE CONTINGENCIAS)**



OCTUBRE 2.017

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR, FBI
FROM: SAC, NEW YORK (100-100000)
SUBJECT: [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

26plom
[REDACTED]

[REDACTED]

100-100000

INDICE:

A. MEMORIA

I.	IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.	pag. 1
II.	ÁMBITO DE ACTUACIÓN.	pag. 1
III.	PRODUCTOS Y VEHÍCULOS.	pag.1-5
IV.	MÉTODOS Y SISTEMAS UTILIZADOS EN EL SUMINISTRO.	pag.5-10
V.	EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA ZONA DE SERVICIO DEL PUERTO DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD.	pag. 11
VI.	COMUNICACIÓN DE LA EMERGENCIA O ACCIDENTE.	pag. 11
VII.	ACTUACION DEL PERSONAL DEL VEHICULO SUMINISTRADOR ANTE SITUACIONES DE EMERGENCIA.	pag. 11
VIII.	EQUIPAMIENTO DEL FURGÓN DE EMERGENCIA.	pag. 12
IX.	INTEGRACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO EN EL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN.	pag. 12
X.	REVISIONES DEL DOCUMENTO.	pag. 13
XI.	OTRA INFORMACIÓN.	pag. 13

B. ANEXOS

- ANEXO 1 - FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL GNL.
- ANEXO 2 - LISTA DE COMPROBACIONES PARA LA DESCARGA DE CISTERNAS DE GNL.
- ANEXO 3 - FICHA TÉCNICA DE MANGUERAS DE DESCARGA DE GNL.

- ANEXO 4 - ACCIONES Y PRECAUCIONES A TOMAR DESDE EL INICIO HASTA LA FINALIZACION DE LAS OPERACIONES DE BOMBEO DE GNL DESDE CAMIÓN CISTERNA A BUQUE.
- ANEXO 5 - ACTUACIONES A SEGUIR ANTE SITUACIONES EN CASO DE ACCIDENTE O DE EMERGENCIA.
- ANEXO 6 - EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA ZONA DE SERVICIO DEL PUERTO DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD.
- ANEXO 7 - RELACIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS Y CISTERNAS QUE OPERARÁN HABITUALMENTE EN EL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE.
- ANEXO 8 - MODELO DE DOCUMENTOS UTILIZADOS EN EL PROCESO.

**MEMORIA DE LOS MÉTODOS Y SISTEMAS UTILIZADOS PARA LLEVAR A CABO EL
SERVICIO DE AVITUALLAMIENTO DE GNL DESDE CAMIÓN CISTERNA A BUQUES Y PLAN
DE AUTOPROTECCIÓN ASOCIADO (PLAN DE CONTINGENCIAS)**

I. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA:

La mercantil que realiza el presente documento es **MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.** con CIF, A-81466625 y domicilio social en Avda. de la Astronomía, 41, San Fernando de Henares (Madrid).

Tlfno. de contacto (Sede Central Madrid): 91. 660 00 55.

Fax: 91. 660 00 56.

Dirección e-mail: francisco.alvarez@molgas.es

Tlfno. emergencias (24 h): 91. 660 00 55.

II. AMBITO DE ACTUACIÓN:

El suministro de GNL desde camión cisterna a buque, se realizará en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

III. PRODUCTOS Y VEHÍCULOS:

a) En relación con el producto a suministrar, se adjunta Ficha de datos de seguridad de ENAGAS. El gas natural licuado (G.N.L.) se suministra a granel mediante camión cisterna. La propiedad del G.N.L. es de **MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.** (La citada Ficha de datos de seguridad se adjunta en el Anexo N° 1 de la presente Memoria).

b) La flota de vehículos con la que se realizará la prestación del servicio de suministro de G.N.L. es propia de **MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.**

Según el ADR, la definición de vehículo cisterna es la siguiente,

Vehículo Cisterna: "vehículo construido para transportar líquidos, gases, o materias pulverulentas o granuladas y que comprenden una o varias cisternas fijas. Además del vehículo propiamente dicho o los elementos de vehículo portador, un vehículo cisterna tiene uno o varios depósitos, sus equipos y las piezas de unión al vehículo o a los elementos de vehículo portador".




Les aportamos la codificación de las cisternas que transportan G.N.L.



Parte	Descripción	Código - cisterna
1	Tipos de cisterna, vehículo batería o CGEM	C = cisterna, vehículo batería o CGEM para gases comprimidos; P = cisterna, vehículo batería o CGEM para gases líquidos o disueltos; R = cisterna para gases licuados refrigerados.
2	Presión de cálculo	N = valor citado de la presión mínima de prueba perteneciente según el estado del 1.3.3.2.5, o 22 = presión mínima de cálculo en bar.
3	Aberturas (véase en 6.8.2.2 y 6.8.3.2)	B = cisterna con aberturas de llenado o de vaciado por el fondo con 3 cierres, o vehículo batería o CGEM con aberturas por debajo del nivel del líquido o para gases comprimidos; C = cisterna con aberturas de llenado o de vaciado por la parte superior con 3 cierres, que, por debajo del nivel del líquido, sólo tiene orificios de limpieza; D = cisterna con aberturas de llenado o de vaciado por la parte superior con 3 cierres, o vehículo batería o CGEM sin aberturas por debajo del nivel del líquido.
4	Válvulas dispositivos de seguridad	N = cisterna, vehículo batería o CGEM con válvula de seguridad conforme al 6.8.3.2.9 o al 6.8.3.2.10 que no está cerrado herméticamente; H = cisterna, vehículo batería o CGEM cerrado herméticamente (véase 1.2.1).

Cisternas ADR	
Código cisterna	Disposiciones especiales
43	4.3.5, 6.8.4
(15)	(15)
RxBN	TU18 TA4 TT9

8. Descripción de la cisterna (fija/vehículo batería) (al procede)	
8.1	Construido de la cisterna: ROS FROA
8.2	Número de aprobación de la cisterna/vehículo batería: A-020001/043-11
8.3	Número de serie de construcción de la cisterna/identificación de los elementos del vehículo batería: A-020001/043-11/CG-11991-AIK
8.4	Año de construcción: 2003
8.5	Código de cisterna según 4.3.3.1 o 4.3.4.1 del ADR: PB,IBN
8.6	Disposiciones especiales TC y TE (TA, TM y TT) según el 6.8.4 del ADR (si son aplicables): (3) YG3

El certificado de aprobación de nuestras cisternas es el estándar de ADR, adjuntamos un modelo.

		CERTIFICADO DE APROBACION PARA VEHICULOS QUE TRANSPORTAN CIERTAS MERCANCIAS PELIGROSAS. CERTIFICATE OF APPROVAL FOR VEHICLES CARRYING CERTAIN DANGEROUS GOODS	
		Este certificado acredita que el vehiculo detallado a continuación cumple las condiciones requeridas por el Acuerdo Europeo relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR) <small>This certificate testifies that the vehicle specified below fulfils the conditions prescribed by the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)</small>	
1. Certificado N°: 28/281X40/21020551	2. Constructor del Vehículo: INOX	3. N° Identificación del Vehículo: V503R7532VT047098	4. N° de Matricula (si procede): M-24558-R
5. Nombre y domicilio de la sede social del transportista, usuario o propietario: MOLGÁS ENERGÍA, S.A. AVENIDA DE LA ASTRONOMÍA 41 28830 - SAN FERNANDO DE HENARES MADRID			
6. Descripción del vehículo: (1) (04) SEMIRREMOQUE VEHICULO CISTERNA			
7. Designación(es) del vehículo según el 9.1.1.2 del ADR: (2) -EMII- -EKIII- FL --EX-- AT MEMU			
8. Dispositivo de frenos de resaca: (3) <input checked="" type="checkbox"/> No aplicable <input type="checkbox"/> La eficacia según 9.2.3.1.2 del ADR es suficiente para un peso total de la unidad de transporte de _____ t (4)			
9. Descripción de la cisterna (fijo/vehículo batería (si procede)) 9.1 Constructor de la cisterna: ROS ROCA 9.2 Número de aprobación de la cisterna/vehículo batería: A-2009/043/CG-7632AIIK 9.3 Número de serie de construcción de la cisterna/identificación de los elementos del vehículo batería: A-2009/043/CG-7632AIIK 9.4 Año de construcción: 1997 9.5 Código de cisterna según 4.3.3.1 o 4.3.4.1 del ADR: RB,IBN 9.6 Disposiciones especiales TC y TE (TA, TM y TT) según el 8.8.4 del ADR (si son aplicables): (6) TC3			
10. Mercancías peligrosas autorizadas para su transporte: El vehículo cumple todas las condiciones requeridas para el transporte de las mercancías peligrosas reservadas a la(s) designación(es) del (de los) vehículo(s) indicado(s) en el N° 7. 10.1 En el caso de vehículos EXII o EKIII (3): <input type="checkbox"/> Mercancías de la clase 1, incluyendo el grupo de compatibilidad J <input type="checkbox"/> Mercancías de la clase 1, exceptuando el grupo de compatibilidad J 10.2 En el caso de vehículo cisterna/vehículo batería (3): <input type="checkbox"/> Solamente se podrán transportar (5) las materias autorizadas de acuerdo con el código de sistema y cualquier disposición especial indicada en el N° 9 <input checked="" type="checkbox"/> Solamente se podrán transportar las materias siguientes (Clase, N° ONU, y si fuera necesario el grupo de embalaje y la designación oficial de transporte): Este certificado se complementa con el listado de 12 Mercancías Peligrosas. This certificate is completed with a 12 Dangerous Goods list. Solamente se podrán transportar las materias que no sean susceptibles de reaccionar peligrosamente con los materiales del depósito, los juntas, los equipamientos y los revestimientos protectores (si fuera aplicable)			
11. Observaciones: La compatibilidad no se pudo examinar de manera exhaustiva en el momento de la aprobación del prototipo. (The compatibility was not possible to investigate exhaustively when the type approval was issued.) Cisterna, vehículo-batería o CEM con aprobación de tipo en base al ADR 2001 (Tank, battery-vehicle or MEGC, with type approval according to ADR 2001)			
12. Válido hasta: 07 de abril de 2016		Sello del servicio emisor  El Director Técnico: Mario Franchi Gonzalez En ALCOBENDAS, a 08 de abril de 2015	

13. Prórrogas de la validez		28/200X-10/21020561	IA-24558-R
Validez prorrogada hasta	Sello del servicio emisor, localidad, fecha y firma:		
07.04.2017	  En St. Feliu Ll. a 09.02.2016 Lorena Añeta		
Validez prorrogada hasta	Sello del servicio emisor, localidad, fecha y firma:		
11. Observaciones: (Continuación)			
#			
Utilización de prórrogas: Los certificados emitidos para vehículos cisterna tendrán como máximo dos prórrogas y los vehículos tractores y portadores, tendrán un máximo de cinco prórrogas			
(1) Según las definiciones de los vehículos a motor y los remolques de las categorías N y O, tal como se definen en el anexo 7 de la Resolución de conjunto acerca de la Construcción de vehículos (R.E.3) o en la Directiva 97/27/CE. (2) Téchease cualquier mención que no proceda. (3) Márquese con una señal la mención válida. (4) Mencionar el valor apropiado. Un valor de 44 toneladas no limitará el "Peso máximo admisible de matriculación en servicio" indicado en estos documentos de matriculación. (5) Materias reservadas en el Código de Cisterna indicado en el N° 9 o a otro código de cisterna autorizado según la jerarquía en el 4.3.3.1.2 o 4.3.4.1.2 teniendo en cuenta, si procede, la o las disposiciones especiales. (6) No se exige cuando las materias autorizadas están enumeradas en el n° 10.2.			
NOTA: Este certificado se devolverá al servicio emisor: - Cuando el vehículo sea retirado de la circulación. - En caso de cambio del transportista, del usuario o del propietario indicado en el N° 5. - Cuando expire el período de validez. - En caso de un cambio notable de las características esenciales del vehículo.			



Todas las cisternas están dotadas de bolsas de seguridad para el Transporte de Gas Natural Licuado que se componen de los siguientes elementos:

GUANTES DE PROTECCIÓN CRIOGÉNICA
MANDIL DE CUERO/CRIOGENICO
GAFAS DE PROTECCIÓN/PANTALLA FACIAL
CASCO
EXPLOSÍMETRO
LINTERNA
CHALECO ALTA VISIBILIDAD

Además, el conductor dispondrá de ropa ignífuga y antiestática.

IV. MÉTODOS Y SISTEMAS UTILIZADOS EN EL SUMINISTRO:

- a. Las acciones a realizar por el personal del vehículo suministrador a la llegada al puerto quedan descritas en la Lista de comprobaciones para la descarga de cisternas de G.N.L. (La citada Lista de comprobaciones se adjunta en el Anexo N° 2 de la presente Memoria).

A continuación se relacionan las acciones a realizar a la llegada de camión a puerto:

1. Comunicación a Autoridad Portuaria, Centro de Coordinación de Servicios (CCS) y personal descarga buque.
2. Maniobra aproximación previa.
3. Balizamiento de la zona de descarga.
4. Checking del sistema de conexiones.
5. Conexión manguera de abastecimiento de combustible.
6. Transferencia del GNL.

7. Barrido manguera de abastecimiento de combustible.
8. Desconexión manguera de abastecimiento de combustible.
9. Recogida de equipos auxiliares.
10. Fin

En las operaciones de avituallamiento de GNL, deberá estar presente un vehículo auxiliar y un técnico que colaborará con el conductor en las labores de avituallamiento y que será la persona responsable de velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y protección medioambiental y la que notificará al Centro de Control de la Autoridad Portuaria el inicio y final de la operación.

El **PROCEDIMIENTO OPERATIVO** de descarga con bomba criogénica de una cisterna de gas natural licuado se desarrolla del siguiente modo:

1. Situar el vehículo en el punto de descarga, calzándolo y colocando el apagallamas. Utilizando en lo posible el mismo lateral de la tubería de descarga del vehículo a fin de evitar fugas por los tapones externos de tubería no utilizados.
2. Poner a tierra la cisterna.
3. Comprobar que las válvulas del depósito del buque están cerradas. Válvulas de entrada al depósito y válvulas de purga.
4. Conectar la manguera fase líquida de 2" de la bomba criogénica a la entrada de la cisterna.
5. Abrir la válvula fase gas entre la bomba y la cisterna hasta enfriar la bomba a -160°C .
6. Abrir la válvula de fase líquida entre la bomba criogénica y la cisterna.
7. Abrir la válvula de entrada al depósito.
8. Conectar la toma de fuerza del vehículo para que empiece a trabajar la bomba criogénica.

9. Cuando se haya descargado la totalidad del GNL, cerrar las válvulas de entrada al depósito y las válvulas de la cisterna.
10. Abrir la válvula de purga de la entrada de líquido hasta que se vacíe el circuito procediendo después a cerrar la válvula de entrada de líquido y la purga.
11. Abrir la válvula de purga de la entrada de líquido de la cisterna al depósito hasta que se vacíe el circuito procediendo después a cerrarla.
12. Antes de iniciar el regreso se comprobará que todas las válvulas de la cisterna se hallan cerradas y que se han colocado los tapones en los racords de salida.
13. Los tipos de mangueras a utilizar son los descritos en la Ficha de Producto emitida por el fabricante de las mismas. (Se adjunta Ficha de Producto en el Anexo N° 3 de la presente Memoria)
14. Las acciones y precauciones a tomar desde el inicio hasta la finalización de las operaciones de bombeo de G.N.L., quedan ampliamente descritas en el Documento Acciones y Precauciones a tomar desde el inicio hasta la finalización de las operaciones de bombeo. (Consultar Anexo N° 4 de la presente Memoria)

- a. Las **condiciones de seguridad mínimas**, a seguir en la operación de avituallamiento son:

En la zona de operaciones se establecerá y balizará de forma convenientes una zona de seguridad en forma de rectángulo, cuyos lados estarán a una distancia mínima de 25 mts al buque suministrado, de forma que la zona se encuentre despejada de otras actividades.

El acceso a dicha zona estará restringido únicamente al personal que intervenga en la operativa.

Dentro del recinto se estacionará el vehículo/os suministradores en lugar apropiado para el suministro y de forma que se posibilite una salida de la zona en caso de emergencia.

Previamente al inicio de la operación de suministro, tanto el personal de Molgas Energía, S.A.U. como del buque receptor, inspeccionarán todas las válvulas, mangueras y equipos de servicio para asegurar la correcta conexión y desconexión evitando posibles fugas.

Las mangueras presentarán una longitud y flexibilidad suficiente con objeto de soportar los movimientos a los que el buque pueda estar sometido. Asegurándose que las mangueras se sostengan adecuadamente de forma que no queden suspendidas en el aire aguantando su propio peso.

Previamente al inicio del trasvase de combustible se comprobará que el vehículo suministrador está perfectamente inmovilizado por sus medios mecánicos y mediante calzos, que el motor está parado, la batería desconecta y colocados los dispositivos de toma de tierra (para evitar la generación de corrientes parásitas y de electricidad estática. Se permitirá que el motor del vehículo cisterna esté en funcionamiento cuando sea necesario para el bombeo del fluido.

Previamente al inicio del trasvase del GNL habrá que cumplimentarse la lista de comprobaciones (camión -buque) que se adjunta en el Anexo N° 8.

El conductor del camión, durante el suministro comprobará que no existen fugas, derrames o goteos, vigilando asimismo las tensiones mecánicas de las conexiones, las presiones máximas de trabajo y la cantidad a suministrar que previamente se haya acordado con el personal de la tripulación del buque. Asimismo se utilizarán los equipos de protección adecuados y de calidad certificada, según los peligros de la mercancía a trasvasar.

En caso de concurrencia de tormentas con aparato eléctrico y/o ausencia de iluminación suficiente se procederá a suspender la operación inmediatamente.

En el supuesto de encontrarse el buque objeto de suministro de GNL cargado con mercancías peligrosas a bordo (explosivos, etc) que pudieran suponer un riesgo en el caso de que se produjera un escape durante las operaciones de suministro, deberá obtenerse previamente autorización específica de la Autoridad Portuaria, previo informe de Capitanía Marítima. Si se autoriza la operación, se adoptarán todas las medidas adicionales que determinen tanto la autoridad portuaria como marítima.

Una vez finalizado el avituallamiento se asegurará de que las válvulas de suministro queden cerradas, se pongan las tapas tanto en el tanque como en la cisterna, y se completará la lista de comprobaciones mencionada anteriormente.

Durante la operativa y dentro de la zona de seguridad establecida estarán prohibidas las siguientes actividades:

- Paso de personal no autorizado y vehículos.
- Existencia de líneas eléctricas con tensión.
- Las labores de carga, descarga o transbordo de mercancías, salvo que el buque disponga de un procedimiento aprobado para simultaneo de operaciones de suministro de GNL, y carga/descarga, y sea autorizado expresamente por la Autoridad Portuaria, previo informe favorable de Capitanía Marítima.
- Operaciones de embarque y desembarque de pasajeros salvo que el buque disponga de un procedimiento aprobado simultáneo de operaciones de suministro de GNL y embarque/desembarque de pasaje, y sea autorizado expresamente por la Autoridad Portuaria, previo informe favorable de Capitanía Marítima.
- Las labores de aprovisionamiento o de avituallamiento distintas del suministro de GNL.
- La prestación de servicios de retirada de desechos y residuos.
- Los trabajos de reparación.
- Las tareas de limpieza de los espacios exteriores del buque.
- El venteo de GNL durante las operaciones de enfriamiento de los tanques y sistemas de GNL.
- El venteo de GNL durante las operaciones de suministro y desconexión.

- El venteo de GNL durante las operaciones de retorno de gases y desgasificación.

Como medida organizativa en Puerto se prohíbe el atraque de embarcaciones a una distancia menor de 25 m del buque suministrado de GNL, abaríarse a este último o navegar a una distancia inferior a 25 m del buque suministrado.

b. Las **condiciones ambientales** para la realización de la operación son:

MOLGAS ENERGÍA, S.A.U. cumplirá en todo momento, con lo establecido en la normativa ambiental vigente, en especial con la relacionada con la contaminación de aguas y suelos, así como la que regula la gestión de residuos.

Se adoptarán las medidas oportunas para no producir contaminación de las aguas portuarias, evitando cualquier vertido, no autorizado, en Zona de Servicio del Puerto.

MOLGAS ENERGÍA, S.A.U. controlará en todo momento el funcionamiento correcto del proceso, manteniendo informado a la tripulación del buque de los ritmos de trasiego y de las presiones máximas admisibles, para evitar en todo momento cualquier tipo de fuga de GNL.

En caso de fuga, se paralizará inmediatamente el suministro y se actuara según lo previsto en el presente documento.

Si durante la operación de descarga se observaran deficiencias en los medios u operativa del buque que incumplan la normativa ambiental aplicable, lo notificarán a la Autoridad Portuaria y a la Capitanía Marítima.

V. EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA ZONA DE SERVICIO DEL PUERTO DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD:

En el Anexo N° 6 "Evaluación de riesgos en la zona de servicio del puerto derivados de la actividad" se ha desarrollado la evaluación de riesgos en la zona de servicio del puerto para la actividad de suministro de G.N.L. desde camión-cisterna a buque.

V. EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA ZONA DE SERVICIO DEL PUERTO DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD:

En el Anexo Nº 6 "Evaluación de riesgos en la zona de servicio del puerto derivados de la actividad" se ha desarrollado la evaluación de riesgos en la zona de servicio del puerto para la actividad de suministro de G.N.L. desde camión-cisterna a buque.

VI. COMUNICACIÓN DE LA EMERGENCIA O ACCIDENTE:

En caso de que la emergencia pueda suponer riesgo para el buque, el personal del vehículo suministrador comunicará de inmediato ésta para que el buque pueda a su vez activar de inmediato su propio Plan de Seguridad o de Autoprotección.

En caso de que ocurra cualquier incidencia, accidente o emergencia durante el desarrollo del servicio de suministro de G.N.L., se contactará con los siguientes números:

Centralita Puerto de Santa Cruz de Tenerife: 922 60 54 00

Centro de Control de Servicios (Puerto de Santa Cruz de Tenerife): 922 59 68 63

E-mail:ccs.terrestre@puertosdetenerife.org

Policía Portuaria Puerto de Santa Cruz de Tenerife (Comisaría): 922 60 55 55

E-mail:policiaportuaria@puertosdetenerife.org

Consejero de Seguridad MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.: 619511707 / 91 660 00 55

Todos los conductores de los camiones cisternas dispondrán de unas instrucciones escritas según el ADR. (Se adjunta una copia de las mismas en el Anexo Nº 5).

VII. ACTUACIÓN DEL PERSONAL DEL VEHÍCULO SUMINISTRADOR ANTE SITUACIONES DE EMERGENCIA:

Las actuaciones a seguir ante situaciones en caso de accidente o de emergencia quedan ampliamente descritas en el Anexo N° 5.

VIII. EQUIPAMIENTO DEL FURGÓN DE EMERGENCIAS:

- Explosímetro
- Señales de aviso de peligro (vehículo en descarga)
- Caja de herramientas antideflagrantes
- Linternas antideflagrantes
- Extintor 50 kg polvo ABC (2 unidades)
- Conos reflectantes para la señalización
- Cinta de delimitación perimetral de seguridad
- Botiquín de primeros auxilios
- Juego de válvulas de seguridad
- Juego de juntas (2" y 3")
- Calzos
- Manguera 20m 2"
- Walkie Talkies ATEX

IX. INTEGRACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO EN EL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN DEL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE:

Con la presentación de esta memoria y su contenido, los medios materiales y recursos humanos movilizadas en caso de emergencia, quedan integrados en el Plan de Autoprotección del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, que incluye el Plan de Contingencias por Contaminación Marina Accidental.

Con dicha integración, **MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.** queda obligada a colaborar ineludiblemente a requerimiento de la Autoridad Portuaria o de la Capitanía Marítima a través del Centro de Control de Emergencias, en caso de activación de Plan de Autoprotección del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

Con dicha integración, **MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.** queda obligada a colaborar ineludiblemente a requerimiento de la Autoridad Portuaria o de la Capitanía Marítima a través del Centro de Control de Emergencias, en caso de activación de Plan de Autoprotección del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

X. REVISIONES DEL DOCUMENTO:

El presente documento será revisado cada vez que sea necesario por cambios sustanciales producidos en los equipos de suministro, Procedimiento de descarga de GNL, etc o a requerimiento de la Autoridad Portuaria o Capitanía Marítima.

Tras la revisión del documento se procederá a la entrega de una copia revisada del mismo a la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife.

En el caso de que se produzca cualquier cambio con respecto a la actividad, los procedimientos, los medios de seguridad, y los teléfonos de comunicación, será comunicado de inmediato a la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife.

XI. OTRA INFORMACIÓN:

En el Anexo Nº 7 "Relación de la flota de vehículos y cisternas que operarán habitualmente en el puerto" y en el Anexo Nº 8 "Modelo de documentos utilizados en el proceso", se adjunta más información en relación con la documentación necesaria en el proceso, tales como Albarán de Entrega de GNL (BBG).

1. Ein Unternehmen erwirbt ein Grundstück für 100.000 € und verkauft es für 120.000 €. Die Kosten für den Erwerb betragen 10.000 € und die Kosten für den Verkauf betragen 5.000 €. Wie hoch ist der Gewinn?

120.000 € - 100.000 € = 20.000 €

2. Ein Unternehmen erwirbt ein Grundstück für 100.000 € und verkauft es für 120.000 €. Die Kosten für den Erwerb betragen 10.000 € und die Kosten für den Verkauf betragen 5.000 €. Wie hoch ist der Gewinn?

120.000 € - 100.000 € = 20.000 €

3. Ein Unternehmen erwirbt ein Grundstück für 100.000 € und verkauft es für 120.000 €. Die Kosten für den Erwerb betragen 10.000 € und die Kosten für den Verkauf betragen 5.000 €. Wie hoch ist der Gewinn?

120.000 € - 100.000 € = 20.000 €


4. Ein Unternehmen erwirbt ein Grundstück für 100.000 € und verkauft es für 120.000 €. Die Kosten für den Erwerb betragen 10.000 € und die Kosten für den Verkauf betragen 5.000 €. Wie hoch ist der Gewinn?



ANEXO N° 1: FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL GNL.

2014

ANEXO Nº 1: ÍNDICE DE DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CMI

	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD Gas Natural Licuado	Página : 1 / 11
		Número de revisión : 7
		Fecha de emisión : 17/12/2013
		Reemplaza : 02/05/2013

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1. Identificador del producto

Nombre comercial/denominación : Gas Natural Licuado
 EC-No. : 232-343-9
 CAS N° : 8006-14-2

1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos específicos : Materia prima para la industria
 Combustibles

1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Firma : ENAGAS TRANSPORTE S.A.U.
 Paseo de los Olmos, 19
 28005 Madrid, SPAIN
 Teléfono: 0091 356 82 22 (24h/365d)
 0091 356 82 25 (24h/365d)
 00900 14 19 00 (24h/365d)
 Correo electrónico: PREVENCION@enagas.es

1.4. Teléfono de emergencia

Teléfono de urgencias : 0091 356 82 22 (Este número de teléfono esta disponibles las 24 horas del día, 7 días de la semana.)

SPAIN
 Servicio de Información Toxicológica
 Instituto Nacional de Toxicología,
 Departamento de Madrid +34 915 62 04 20

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla

2.1.1. Clasificación de conformidad con el Reglamento (UE) 1272/2008

Clasificación CLP : El producto está clasificado como peligroso de conformidad con el Reglamento (CE) No. 1272/2008.

Flam. Gas 1 H220
 Refrigerated liquefied gas H281

Texto completo de las frases H: ver sección 16

2.1.2. Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE


Clasificación : El producto está clasificado como peligroso según la Directiva 67/548/EEC.

F+; R12

Texto completo de las frases R: ver sección 16

2.2. Elementos de la etiqueta

2.2.1. Etiquetaje de conformidad con el Reglamento (UE) 1272/2008

	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	Página : 2 / 11
		Número de revisión : 7
	Gas Natural Licuado	Fecha de emisión : 17/12/2013
		Reemplaza : 02/05/2013

Pictograma de peligro :



GHS02

Palabra de advertencia :

Peligro

Indicaciones de peligro :

H220 - Gas extremadamente inflamable.

H281 - Contiene un gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.

Consejos de prudencia :

P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.

P282 - Llevar guantes que aislen del frío/gafas/máscara.

P315 - Consultar a un médico inmediatamente.

P336 - Descongelar las partes heladas con agua tibia. No frotar la zona afectada.

P377 - Fuga de gas en llamas: No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro.

P381 - Eliminar todas las fuentes de ignición si no hay peligro en hacerlo.

P403 - Almacenar en un lugar bien ventilado.

2.2.2. Etiquetado de acuerdo con las Directivas (67/548 - 1999/45)

No relevante

2.3. Otros peligros

Otros peligros :

Resultados de la valoración PBT y MPMB :

No hay datos disponibles

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.1. Sustancias

Nombre de sustancia	Identificador del producto	%	Clasificación según la directiva 67/548/CEE
Natural gas	(CAS Nº) 8006-14-2 (EC-No.) 232-343-9	100	F+; R12
Nombre de sustancia	Identificador del producto	%	Clasificación según reglamento (UE) No. 1272/2008 [CLP]
Natural gas	(CAS Nº) 8006-14-2 (EC-No.) 232-343-9	100	Flam. Gas 1, H220 Compressed gas, H280

El texto completo de las frases (EU)H, R mencionadas en esta Sección, se indica en la Sección 16.

3.2. Mezclas

No aplicable

SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1. Descripción de los primeros auxilios

Inhalación :


Mantener en reposo.

Abastecer de aire fresco.

Si la respiración es difícil, darle oxígeno.

Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial.

Consultar a un médico.

	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	Página : 3 / 11
		Número de revisión : 7
Gas Natural Licuado	Fecha de emisión : 17/12/2013	
	Reemplaza : 02/05/2013	

- Contacto con la piel** : En caso de congelamiento aclarar con mucha agua. No quitarse la ropa. Sumergir en agua fresca/aplicar compresas húmedas. Afectado mantenerle tranquilo, tapado y mantenerle caliente. (Cobertura de fuego) Consultar a un médico. Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas.
- Contacto con los ojos** : Enjuagar inmediatamente con abundante agua, también debajo de los párpados, al menos durante 15 minutos. Consultar a un médico.
- Ingestión** : Enjuagarse la boca. Enjuagar inmediatamente la boca con agua y beber agua en abundancia. Consultar a un médico.
- Consejos adicionales** : Primer socorrista: ¡Hacer atención a autoprotección! Véase igualmente la sección 8. Tratar sintomáticamente. Nunca dar por la boca algo a una persona que este sin conocimiento o tenga constricciones espasmódicas. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio. En todos los casos de duda o si existen síntomas, solicitar asistencia médica.

4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

- Inhalación** : Puede resultar irritante.
- Contacto con la piel** : Puede resultar irritante. Puede causar congelamiento.
- Contacto con los ojos** : Puede resultar irritante. Provoca quemaduras por congelación en los ojos.
- Ingestión** : ingestión poco probable.

4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

5.1. Medios de extinción


- Material extintor adecuado** : Dióxido de carbono, Producto químico en polvo, ABC-polvo, Agua pulverizada, Espuma
- Medios de extinción que no deben utilizarse por razones de seguridad** : Chorro de agua potente

5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

- Peligro de incendio** : Gas extremadamente inflamable.
- Peligros específicos** : Vapores pueden formar con aire una mezcla explosiva. Los vapores son más pesados que el aire y pueden expandirse a lo largo del suelo. A partir de una temperatura aproximada de -104°C el gas se vuelve más ligero que el aire. Los vapores se pueden desplazar grandes distancias y al alcanzar una fuente de ignición, inflamarse, producir retroceso de llama y explosionar. El fuego o el calor intenso pueden provocar la ruptura violenta de los embalajes. El envase puede estallar si es calentado. Productos de descomposición peligrosos: COx

5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

- Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios** : Equipo especial de protección en caso de incendio. En caso de incendio: Utilizar un aparato de respiración autónomo. Para proteger a personas y para refrigeración de recipientes en la zona de

	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	Página : 4 / 11
		Número de revisión : 7
Gas Natural Licuado		Fecha de emisión : 17/12/2013
		Reemplaza : 02/05/2013

peligro, utilizar chorro de agua a inyección.
 Evacuar la zona.
 El agua de extinción debe recogerse por separado, no debe penetrar en el alcantarillado.

SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental

6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

- Personal no formado para emergencias : Evacuar la zona.
 Quedarse en el viento convectivo / mantener distancia de la fuente.
 Asegurar una ventilación adecuada.
 Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.
 Véase igualmente la sección 8.
 Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa.
 No respirar los aerosoles.
 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.
 Asegurar la toma de tierra del equipamiento.
 Utilizar instalaciones, aparatos, instalación de aspiración, equipos ect. protegido contra explosiones.
 Utilizar únicamente herramientas que no produzcan chispas.
- Personal de intervención : Sólo el personal cualificado, dotado de equipo de protección adecuado, puede intervenir.
 Véase igualmente la sección 8.

6.2. Precauciones relativas al medio ambiente

- Precauciones relativas al medio ambiente : Evite que el producto penetre en el alcantarillado.

6.3. Métodos y material de contención y de limpieza

- Procesos de limpieza : Detener la fuga, si no hay peligro en hacerlo.
 Dejar evaporarse.
 Arrástrense con agua a presión los gases/humos/polvo.
 Todos los procesos deben estar supervisados por especialistas o personal autorizado.

6.4. Referencia a otras secciones

Véase igualmente la sección 8
 Véase igualmente la sección 13.

SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento

7.1. Precauciones para una manipulación segura

- Manipulación : Gas y líquido extremadamente frío bajo presión. Causa graves quemaduras por congelación.
 Asegurar una ventilación adecuada.
 Antes de usar comprobar la hermeticidad/opacidad.
 Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.
 Véase igualmente la sección 8
 No respirar los aerosoles.
 Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa.
 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.
 Asegurar la toma de tierra del equipamiento.
 Manténgase el recipiente bien cerrado.
 Utilizar instalaciones, aparatos, instalación de aspiración, equipos ect. protegido contra explosiones.

	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	Página : 5 / 11
		Número de revisión : 7
	Gas Natural Licuado	Fecha de emisión : 17/12/2013
		Reemplaza : 02/05/2013

Indicaciones para la higiene industrial general :

- Utilizar únicamente herramientas que no produzcan chispas. Véase igualmente la sección 10
- Cumplir con una buena higiene industrial.
- No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.
- Lavarse las manos y la cara antes de las pausas e inmediatamente después del handling del producto.
- Quitarse las prendas contaminadas y lavarlas antes de volver a usarlas.

7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenamiento :

- Condiciones de almacenamiento seguro recipiente a presión a temperatura inferior a la del punto crítico.
- Consérvese el recipiente en lugar fresco y bien ventilado y manténgase bien cerrado.
- Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.
- No almacenar con ningún material enumerado en el apartado 10 ni en las proximidades de dichos materiales.
- Almacenar a temperatura inferior a 30 °C.
- No deje que la temperatura rebase 45 °C.
- Mantener alejado de la luz directa del sol.

Material de embalaje :

- Conservar/ almacenar únicamente en el recipiente original.

7.3 Usos específicos finales

No hay datos disponibles.

SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

8.1. Parámetros de control

Valores límite de la exposición :

Natural gas (8006-14-2)		
Italia - Portugal - USA	ACGIH TWA (ppm)	1000 ppm
ACGIH		

Procedimiento de vigilancia recomendado: :

- Control y medida de la exposición individual
- Medida de concentración en el aire

DNEL : NA
PNEC : NA

8.2. Controles de la exposición

Protección personal :


- El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria :

- Para trabajos de salvamento y mantenimiento de en los depósitos de almacenamiento usar un aparato respiratorio independiente del aire circulante.
- Aparato respiratorio autónomo de circuito-abierto de aire comprimido (EN 137)
- O2- Deficiencia :
- Llevar un respirador equipado con presión positiva.

Protección de las manos :

- Para la selección de guantes específicos en aplicaciones determinadas y el tiempo de uso en un área de trabajo, también deben de tenerse en cuenta otros factores del espacio de trabajo; por ejemplo, otros productos químicos que se puedan utilizar, requisitos físicos (protección contra cortes/perforaciones, técnica, protección térmica) y las instrucciones y especificaciones del proveedor de guantes.

	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	Página : 6 / 11
		Número de revisión : 7
Gas Natural Licuado		Fecha de emisión : 17/12/2013
		Reemplaza : 02/05/2013

Protección ocular	: Guantes de protección contra el frío : guantes que aislen del frío (EN511) (Caucho nitrilo)
Protección corporal	: Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro (EN 166), Pantalla facial (EN166)
Protección contra peligros térmicos	: Llevar un equipamiento de protección apropiado.
Medidas técnicas de control	: Usar equipamiento especial.
Controles de la exposición del medio ambiente	: Sistema cerrado Asegurar una ventilación adecuada. Utilizar solamente en áreas provistas de ventilación y extracción apropiadas. Debe haber facilidades para lavarse/ agua para lavar los ojos y la piel. Adoptar la acción necesaria para evitar la descarga de la electricidad estática (que podría ocasionar la inflamación de los vapores orgánicos). Proporcione precauciones adecuadas, como tierra eléctrica y vínculos, o atmósferas inertes. Utilícese únicamente equipo eléctrico antideflagrante. Medidas organizativas para evitar/limitar la fuga, dispersión y exposición Véase igualmente la sección 7
	: Evite que el producto penetre en el alcantarillado. Cumple con la legislación comunitaria relativa a la protección del medio ambiente

SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Aspecto	: Gas licuado
Color	: incoloro
Olor	: inodoro
Umbral olfativo	: No hay datos disponibles
Umbral olfativo	: No hay datos disponibles
pH	: No aplicable
Punto/intervalo de fusión	: - 183 °C Metano
Punto /intervalo de ebullición	: - 161 °C Metano
Punto de inflamabilidad	: - 188 °C Metano
Velocidad de evaporación	: No hay datos disponibles
Inflamabilidad (sólido, gas)	: Extremadamente inflamable
Limites de explosión (Límite inferior de explosión, Límite superior de explosión)	: LEL: 4.4 - UEL: 17 vol % EN 61779-1
Presión de vapor	: 147 kPa Metano
Densidad de vapor	: >1 (air=1) 1,9 kg/m³ (= < -160°C)
Densidad	: 460 kg/m³
Densidad relativa	: 0.54-0.66 g/cm³
Solubilidad en agua	: insoluble
Solubilidad en otros disolventes	: No hay datos disponibles
Coefficiente de reparto n-octanol/agua	: No hay datos disponibles
Temperatura de auto-inflamación	: 540 °C
Temperatura de descomposición	: No hay datos disponibles



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Página : 7 / 11

Número de revisión : 7

Fecha de emisión :
17/12/2013

Reemplaza : 02/05/2013

Gas Natural Licuado

- Viscosidad : No hay datos disponibles
- Propiedades explosivas : No aplicable
No es necesario un examen, ya que en las moléculas no existen grupos químicos que muestran posibles características explosivas.
- Propiedades comburentes : No aplicable
No se tiene que aplicar el proceso de clasificación ya que en las moléculas no hay grupos químicos que muestren propiedades comburentes.

9.2. Información adicional

- Punto de goteo/zona de goteo : < 5 °C Metano
- Peso molecular : 16.5-18.5 g/mol

SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad

10.1. Reactividad

- Reactividad : Gas extremadamente inflamable
Véase igualmente la sección 10.5

10.2. Estabilidad química

- Estabilidad : El producto es estable si se almacena a temperaturas de ambiente normales.

10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas

- Posibilidad de reacciones peligrosas : Reacciona vigorosamente con oxidantes y ácidos fuertes

10.4. Condiciones que deben evitarse

- Condiciones que deben evitarse : Calor, llamas y chispas.
Exposición al aire.

10.5. Materiales incompatibles

- Materiales incompatibles : Agentes oxidantes fuertes Halógenos

10.6. Productos de descomposición peligrosos

- Productos peligrosos de descomposición : Óxidos de carbono

SECCIÓN 11: Información toxicológica

11.1. Información sobre los efectos toxicológicos

- Toxicidad extrema : No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)

Natural gas (8006-14-2)	
CL50/inhalación/4h/rata	658 mg/l/4h

- cauterización/irritación de la piel : No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)
pH: No aplicable
- Lesiones/irritaciones graves de los ojos : No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)
pH: No aplicable
- sensibilización de las vías aéreas o de la piel : No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)
- Mutagenidad de células germinativa : No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Página : 8 / 11

Número de revisión : 7

Fecha de emisión :
17/12/2013

Reemplaza : 02/05/2013

Gas Natural Licuado

Carcinogenicidad	: No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)
Toxicidad para la reproducción	: No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)
Toxicidad específica en determinados órganos (exposición única)	: No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)
Toxicidad específica en determinados órganos (repetida exposición)	: No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)
Peligro por aspiración	: No clasificado (A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.)

Otra información

Síntomas relacionados con las características físicas, químicas y toxicológicas, véase la sección 4.2.

SECCIÓN 12: Información ecológica

12.1. Toxicidad

Toxicidad : No peligroso

12.2. Persistencia y degradabilidad

Persistencia y degradabilidad : Desintegración biológica fácil.

12.3. Potencial de bioacumulación

Bioacumulación : Bajo
Coeficiente de reparto n-octanol/agua : No hay datos disponibles

12.4. Movilidad en el suelo

Capacidad de movilidad : No aplicable

12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB

PBT/vPvB : No hay datos disponibles

12.6. Otros efectos adversos

Otra información : Sin datos disponibles

SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación

13.1. Métodos para el tratamiento de residuos

Desechos de residuos / producto no utilizado	: Manéjese con cuidado. Véase igualmente la sección 7 Manipulación y almacenamiento Recoja y deseche los residuos en unas instalaciones de eliminación de residuos autorizadas Eliminar teniendo en cuenta las determinaciones de la autoridad.
Envases contaminados	: No vaciar los recipientes con presión. No quemar el bidón vacío ni utilizar antorchas de corte con él. No perforar ni incinerar. Los contenedores vacíos deben ser llevados a un sitio de manejo aprobado para desechos, para el reciclado o eliminación. Eliminar teniendo en cuenta las determinaciones de la autoridad.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Página : 9 / 11
Número de revisión : 7
Fecha de emisión :
17/12/2013
Reemplaza : 02/05/2013

Gas Natural Licuado

Información ecológica complementaria : No dejar verter ni en la canalización ni en desagües.
Lista de códigos sugeridos para desechos/ designaciones de desechos de acuerdo con el EWC: : Clasificado como residuo peligroso de acuerdo con las Regulaciones de la Unión Europea.
Los códigos de Desecho deben ser atribuidos por el usuario, si es posible de acuerdo con las autoridades de eliminación de desechos.

SECCIÓN 14: Información relativa al transporte

14.1. Número ONU

UN No. : 1972

14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

Designación oficial de transporte : GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO
Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas IATA/IMDG : NATURAL GAS, REFRIGERATED LIQUID

14.3. Clase(s) de peligro para el transporte

14.3.1. Transporte por vía terrestre

Clase : 2 - Gases
Clase de peligro : 223
Código de clasificación : 3F
Etiquetas ADR/RID : 2.1 - Gases inflamables



14.3.2. Transporte por vía fluvial (ADN)

ADN : Naturaleza del Peligro : 2.1
Clase (UN) : 2

14.3.3. Transporte marítimo

Class or Division : 2 - Gases

14.3.4. Transporte aéreo

Class or Division : 2 - Gases

14.4. Grupo de embalaje

Sin datos disponibles

14.5. Peligros para el medio ambiente


Otra información : No se dispone de información adicional.

14.6. Precauciones particulares para los usuarios

Sin datos disponibles

14.7. Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC

Sin datos disponibles

	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	Página : 10 / 11
	Gas Natural Licuado	Número de revisión : 7
Fecha de emisión : 17/12/2013		
		Reemplaza : 02/05/2013

SECCIÓN 15: Información reglamentaria

15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

15.1.1. UE-Reglamentos

Las siguientes restricciones son aplicables de acuerdo con el Anexo XVII del Reglamento REACH (CE) no 1907/2006

40. Las sustancias clasificadas como gases inflamables de categorías 1 o 2, líquidos inflamables de categorías 1, 2 o 3, sólidos inflamables de categorías 1 ó 2, las sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables, de categorías 1, 2 o 3, los líquidos pirofóricos de categoría 1 o los sólidos pirofóricos de categoría 1, independientemente de que figuren o no en la parte 3 del anexo VI al Reglamento (CE) no 1272/2008.

: Gas Natural Licuado - Natural gas

Este producto contiene un ingrediente de acuerdo con la lista de candidatos del Anexo XIV del Reglamento REACH 1907/2006/CE.

: ninguno(a)

Autorizaciones

: No aplicable

15.1.2. Reglamentos nacionales

15.2. Evaluación de la seguridad química

Evaluación de la seguridad química

: Para esta sustancia no se realizó una valoración de la seguridad química.

SECCIÓN 16: Información adicional

Texto completo de las frases R, H y EUH :

Compressed gas : Gases bajo presión Gas comprimido
 Flam. Gas 1 : Gases inflamables, categoría 1
 Refrigerated liquefied gas : Gases bajo presión Gas líquido congelado
 H220 : Gas extremadamente inflamable.
 H280 : Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.
 H281 : Contiene un gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.
 R12 : Extremadamente inflamable.
 F+ : Extremadamente inflamable

Bibliografías y fuente de datos importantes : European Chemicals Bureau (<http://esis.jrc.ec.europa.eu>)
 Material Safety Data Sheet from Manufacturer, dated 2009/1/15

Secciones de las Ficha de Datos de Seguridad que se han actualizado: : 1

Abreviaciones y acrónimos : ADN = Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por el Rín
 ADR = Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera
 CLP = Norma en materia de clasificación, etiquetado y envasado de conformidad con 1272/2008/CE
 IATA = Asociación de Transporte Aéreo Internacional



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Página : 11 / 11

Número de revisión : 7

Fecha de emisión :
17/12/2013

Reemplaza : 02/05/2013

Gas Natural Licuado

IMDG = Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas

LEL = Límite inferior explosivo/Límite inferior de explosión

UEL = Límite superior explosivo/Límite superior de explosión

REACH = Registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y mezclas químicas

CSR = El informe sobre la seguridad química

DNEL = Nivel sin efecto derivado

LD50 = Dosis letal media

N.O.S. = no especificadas en otra categoría

PNEC = Concentración prevista sin efecto

STEL = Valor límite de exposición a corto plazo

TLV = Límites umbrales

TWA = media de tiempo de carga

PBT = persistente, bioacumulable y tóxica (PBT).

muy persistente y muy bioacumulable (mPmB).

NA= no aplicable

El contenido y el formato de esta ficha de datos de seguridad se ajustan a las directivas de la Comisión de la CEE 1999/45/CE, 67/548/CE, 1272/2008/CE y al reglamento de la Comisión de la CEE 1907/2006/CE (REACH), anexo II.

RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD La información en esta Ficha de Seguridad fue obtenida de fuentes que creemos son fidedignas. Sin embargo, la información se proporciona sin ninguna garantía, expresa o implícita en cuanto a su exactitud. Las condiciones o métodos de manejo, almacenamiento, uso o eliminación del producto están más allá de nuestro control y posiblemente también más allá de nuestro conocimiento. Por esta y otras razones, no asumimos ninguna responsabilidad y descartamos cualquier responsabilidad por pérdida, daño o gastos ocasionados por o de cualquier manera relacionados con el manejo, almacenamiento, uso o eliminación del producto. Esta Ficha de Seguridad fue preparada y debe ser usada sólo para este producto. Si el producto es usado como un componente de otro producto, es posible que esta información de Seguridad no sea aplicable.



**ANEXO N° 2: LISTA DE COMPROBACIONES PARA LA DESCARGA
DE CISTERNAS DE GNL.**

ARTICLE IN PRESS



**LISTA DE COMPROBACIONES PARA LA
DESCARGA DE CISTERNAS DE GNL**

Centro de Trabajo:

Mercancía peligrosa descargada: UN 1972 GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DE LA TRIPULACIÓN

- Identificación mediante documento oficial con fotografía
- Certificado de formación ADR del conductor (carnet naranja) en regla

IDENTIFICACIÓN/DOCUMENTACIÓN DEL VEHÍCULO

- Empresa transportista:
- Matrículas:
tractora: cisterna:
- Certificado aprobación ADR (tractora y cisterna) en regla
- Instrucciones escritas para el conductor

EQUIPAMIENTO DEL VEHÍCULO

- Extintores
- Calzos
- Linterna (antichispas)
- Triángulos reflectantes de señalización
- Herramientas
- Chaleco reflectante
- Equipo de protección personal indicado en instrucciones escritas para el conductor
- Apagallamas
- Explosímetro
- Placas-etiqueta de peligro del modelo 2.1 en laterales y parte trasera
- Paneles naranja con numeración 223/1972 en parte delantera y trasera

COMPROBACIONES PREVIAS A LA DESCARGA

- Vehículo estacionado correctamente e inmovilizado con freno de mano y calzos
- Motor parado (excepto si es necesario que funcione para el equipo de trasvase), batería desconectada y llaves de contacto en poder del personal de descarga
- Personal que realiza la descarga conoce las reglamentaciones e instrucciones de seguridad
- Personal que realiza la descarga lleva equipos de protección individual requeridos
- Vehículo y equipo de servicio en buen estado aparente
- Existen en zona de descarga y se hallan en buen estado:
 - medios de extinción de incendios portátiles
 - herramientas necesarias (antichispas)
- Zona de descarga suficientemente ventilada
- Zona de descarga señalizada o acordonada para advertir a personal ajeno a la operación
- Ausencia de trabajos incompatibles con la seguridad de la operación, o suficientemente alejados
- Ausencia de focos de ignición y material combustible en un área de al menos 15 metros
- Evidencia de que el GNL a descargar cabe en el depósito
- Toma de tierra conectada
- Acoples de mangueras correctos y en bocas de descarga previstas

COMPROBACIONES DURANTE LA DESCARGA

- Tripulación del vehículo fuera de la cabina y disponible en todo momento
- Presencia permanente del personal de descarga
- Prohibición de fumar y encender fuegos
- Ausencia de fugas; posibles goteos controlados
- Sistema eléctrico desconectado
- Velocidad de descarga adecuada
- Mangueras sin tensiones ni torsiones

CONTROLES DESPUÉS DE LA DESCARGA

- Barrido del líquido en mangueras,
- Cierre de válvulas de la instalación
- Purgado de gas en tramos entre válvulas
- Válvulas cisterna cerradas, tapones ciegos acoplados
- La presión en la cisterna es adecuada
- Vehículo, equipo de servicio y señalización exterior en buen estado aparente
- Ausencia de gas en un área de al menos 15 metros
- Medios empleados en la operación (calzos, toma de tierra, extintores, señalizaciones, etc.) retornados a su lugar
- Carta de porte cumplimentada y una copia entregada al conductor

Fecha:

Hora de llegada:

Hora de salida:

Nombre y apellidos del personal de descarga:

Firma o sello:

Nombre y apellidos del conductor:

Firma o sello:

Observaciones:



**ANEXO N° 3: FICHA TÉCNICA DE MANGUERAS DE DESCARGA
DE GNL.**

2010

ANEXO B. EVIDENCIA DE MANEJO DE DOCUMENTOS



4 | Corrugated hoses

4.1 | Annularly corrugated hoses

Annularly corrugated hoses, stainless steel, medium version		60
Type RS 331/330 – normal corrugations	DN 4 – 150	61
Type RS 321 – narrow corrugations, highly flexible	DN 6 – 100	64
Type RS 341 – wide corrugations	DN 6 – 100	66
Annularly corrugated hoses, stainless steel, heavy version		
Type RS 531/430 – normal corrugations	DN 6 – 300	58
Annularly corrugated hoses of bronze		
Type RZ 331 – normal corrugations	DN 8 – 50	92
Ordering example for a hose assembly		84

4.2 | Connection fittings for corrugated hoses

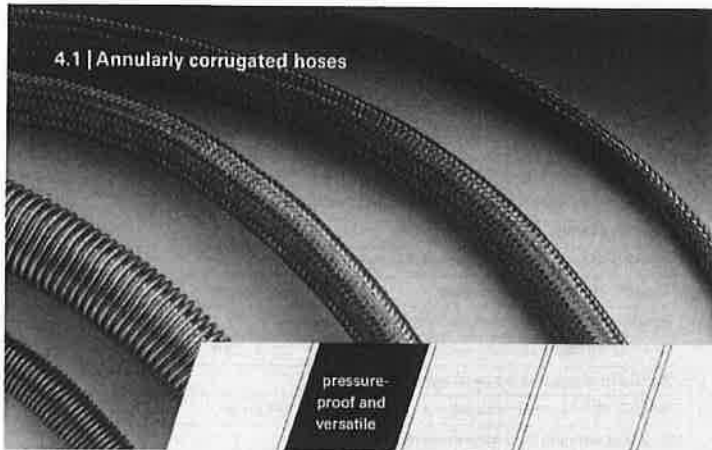
Flange connections		87
Threaded connections		71
Connection fittings		82
Pipe connections		95
Couplings		97

4.3 | Annularly corrugated hoses and connection fittings for self-assembly

Corrugated hoses without braiding		101
Corrugated hose with braiding		107

4.4 | Hose braiding

4.1 | Annularly corrugated hoses



pressure-
proof and
versatile

The following section contains descriptions of the most common types of hose. The two features that characterize the hoses are the version and the corrugation:

	Geometric dimension	Designation
Version:	Wall thickness	medium / heavy
Corrugation:	Length of corrugation	narrow / medium / wide

Note that pressure resistance increases both with wall thickness and corrugation length. Flexibility, on the other hand, falls with both increasing corrugation length and wall thickness.

The technical detail tables are preceded by a description of the hose type. If you cannot find "your" hose, please contact us. Witzenmann produces a multitude of hose types. The hose for your application will certainly be among them.

50

Operating pressure

The operating pressures in the following tables that are applicable to stainless steel contain two pressure values:

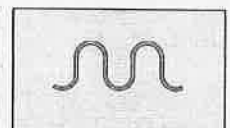
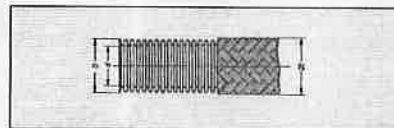
1) Permissible operating pressure P_{zul} at 20 °C for static loading without movement with a bursting safety factor of 3 (SF 3).

2) Nominal pressure level as defined in DIN EN ISO 10380: maximum permissible pressure as defined in DIN EN ISO 10380 rounded to the associated pressure level. The maximum permissible pressure includes a bursting safety factor of 4 (SF 4) and an average flexibility of 10,000 load cycles in the U-band (see Section 3).

At higher operating temperatures, the reduction factor given on page 245 applies to the two pressure values.

4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel Type RS 331 (up to DN 100), Type RS 330 (from DN 125) medium version, normal corrugation

HYDRA



Construction:
Annularly corrugated all-metal hose made of butt-welded tube with or without braiding.

Versions:
• RS ...S00 without braiding
• RS ...S12 with single stainless steel wire braiding

Type tests:
The hose type is tested in accordance with DIN EN ISO 10380.

Material of hose:
stainless austenitic steel to DIN EN ISO 10088-2, bright
• standard: material no. 1.4404 comparable with AISI 316 L
• standard: material no. 1.4541 comparable with AISI 321
• other materials:
s.g. material no. 1.4571
comparable with AISI 316Ti on request

Material of braiding:
stainless austenitic steel
• material no. 1.4301 comparable with AISI 304
• material no. 1.4571 comparable with AISI 316Ti on request

Temperature range:
-270 °C up to max. 600 °C
(only for the hose)

Operating pressure:
The following tables with technical data of metal hoses contain two pressure values. Please refer to the general information on page 50.
SF = Bursting Safety Factor (3 or 4)

Connection fittings:
• flanges
• threaded connections
• welding ends
• customized connections on request

Approval:
see page 16 – 17

Production lengths:
• DN 4 5 – 30 m
• DN 8-50 10 – 100 m
• DN 65-100 20 m
• DN 125-160 10 m

51

4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel

HYDRA

Type RS 331

medium version, normal corrugation

4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel

HYDRA

Type RS 331 (up to DN 100), Type RS 330 (from DN 125)

medium version, normal corrugation

DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Permissible deviation	Minimum bending radius*	Nominal bending radius**	Perm. static operating pressure at 20 °C SF3	Nominal pressure DIN EN ISO 10380 SF4	Wght. approx.
		d	D, D1		d, D, D1	r _{min}			
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	PN	kg/m
4	RS331S00	4.2	7.1	±0.1	16	80	40	40	0.06
	RS331S12		8.2		26	135	100	0.11	
6	RS331S00	6.2	9.7	±0.1	16	80	25	26	0.09
	RS331S12		10.8		26	200	150	0.14	
8	RS331S00	8.3	12.3	±0.2	18	120	20	20	0.10
	RS331S12		13.7		32	190	100	0.21	
10	RS331S00	10.2	14.3	±0.2	18	130	18	16	0.11
	RS331S12		15.7		38	140	100	0.23	
12	RS331S00	12.2	16.8	±0.2	20	140	12	10	0.12
	RS331S12		18.2		46	85	85	0.25	
16	RS331S00	16.2	21.7	±0.3	28	160	8	8	0.19
	RS331S12		23.3		68	90	85	0.40	
20	RS331S00	20.2	26.7	±0.3	32	170	6	4	0.27
	RS331S12		28.3		70	55	40	0.48	
25	RS331S00	25.5	32.2	±0.3	40	190	4	4	0.38
	RS331S12		34.2		85	85	60	0.76	
32	RS331S00	34.2	41.0	±0.4	60	260	3	2.6	0.49
	RS331S12		43.0		105	95	25	0.98	
40	RS331S00	40.1	48.7	±0.4	60	300	2.5	2.5	0.77
	RS331S12		52.0		130	60	40	1.48	
50	RS331S00	50.4	60.3	±0.4	70	320	1.5	0.5	0.91
	RS331S12		62.5		160	35	25	1.67	
65	RS331S00	65.3	78.0	±0.4	115	400	1	0.5	1.51
	RS331S12		81.2		200	40	25	2.88	

* Minimum bending radius ≤ DIN EN ISO 10380 Type 1/2

** Nominal bending radius ≤ DIN EN ISO 10380 Type 1

Please quote when ordering:

1. Type of hose, material, nominal diameter (DN), nominal length (NL)
2. Type of connection fitting, material
3. Operating conditions, refer to Inquiry Specification, page 47

DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Permissible deviation	Minimum bending radius	Nominal bending radius	Perm. static operating pressure at 20 °C SF3	Nominal pressure DIN EN ISO 10380 SF4	Wght. approx.
		d	D, D1		d, D, D1	r _{min}			
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	PN	kg/m
80	RS331S00	80.2	94.8	±0.5	130	600	2	0.5	2.28
	RS331S12		98.0		240	25	18	4.08	
100	RS331S00	100.0	118.2	±0.5	180	760	1.6	0.5	2.63
	RS331S12		119.4		290	25	10	4.54	
125	RS330S00	128.2	145.0	±0.6	350	1000	0.8	0.6	2.68
	RS330S12		168.2		15	8	5.26		
150	RS330S00	151.8	171.0	±1.4	400	1250	0.5	0.6	3.41
	RS330S12		174.2		10	8	5.48		

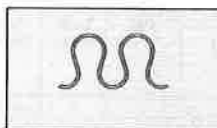
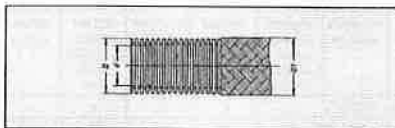
Please quote when ordering:

1. Type of hose, material, nominal diameter (DN), nominal length (NL)
2. Type of connection fitting, material
3. Operating conditions, refer to Inquiry Specification, page 47

4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel
Type RS 321
 medium version, narrow corrugation / highly flexible



4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel
Type RS 321
 medium version, narrow corrugation / highly flexible



Construction:
 Annularly corrugated all-metal hose
 made of butt-welded tube with or
 without braiding.

Variants:
 • RS ...S00 without braiding
 • RS ...S12 with single stainless steel
 wire braiding

Type tests:
 The hose type is tested in accordance with
 DIN EN ISO 10380.

Material of hose:
 stainless austenitic steel to DIN EN ISO
 10088-2, bright

- standard: material no. 1.4404
 comparable with AISI 316 L
- standard: material no. 1.4541
 comparable with AISI 321
- other materials:
 e.g. material no. 1.4571
 comparable with AISI 316Ti on request

Material of braiding:
 • material no. 1.4301 comparable
 with AISI 304
 • material no. 1.4571 comparable
 with AISI 316Ti on request

Temperature range:
 -270 °C up to max. 800 °C
 (only for the hose)

Operating pressure:
 The following tables with technical data of
 metal hoses contain two pressure values.
 Please refer to the general information on
 page 60.
 SF = Bursting Safety Factor (3 or 4)

Connection fittings:
 • flanges
 • threaded connections
 • welding ends
 • customized connections on request

Production lengths:
 • DN 6-32 10 – 70 m
 • DN 40-50 20 m
 • DN 85-100 7 m

DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Permissible deviation	Minimum bending radius		Perm. static operating pressure at 20 °C SF 1	Nominal pressure DIN EN ISO 10380 SF 4	Weight, approx.
					r_{min}	r_b			
-	-	d	D, D1	Δ D, Δ D1	r _{min}	r _b	P _{stat}	-	-
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	PN	kg/m
6	RS321S00	8.1	9.9	±0.2	20	70	20	20	0.10
	RS321S12		11.0						
8	RS321S00	8.2	12.5	±0.2	25	80	18	18	0.14
	RS321S12		13.9						
10	RS321S00	10.1	14.4	±0.2	30	90	10	10	0.14
	RS321S12		16.8						
12	RS321S00	12.4	17.1	±0.2	35	100	8	8	0.17
	RS321S12		18.5						
18	RS321S00	18.2	22.0	±0.3	40	110	8	5	0.28
	RS321S12		23.8						
20	RS321S00	20.2	28.7	±0.3	50	130	4	4	0.31
	RS321S12		28.4						
25	RS321S00	25.1	32.2	±0.3	60	150	6	4	0.49
	RS321S12		34.2						
32	RS321S00	34.2	41.0	±0.3	70	200	2.5	2.5	0.50
	RS321S12		43.0						
40	RS321S00	40.0	48.8	±0.4	80	210	2	0.5	1.13
	RS321S12		52.1						
50	RS321S00	50.1	60.5	±0.5	100	240	1	0.5	1.34
	RS321S12		62.8						
65	RS321S00	55.0	78.2	±0.5	145	280	1.5	0.5	1.98
	RS321S12		81.4						
80	RS321S00	80.0	95.0	±0.5	200	400	2.0	0.5	3.12
	RS321S12		98.2						
100	RS321S00	99.4	118.8	±0.5	240	500	1.5	0.5	3.70
	RS321S12		120.0						

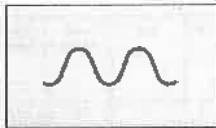
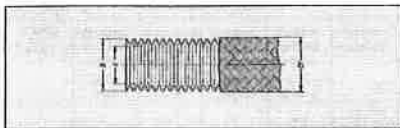
- Please quote when ordering:
1. Type of hose, material, nominal diameter (DN), nominal length (NL)
 2. Type of connection fitting, material
 3. Operating conditions, refer to Inquiry Specification, page 47

4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel

HYDRA

Type RS 341

medium version, wide corrugation



Construction:

Annularly corrugated all-metal hose made of butt-welded tube with or without braiding.

Versions:

- RS 341S00 without braiding
- RS 341S12 with single stainless steel wire braiding

Type tests:

The hose type is tested in accordance with DIN EN ISO 10380.

Material of hose:

stainless austenitic steel to DIN EN ISO 10086-2, bright

- Standard: material no. 1.4404 comparable with AISI 316 L
- Standard: material no. 1.4541 comparable with AISI 321
- Other materials: e.g. material no. 1.4571 comparable with AISI 316Ti on request

Material of braiding:

- material no. 1.4301 comparable with AISI 304

Temperature range:

-270 °C up to max. 500 °C (only for the hose)

Operating temperature:

At higher operating temperatures, different reduction factors apply depending on the material → see page 245.

Operating pressure:

The following tables with technical data of metal hoses contain two pressure values. Please refer to the general information on page 60.

SF = Bursting Safety Factor (3 or 4)

Connection fittings:

In addition to the common types and versions, there are special connections, e.g. for building service equipment.

Production lengths:

- DN 6-8 10 m
- DN 10-50 10 – 100 m
- DN 85-100 8,6 m

4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel

HYDRA

Type RS 341

medium version, wide corrugation

DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Permissible deviation	Minimum bending radius one bending process	Nominal bending radius frequent bending	Perm. static operating pressure at 20 °C SF 3	Nominal pressure DIN EN ISO 10380 SF 4	Weight approx.
		d	Ø, D1	Δ D, D1	r _{min}	r _n	P _{stat}	PN	
–	–	mm	mm	mm	mm	mm	bar	–	kg/m
6	RS341S00	8.3	9.5	±0.3	11	110	65	65	0.05
	RS341S12		10.6		25	175	100	0.12	
8	RS341S00	8.5	12.0	±0.3	15	130	36	25	0.07
	RS341S12		13.4		32	160	100	0.18	
10	RS341S00	10.9	14.1	±0.3	18	150	18	18	0.09
	RS341S12		15.5		38	105	85	0.20	
12	RS341S00	12.5	16.6	±0.2	20	165	18	18	0.10
	RS341S12		18.0		45	80	85	0.23	
16	RS341S00	16.3	21.4	±0.3	25	195	13	10	0.16
	RS341S12		23.0		58	80	85	0.38	
20	RS341S00	20.7	26.5	±0.3	30	225	20	20	0.31
	RS341S12		28.1		70	65	40	0.54	
25	RS341S00	25.6	31.7	±0.4	35	260	18	18	0.39
	RS341S12		33.7		86	60	60	0.90	
32	RS341S00	34.6	41.0	±0.5	40	300	2.5	2.5	0.39
	RS341S12		43.0		105	35	25	0.82	
40	RS341S00	40.5	48.5	±0.5	50	340	3	2.5	0.57
	RS341S12		51.5		130	50	40	1.28	
50	RS341S00	50.8	60.2	±0.5	60	390	2.5	2.5	0.71
	RS341S12		62.5		180	35	25	1.47	
65	RS341S00	65.7	77.7	±0.4	75	460	4	4	1.07
	RS341S12		80.9		205	40	25	2.44	
80	RS341S00	80.8	94.2	±0.5	90	560	4	4	1.72
	RS341S12		97.4		240	40	25	3.52	
100	RS341S00	100.4	115.0	±0.5	110	760	3	2.5	1.85
	RS341S12		118.2		290	20	10	3.84	

Please quote when ordering:

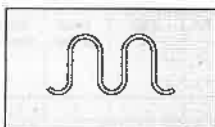
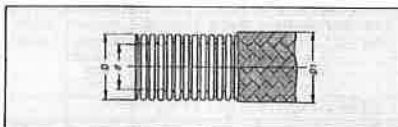
1. Type of hose, material, nominal diameter (DN), nominal length (NL)
2. Type of connection fitting, material
3. Operating conditions, refer to Inquiry Specification, page 47

4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel
Type RS 531 (DN 5 - 16), Type RS 430 (DN 20 - 300)
 heavy version, normal corrugation

HYDRA

4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel
Type RS 531
 heavy version, normal corrugation

HYDRA



Construction:

Annularly corrugated all-metal hose made of butt-welded tube with or without braiding.

Variants:

- RS ...800 without braiding
- RS ...S12 with single stainless steel wire braiding
- RS ...S22 with double stainless steel braiding
- RS ...S42 with single stainless steel braided braid
- RS ...S52 with double stainless steel braided braid
- RS ...S92 with double stainless steel braiding of special design

Type tests:

The hose type is tested in accordance with DIN EN ISO 10380.

Material of hose:

- stainless austenitic steel to DIN EN ISO 10088-2, bright
- Standard: material no. 1.4404 comparable with AISI 316 L (< DN 150)
- Standard: material no. 1.4541 comparable with AISI 321
- Other materials: e.g. material no. 1.4671 comparable with AISI 316TI on request

Material of braiding:

- material no. 1.4301 comparable with AISI 304
- material no. 1.4308 comparable with AISI 304 L
- knurled braiding DN 150-300
- material no. 1.4571 comparable with AISI 316TI on request

Temperature range:

-270 °C up to max. 600 °C (only for the hose)

Operating pressure:

The following tables with technical data of metal hoses contain two pressure values. Please refer to the general information on page 60.

SF = Bursting Safety Factor (3 or 4)

Connection fittings:

- flanges
- threaded connections
- welding ends
- high-pressure type connection fittings
- customized connections on request

Production lengths:

- DN 5-18 10 - 100 m
- DN 20-125 10 m
- DN 150-300 3 m

DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Permissible deviation	Minimum bending radius hose braiding process	Nominal bending radius frequent bending	Perm. static operating pressure at 20 °C SF 3	Nominal pressure DN EN ISO 7030 SF 4	Weight approx.
-	-	d	D, D1	±D, D1	r _{min}	r _n	p _{st}	p _n	kg/m
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	PN	kg/m
5	RS531S00	5.3	8.1	±0.2	15	100	32	25	0.10
	RS531S12		10.2		25	240	200	0.18	
	RS531S22		11.3		35	280	200	0.22	
8	RS531S00	8.2	10.2	±0.2	15	110	50	50	0.12
	RS531S12		11.8		25	300	200	0.23	
	RS531S22		13.0		40	400	250	0.33	
8	RS531S00	8.0	12.9	±0.3	20	130	50	50	0.20
	RS531S12		14.5		32	250	200	0.35	
	RS531S22		16.1		50	380	250	0.49	
10	RS531S00	10.0	15.9	±0.3	25	150	35	25	0.28
	RS531S12		17.5		35	240	160	0.48	
	RS531S22		19.1		50	300	200	0.58	
12	RS531S00	12.1	18.7	±0.3	30	185	32	25	0.41
	RS531S12		20.3		45	185	100	0.82	
	RS531S22		21.9		70	315	200	0.82	
16	RS531S00	16.1	23.8	±0.3	40	195	20	20	0.65
	RS531S12		25.8		58	190	150	0.82	
			27.8		80	280	200	1.29	

Please quote when ordering:

1. Type of hose, material, nominal diameter (DN), nominal length (NL)
2. Type of connection fitting, material
3. Operating conditions, refer to Inquiry Specification, page 47

4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel
Type RS 430
 heavy version, normal corrugation



4.1 | Annularly corrugated hoses, stainless steel
Type RS 430
 heavy version, normal corrugation



DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Permissible deviation	Minimum bending radius*	Nominal bending radius** frequent bending	Perm. static operating pressure at 20 °C SF 2	Nominal pressure DIN EN ISO 10380 SF 4	Weight approx.
--	--	d	D, D1	Δ D, D1	r _{min}	r _n	P _{stat}	P _N	kg/m
--	--	mm	mm	mm	mm	mm	bar	PN	kg/m
20	RS430S00	20.2	29.2	±0.3	45	70	8	8	0.54
	RS430S12		31.2		70	285	125	85	0.83
	RS430S22		33.2		70	185	100	100	1.32
25	RS430S00	25.2	34.2	±0.3	50	85	8	8	0.85
	RS430S12		38.2		80	325	80	60	1.07
	RS430S22		38.2		85	135	100	100	1.43
32	RS430S00	33.7	42.7	±0.3	80	105	4	4	0.77
	RS430S12		46.0		105	380	85	85	1.41
	RS430S22		47.2		105	100	85	85	2.05
40	RS430S00	40.0	55.0	±0.4	76	130	2.5	2.5	1.37
	RS430S12		57.3		130	430	50	40	2.08
	RS430S22		59.5		130	76	65	65	2.82
50	RS430S00	50.0	65.0	±0.4	90	160	3	2.5	1.81
	RS430S12		68.2		160	430	65	50	2.91
	RS430S22		71.3		160	55	65	65	4.21
65	RS430S00	65.0	81.0	±0.4	110	200	2	0.5	2.08
	RS430S12		84.2		200	580	40	25	3.46
	RS430S22		87.3		200	80	60	60	4.88
80	RS430S00	79.8	98.3	±0.5	135	240	1.5	0.5	2.82
	RS430S12		101.6		240	800	40	16	4.65
	RS430S22		104.8		240	60	25	25	6.48
100	RS430S00	98.8	117.8	±0.5	160	290	1.5	0.5	3.59
	RS430S12		121.0		290	1000	35	10	6.97
	RS430S22		124.1		290	60	18	18	8.35

* Minimum bending radius < DIN EN ISO 10380 Type 1/2
 ** Nominal bending radius DIN EN ISO 10380 Type 2

Please quote when ordering:

1. Type of hose, material, nominal diameter (DN), nominal length (NL)
2. Type of connection fitting, material
3. Operating conditions, refer to Inquiry Specification, page 47

DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Permissible deviation	Minimum bending radius one bonding process	Nominal bending radius frequent bending	Perm. static operating pressure at 20 °C SF 3	Nominal pressure DIN EN ISO 10380 SF 4	Weight approx.
--	--	d	D, D1	Δ D, D1	r _{min}	r _n	P _{stat}	PN	kg/m
--	--	mm	mm	mm	mm	mm	bar	PN	kg/m
125	RS430S00	125.8	149.0	±0.6	350	1250	1	0.5	5.23
	RS430S12		149.2				25	10	7.80
	RS430S22		152.4				45	15	12.40
150	RS430S00	151.9	177.4	±1.4	400	800	0.2	-	4.97
	RS430S12		180.8				10	8	8.10
	RS430S42		181.4				15	10	8.37
	RS430S22		183.7				17	10	11.20
	RS430S82		184.0				25	12	11.90
200	RS430S00	202.2	231.4	±1.6	520	1100	0.2	-	7.92
	RS430S12		234.4				8	8	11.90
	RS430S42		236.9				13	10	12.5
	RS430S22		237.1				16	10	15.90
	RS430S92		239.7				18	16	18.60
	RS430S52		242.4				18	18	17.3
250	RS430S00	248.4	284.2	±1.6	620	1350	0.2	-	13.0
	RS430S42		289.7				8	8	18.18
	RS430S52		295.2				15	10	23.40
300	RS430S00	298.6	336.8	±1.6	1000	1800	0.1	-	17.20
	RS430S42		341.3				5	4	23.10
	RS430S52		348.8				8	8	28.10

Please quote when ordering:

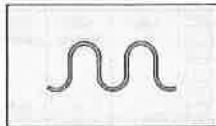
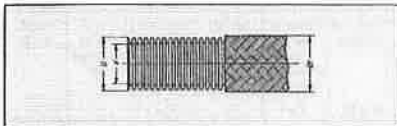
1. Type of hose, material, nominal diameter (DN), nominal length (NL)
2. Type of connection fitting, material
3. Operating conditions, refer to Inquiry Specification, page 47

4.1 | Annularly corrugated hoses of bronze
Type RZ 331
 medium version, normal corrugation

HYDRA

4.1 | Annularly corrugated hoses of bronze
Type RZ 331
 medium version, normal corrugation

HYDRA



Construction:
 Annularly corrugated all-metal hose made of butt-welded tube with or without braiding.

Versions:

- RZ 331S00 without braiding
- RZ 331S13 with single bronze wire braiding

Material of hose:

- bronze to DIN 1791
- material no. 2.1010 (CuSn 2)

Material of braiding:

- bronze wire, bright, material no. 2.1016 (CuSn 4) or CW450K, DIN EN 1652

Temperature range:
 -198 °C up to max. 250 °C
 (only for the hose)

Operating pressure:
 The permissible operating pressure stated in the table applies to static pressure and movement loading at +20 °C. For reduction factors for higher operating temperature → see page 251.

Exposure to dynamic stresses caused by movement or pressure necessitates a special design. Please contact us if this applies to you.

Connection fittings:
 to customer specification

Production lengths:

- DN 8-26 10 – 50 m
- DN 32 10 – 30 m
- DN 40-50 8 m

DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Maximum deviation	Minimum bending radius one bending process	Nominal bending radius frequent bending	Permissible operating pressure at 20 °C SF 3	Weight approx.
-	-	d	D, D1	d, D, D1	r _{min}	r _n	P _{stat}	-
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	kg/m
8	RZ331S00	8.8	12.8	±0.2	16	90	8	0.11
	RZ331S13		14.0		32		76	0.23
10	RZ331S00	10.7	16.1	±0.2	19	130	8	0.13
	RZ331S13		18.5		38		50	0.27
12	RZ331S00	12.7	17.7	±0.2	20	160	4	0.14
	RZ331S13		19.1		45		40	0.31
16	RZ331S00	16.7	22.2	±0.2	28	170	4	0.24
	RZ331S13		23.6		58		40	0.47
20	RZ331S00	20.6	27.1	±0.3	32	200	4	0.44
	RZ331S13		28.5		70		35	0.71
26	RZ331S00	26.6	33.2	±0.3	40	230	2.5	0.48
	RZ331S13		35.6		85		35	0.97
32	RZ331S00	32.6	42.0	±0.3	60	260	2.5	0.72
	RZ331S13		44.3		105		35	1.43
40	RZ331S00	40.6	51.6	±0.4	60	310	1.5	0.95
	RZ331S13		53.8		130		28	1.83
50	RZ331S00	50.6	63.0	±0.4	70	380	1.8	1.35
	RZ331S13		68.2		180		30	2.77

Please quote when ordering:

1. Type of hose, material, nominal diameter (DN), nominal length (NL)
2. Type of connection fitting, material
3. Operating conditions, refer to Inquiry Specification, page 47



**ANEXO N° 4: ACCIONES Y PRECAUCIONES A TOMAR DESDE EL
INICIO HASTA LA FINALIZACION DE LAS OPERACIONES DE
BOMBEO DE GNL DESDE CAMIÓN CISTERNA A BUQUE.**

2000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF POLITICAL SCIENCE
1100 EAST 58TH STREET, CHICAGO, IL 60637

ACCIONES Y PRECAUCIONES A TOMAR DESDE EL INICIO HASTA LA FINALIZACION DE LAS OPERACIONES DE BOMBEO

- Pliego Condiciones Particulares para la prestación de suministro de GNL a buques mediante camión cisterna.

(Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife)

Octubre 2017

Departamento PRL

1. OBJETO DEL PLAN

Contemplada esta actividad, se determina el presente plan específico de prevención de riesgos laborales descritos a continuación.

En aplicación de la Legislación vigente, se analizan los problemas de seguridad y salud en el trabajo, de forma técnica y eficaz.

Los objetivos del presente plan quedan englobados en los siguientes:

- Cumplir con la legislación vigente.
- Análisis de riesgos identificativos de la propia actividad en sus diferentes fases.
- Preservar la integridad física de los trabajadores y de las personas que estén en el área de influencia.
- Establecer normas de actuación y medios de protección individual.
- Proporcionar a los trabajadores conocimientos para efectuar un trabajo seguro.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad propuesta se desarrollará en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife para la descarga de cisternas de GNL a buques mediante camión cisterna.

3. NATURALEZA DEL PELIGRO (GNL)

Se adjuntan los datos de seguridad del GNL:

- Muy inflamable.
- El gas es invisible, asfixiante y sofocante sin que se note previamente.
- Puede formar mezclas explosivas con el aire, especialmente en recipientes vacíos que contengan restos.
- El calor provoca un aumento de la presión en los recipientes con grave riesgo de estallido y seguido de explosión.

- Produce nieblas en contacto con el aire húmedo.
- El líquido derramado está a muy baja temperatura y se evapora rápidamente. Atención a las quemaduras por frío.
- El contacto con el líquido produce daño grave a la piel (quemaduras) y a los ojos.

PROCESO DE EJECUCIÓN

El procedimiento operativo de descarga de una cisterna de G.N.L, se detalla a continuación, marcándose según el mismo las responsabilidades asignadas en cada uno de los pasos a seguir.

- Situar el vehículo en el punto de descarga, calzándolo. Utilizando en lo posible el mismo lateral de la tubería de descarga del vehículo a fin de evitar fugas por los tapones extremos de tubería no utilizados.
- Poner a tierra la cisterna. Apretar el botón negro comprobando que se enciende la luz verde lo que indica que la cisterna está libre de cargas electrostáticas.
- Comprobar que las válvulas del depósito están cerradas. Válvulas de entrada al depósito, válvulas de entrada al vaporizador y válvulas de purga.
- Conectar las mangueras a la cisterna.
- Conectar las mangueras al buque.
- Iniciar la descarga/trasvase mediante bomba.
- Cuando la cisterna esté, a la presión que permita el regreso sin que salten las válvulas de seguridad, se puede dar por finalizado el proceso de descarga.
- Antes de iniciar el regreso se comprobará que todas las válvulas de la cisterna se hallan cerradas y que se han colocado los tapones en los records de salida.

PRECAUCIONES HA TOMAR DURANTE LA DESCARGA

- **Entrada de Personal:** Toda persona que acceda a las inmediaciones de la zona de descarga deberá ser identificada y deberá de conocer de los procedimientos de seguridad establecidos.
- **Entrada de otros vehículos:** Como norma general, no se permitirá la entrada de otros vehículos desde el momento que se inicie la descarga de GNL
- El conductor no maniobrará ninguna válvula de la cisterna, ni acometerá ninguna operación previa a la descarga mientras no esté un responsable del buque y éste le autorice a realizar la descarga.
- Antes de iniciarse la descarga el conductor y el responsable del buque se asegurarán de en el área de descarga y en sus proximidades no existe a menos de 15 metros:
 - Ningún punto de fuego.
 - Ninguna persona fumando.
 - Ningún vehículo con el motor en marcha.
 - Ningún equipo eléctrico no antideflagrante conectado.
 - Ninguna personal que no esté autorizada.
 - Presencia de gas (comprobar con el explosímetro).
- Utilizar en todo momento herramientas antideflagrantes para evitar la aparición de chispas.
- Mantener la cabina del vehículo cerrada durante toda la operación de descarga.
- Utilizar la vestimenta adecuada, guantes, etc.

4. MEDIDAS DE SEGURIDAD

▪ Riesgos identificados

RIESGO DETECTADO	ESTIMACIÓN
Caídas de personas a distinto nivel	M: Moderado
Caída de personas al mismo nivel	TO: Tolerable
Caídas de objetos en manipulación	TO: Tolerable
Golpes o cortes por objetos o herramientas	TO: Tolerable

Sobreesfuerzos	M: Moderado
Contactos térmicos	TO: Tolerable
Inhalación, contacto o ingestión de sustancias nociva	M: Moderado
Explosiones	M: Moderado
Incendios	M: Moderado
Atropellos o golpes con vehículos	M: Moderado

▪ **Medidas de prevención por riesgo identificado:**

Riesgo: Caídas de personas a distinto nivel
CAUSAS OBJETIVAS DEL RIESGO
Acceso a la cabina del vehículo.
MEDIDAS CORRECTORAS
<No especificadas>
MEDIDAS PREVENTIVAS

Riesgo: Caída de personas al mismo nivel
CAUSAS OBJETIVAS DEL RIESGO
Circulación por instalaciones de Enagás. Posibilidad de tropezar con la manguera de suministro, con irregularidades del terreno y demás circunstancias.
MEDIDAS CORRECTORAS
<No especificadas>

MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Caminar despacio y sin correr. Mantener la visión al transportar cargas. Normas para la manipulación de mangueras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para evitar tropezones con la manguera una vez extendida, se deberá utilizar el mismo recorrido tanto para la operación de extensión de la manguera como de la toma de tierra, para recoger las mismas y durante la vigilancia de la descarga. - Para evitar caídas durante el arrastre de la manguera, siempre que se tenga que acceder a lugares que presenten riesgo, tales como escaleras, obstáculos que puedan bloquear el avance de la manguera, lugares de difícil acceso, etc, se extenderán previamente los metros de manguera que resulten necesarios, teniendo siempre presente evitar tropezar con la misma, y se procederá a salvar el obstáculo siempre que la manguera no presente resistencia al avance. En caso de encontrar resistencia al avance de la manguera, se retrocederá hasta encontrar la causa estando terminantemente prohibido realizar tirones bruscos de la manguera.

Riesgo: Caídas de objetos en manipulación
CAUSAS OBJETIVAS DEL RIESGO
Manipulación de mangueras, llaves de apriete, martillos, etc.
MEDIDAS CORRECTORAS
<No especificadas>
MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Siempre que sea posible los objetos a manipular deben disponer de un sistema de agarre adecuado. Se deben mantener libre de obstáculos, los espacios donde se realicen la toma de cargas y los recorridos con estas. No se deberá manipular objetos que entrañen riesgos para las personas debido a sus características físicas: superficie cortante, grandes dimensiones o forma inadecuada, con sustancias resbaladizas.</p>

Riesgo: **Golpes o cortes por objetos o herramientas**

**CAUSAS OBJETIVAS
DEL RIESGO**

Operaciones de recogida de mangueras. Posible impacto con el boquerel durante la recogida de la misma.
Durante el uso de llaves de apriete, martillos, etc.

**MEDIDAS
CORRECTORAS**

<No especificadas>

**MEDIDAS
PREVENTIVAS**

Recoger la manguera utilizando los mandos previstos para ello.
No tocar la manguera mientras dure el proceso.
Para evitar impactos con el boquerel en las operaciones de recogida, se deberá previamente accionar el mando de recogida de la manguera, acercar el boquerel a las inmediaciones del punto de recogida. Mientras se esté enrollando la manguera, se deberá vigilar que ésta no realiza ningún movimiento brusco.

Riesgo: Sobreesfuerzos

**CAUSAS OBJETIVAS
DEL RIESGO**

Manipulación de cargas y demás sobreesfuerzos

**MEDIDAS
CORRECTORAS**

<No especificadas>

**MEDIDAS
PREVENTIVAS**

El peso máximo que se recomienda no superar son los 25 kg., en condiciones ideales de carga, es decir, con la carga cerca del cuerpo, espalda derecha, sin giros ni inclinaciones.

Siempre que sea posible se utilizaran los medios mecánicos.

Se debe solicitar la ayuda de otros compañeros cuando la carga a mover sea superior a la capacidad física del trabajador.

Establecimiento de plan de pausas y descansos.

Se evitará llevar todo el peso de la carga en un lado del cuerpo.

El trayecto deberá ser el más corto posible, y estará despejado de obstáculos.

Se evitará manipular cargas en lugares donde el espacio vertical sea insuficiente.

RECOMENDACIONES PARA LA MANIPULACIÓN DE CARGAS:

Colocación de los pies:

Aproxímese a la carga y coloque los pies un poco separados para tener una postura estable y equilibrada.

Adopción de la postura para el levantamiento:

Flexione las piernas manteniendo en todo momento la espalda derecha, no flexione más que las rodillas.

Levantamiento de la carga:

Acerque la carga lo máximo posible al cuerpo estirando las piernas pero manteniendo la espalda derecha. Utilice la fuerza de las piernas para elevarla, no fuerce la espalda. Procure no efectuar giros del tronco, colóquese siempre cerca y enfrente de la carga.

Riesgo: **Contactos térmicos**

**CAUSAS OBJETIVAS
DEL RIESGO**

Manipulación de mangueras congeladas.

**MEDIDAS
CORRECTORAS**

<No especificadas>

**MEDIDAS
PREVENTIVAS**

Conforme se establece en el RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo,

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Cumplimiento estricto de las instrucciones y procedimientos de trabajo facilitados por el suministrador.

Riesgo: Inhalación, contacto o ingestión de sustancias nociva
CAUSAS OBJETIVAS DEL RIESGO
Llenado de la cisterna del vehículo
MEDIDAS CORRECTORAS
<No especificadas>
MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Seguir las especificaciones técnicas dadas por el suministrador del producto, así como las instrucciones dadas por el consejero de seguridad en sus procedimientos de actuación.</p> <p>Mantener la cabina del vehículo cerrada durante toda la operación de descarga y despresurización de la cisterna. Antes de volver a iniciar la marcha ventilar bien la cabina.</p>

Riesgo: Explosiones
CAUSAS OBJETIVAS DEL RIESGO
<p>Operaciones de descarga.</p> <p>Transporte de sustancias inflamables.</p> <p>Operaciones de despresurización.</p>
MEDIDAS CORRECTORAS
<p>Activación del Plan de Autoprotección del Puerto.</p> <p>En caso de Emergencia los teléfonos de contacto son los siguientes:</p> <p>Centro de Control de Servicios (Puerto de Santa Cruz de Tenerife):</p> <p>922 59 68 63 ccs.terrestre@puertosdetenerife.org</p>

Centralita Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 54 00

Policía Portuaria Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 55 55 policiaportuaria@puertosdetenerife.org

**MEDIDAS
PREVENTIVAS**

Cumplimiento estricto de las instrucciones y procedimientos de trabajo facilitados por el suministrador.

En caso de avería o accidente, se adoptarán inmediatamente las medidas que se determinen en las instrucciones escritas para el conductor, facilitadas por el fabricante o expedidor, de acuerdo con lo especificado en el RD 97/2014.

Utilizar en todo momento herramientas antideflagrantes para evitar la aparición de chispas.

El conductor no maniobrará ninguna válvula de la cisterna, ni acometerá ninguna operación previa a la descarga mientras no esté presente un responsable de la operación y éste haya autorizado la descarga.

- Utilizar la vestimenta adecuada, guantes y gafas de seguridad.

Para realizar las operaciones de apertura de válvulas se actuará primeramente sobre la válvula de fondo y posteriormente sobre la válvula de corte, de forma progresiva hasta su apertura total a fin de evitar la actuación de limitador de caudal interno.

En ningún caso se sobrepasará el 95% del indicador de nivel del depósito.

No se situará nadie en el interior del recinto durante la operación de despresurización.

La despresurización de las líneas y de la cisterna se realizará siempre a través del venteo del depósito, quedando terminantemente prohibido utilizar otros sistemas para acelerar el proceso de despresurización.

Riesgo: Incendios

**CAUSAS OBJETIVAS
DEL RIESGO**

Operaciones de descarga de GNL.

MEDIDAS CORRECTORAS

Activación del Plan de Autoprotección del Puerto.

En caso de Emergencia los teléfonos de contacto son los siguientes:

Centro de Control de Servicios (Puerto de Santa Cruz de Tenerife):

922 59 68 63

ccs.terrestre@puertosdetenerife.org

Centralita Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 54 00

Policía Portuaria Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 55 55

policiaportuaria@puertosdetenerife.org

MEDIDAS PREVENTIVAS

En caso de avería o accidente, se adoptarán inmediatamente las medidas que se determinen en las instrucciones escritas para el conductor, facilitadas por el fabricante o expedidor, de acuerdo con lo especificado en el R.D. 97/2014.

Antes de iniciarse la descarga el conductor y el responsable de la operación se asegurarán de que en el área de descarga y en sus proximidades no existe a menos de 15 metros:

- Ningún punto de fuego.
- Ninguna persona fumando.
- Ningún vehículo con su motor en marcha.
- Ningún equipo eléctrico no antideflagrante conectado.
- Ningún almacenamiento de otras materias combustibles.
- Ninguna persona que no esté autorizada.
- Presencia de gas (comprobar con el exposímetro que no supera el 20% del LII).

El conductor no maniobrará ninguna válvula de la cisterna, ni acometerá ninguna operación previa a la descarga mientras no esté presente un responsable de la operación y éste haya autorizado la descarga.

Riesgo: Atropellos o golpes con vehículos
CAUSAS OBJETIVAS DEL RIESGO
<p>1.- Conducción de vehículos. 2.- Operaciones de descarga.</p>
MEDIDAS CORRECTORAS
<No especificadas>
MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>1.- Respetar los límites de alcoholemia. Si se ingieren medicamentos que produzcan somnolencia o disminución de reflejos, no se deberá conducir. Consultar al médico especialista. Antes de conducir no es recomendable hacer comidas copiosas. Mantener un control sobre las inspecciones técnicas de los vehículos (ITV). Se evitará el uso de teléfono móvil, durante la conducción de los vehículos, dado que requiere atención a costa de la necesaria para la conducción. Todo vehículo y zona de influencia deben ser revisados por el operario antes de su uso. Se debe respetar la velocidad y la distancia de seguridad. Nunca será sobrepasada la capacidad nominal de la carga, indicada para cada vehículo. Estará limitada la velocidad de circulación, a las condiciones de la zona a transitar. Se hace necesario señalizar maniobras de especial riesgo mediante los procedimientos indicados por las normas de circulación: luces de intermitencia en giros o adelantamientos, señales de avería en paradas imprevistas, etc. El operario tendrá en cuenta el peso de la carga para obtener una respuesta adecuada de frenada.</p> <p>2.- Se recomienda balizar la zona donde se vayan a realizar dichas operaciones. El conductor no maniobrará ninguna válvula de la cisterna, ni acometerá ninguna operación previa a la descarga mientras no esté presente un responsable del buque y éste haya autorizado la descarga</p>

PRENDAS DE PROTECCION PERSONAL

Las prendas de protección personal estarán homologadas por la CE, estas son:

- Guantes de cuero.
- Mandil de cuero.
- Pantalla facial.
- Botas de Seguridad.
- Casco.
- Explosímetro.

6. PRIMEROS AUXILIOS

En caso de contacto con el líquido, descongelar con agua fría las partes afectadas, durante tanto tiempo como sea posible. No tocar las quemaduras, ni retirar las prendas adheridas a la piel.

Solicitar es auxilio de un médico cuando alguien presente síntomas debidos aparentemente a la inhalación, a la ingestión o al contacto con la piel o con los ojos.

7. ACTUACIÓN EN CASO DE INCENDIO

Las instrucciones dadas en este plan de prevención están encaminadas a llevar a cabo por el personal en caso de de que se produzca una situación de emergencia, y que no se tengan asignadas misiones dentro del Plan de emergencia de **MOLGAS ENERGIA, SAU**, con el fin de que no se produzcan daños a las personas, instalaciones y materiales.

En caso de producirse una situación de emergencia, se deberá dar aviso a la persona encargada dentro de la instalación portuaria.

En caso de incendio avisar en las proximidades.

Extinguir los incendios secundarios (si se produjesen). No intervenir en un fuego que afecte a la carga.

Centro de Control de Servicios (Puerto de Santa Cruz de Tenerife):

922 59 68 63

ccs.terrestre@puertosdetenerife.org

Centralita Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 54 00



Policía Portuaria Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 55 55

policiaportuaria@puertosdetenerife.org

Consejero de Seguridad MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.:

619511707/91 660 00 55

Diplom 1978

Technische Universität München
Lehrstuhl für Technische Mechanik

Prof. Dr.-Ing. habil. G. G. Meyer

Dr. rer. oec. habil. G. G. Meyer



**ANEXO N° 5: ACTUACIONES A SEGUIR ANTE SITUACIONES EN
CASO DE ACCIDENTE O DE EMERGENCIA.**

1974










THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY









INSTRUCCIONES ESCRITAS SEGÚN EL ADR

Acciones en caso de accidente o emergencia

En caso de accidente o emergencia que puede producirse o surgir durante el transporte, los miembros de la tripulación del vehículo llevarán a cabo las siguientes acciones cuando sea seguro y practicable hacerlo:



- Aplicar el sistema de frenado, apagar el motor y desconectar la batería accionando el interruptor cuando exista;
- Evitar fuentes de ignición, en particular, no fumar ni usar cigarrillos electrónicos o dispositivos similares o activar ningún equipo eléctrico;
- Informar a los servicios de emergencia apropiados, proporcionando tanta información como sea posible sobre el incidente o accidente y las materias involucradas;
- Ponerse el chaleco fluorescente y colocar las señales de advertencia autoportantes como sea apropiado;
- Mantener los documentos de transporte disponibles para los receptores a su llegada;
- No andar sobre las materias derramadas, no tocarlas y evitar la inhalación de gases, humo, polvo y vapores manteniéndose en el lado desde donde sopla el viento;
- Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear los extintores para apagar incendios pequeños/iniciales en neumáticos, frenos y compartimento del motor;
- Los miembros de la tripulación del vehículo no deberán actuar contra los incendios en los compartimentos de carga;
- Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear el equipo de a bordo para evitar fugas al medio ambiente acuático o al sistema de alcantarillado y para contener los derrames;
- Apartarse de las proximidades del accidente o emergencia, aconsejar a otras personas que se aparten y seguir el consejo de los servicios de emergencias;
- Quitarse toda ropa y equipos de protección contaminados después de su utilización y deshacerse de estos de forma segura.

Indicaciones adicionales para los miembros de la tripulación del vehículo sobre las características de peligro de las mercancías peligrosas por clase y sobre las acciones a realizar en función de las circunstancias predominantes		
Etiquetas y paneles de peligro	Características de peligro	Indicaciones suplementarias
(1)	(2)	(3)
<p>Materias y objetos explosivos</p>  <p>1.5 1.6 1.6</p>	<p>Presentan una amplia gama de propiedades y efectos tales como la detonación en masa, proyección de fragmentos, incendios/flujos de calor intenso, formación de resplandor intenso, ruido fuerte o humo.</p> <p>Sensible a los choques y/o a los impactos y/o al calor.</p>	<p>Refugiarse y alejarse de las ventanas.</p>
<p>Materias y objetos explosivos</p>  <p>1.4</p>	<p>Ligero riesgo de explosión e incendio.</p>	<p>Refugiarse.</p>
<p>Gases inflamables</p>  <p>2.1 2.1</p>	<p>Riesgo de incendio.</p> <p>Riesgo de explosión.</p> <p>Puede estar bajo presión.</p> <p>Riesgo de asfixia.</p> <p>Puede provocar quemaduras y/o congelación.</p> <p>Los dispositivos de confinamiento pueden explotar bajo los efectos del calor.</p>	<p>Refugiarse.</p> <p>Mantenerse lejos de zonas bajas.</p>
<p>Gases no inflamables, no tóxicos</p>  <p>2.2 2.2</p>	<p>Riesgo de asfixia.</p> <p>Puede estar bajo presión.</p> <p>Puede provocar congelación.</p> <p>Los dispositivos de confinamiento pueden explotar bajo los efectos del calor.</p>	<p>Refugiarse.</p> <p>Mantenerse lejos de zonas bajas.</p>
<p>Gases tóxicos</p>  <p>2.3</p>	<p>Riesgo de intoxicación.</p> <p>Puede estar bajo presión.</p> <p>Puede provocar quemaduras y/o congelación.</p> <p>Los dispositivos de confinamiento pueden explotar bajo los efectos del calor.</p>	<p>Usar máscara de evacuación de emergencia.</p> <p>Refugiarse.</p> <p>Mantenerse lejos de zonas bajas.</p>
<p>Líquidos inflamables</p>  <p>3 3</p>	<p>Riesgo de incendio.</p> <p>Riesgo de explosión.</p> <p>Los dispositivos de confinamiento pueden explotar bajo los efectos del calor.</p>	<p>Refugiarse.</p> <p>Mantenerse lejos de zonas bajas.</p>
<p>Materias sólidas inflamables, materias autorreactivas y materias sólidas explosivas desensibilizadas</p>  <p>4.1</p>	<p>Riesgo de incendio. Las materias inflamables o combustibles pueden incendiarse por calor, chispas o llamas.</p> <p>Pueden contener materias autorreactivas con posibilidad de descomposición exotérmica bajo los efectos del calor, del contacto con otras materias (como ácidos, compuestos de metal pesado o minúsculos), fricción o choque. Esto puede dar como resultado la emanación de gases o vapores nocivos e inflamables o inflamación espontánea.</p> <p>Los dispositivos de confinamiento pueden explotar bajo los efectos del calor.</p> <p>Riesgo de explosión de las materias explosivas desensibilizadas en caso de fuga del agente de desensibilización.</p>	
<p>Materias que pueden experimentar inflamación espontánea</p>  <p>4.2</p>	<p>Riesgo de incendio por inflamación espontánea si los embalajes se dañan o se derrama el contenido.</p> <p>Puede reaccionar violentamente con el agua.</p>	
<p>Materias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables</p>  <p>4.3 4.3</p>	<p>Riesgo de incendio y de explosión en caso de contacto con el agua.</p>	<p>Las materias derramadas se deben tapar de forma que se mantengan separadas del agua.</p>

Indicaciones adicionales para los miembros de la tripulación del vehículo sobre las características de peligro de las mercancías peligrosas por clase y sobre las acciones a realizar en función de las circunstancias predominantes		
Etiquetas y paneles de peligro (1)	Características de peligro (2)	Indicaciones suplementarias (3)
<p>Materias comburentes</p>  <p>5.1</p>	Riesgo de fuerte reacción, de inflamación y de explosión en caso de contacto con materias combustibles o inflamables.	Evitar mezclar con materias inflamables o fácilmente inflamables (por ejemplo, serrín).
<p>Peróxidos orgánicos</p>  <p>5.2</p>	Riesgo de descomposición exotérmica a temperaturas elevadas, por contacto con otras materias (como ácidos, compuestos de metales pesados o aminas), de fricción o choque. Esto puede dar como resultado la emanación de gases o vapores nocivos e inflamables o inflamación espontánea.	Evitar mezclar con materias inflamables o fácilmente inflamables (por ejemplo, serrín).
<p>Materias tóxicas</p>  <p>6.1</p>	Riesgo de intoxicación por inhalación, contacto con la piel o ingestión. Riesgos para el medio ambiente acuático o el sistema de alcantarillado.	Usar máscara de evacuación de emergencia.
<p>Materias infecciosas</p>  <p>6.2</p>	Riesgo de infección. Puede causar enfermedades graves en seres humanos o animales. Riesgos para el medio ambiente acuático o el sistema de alcantarillado.	
<p>Materias radiactivas</p>  <p>7A 7B 7C 7D</p>	Riesgo de incorporación y radiación externa.	Limitar el tiempo de exposición.
<p>Materias fisiónables</p>  <p>7E</p>	Riesgo de reacción nuclear en cadena.	
<p>Materias corrosivas</p>  <p>8</p>	Riesgo de quemaduras por corrosión. Pueden reaccionar fuertemente entre ellas, con el agua o con otras sustancias. La materia derramada puede desprender vapores corrosivos. Riesgos para el medio ambiente acuático o los sistemas de alcantarillado.	
<p>Materias y objetos peligrosos diversos</p>  <p>9</p>	Riesgo de quemaduras. Riesgo de incendio. Riesgo de explosión. Riesgos para el medio ambiente acuático o los sistemas de alcantarillado.	

NOTA 1: Para mercancías peligrosas con riesgos múltiples y para los cargamentos en común, se observarán las disposiciones aplicables a cada sección.

2: Las indicaciones suplementarias indicadas arriba pueden adaptarse para tener en cuenta las clases de mercancías peligrosas que se transportan y sus medios de transporte.

Indicaciones adicionales para los miembros de la tripulación del vehículo sobre las características de peligro de las mercancías peligrosas indicadas por las marcas y sobre las acciones a realizar en función de las circunstancias predominantes		
Marcas (1)	Características de riesgo (2)	Indicaciones suplementarias (3)
 Materias peligrosas para el medio ambiente	Riesgo para el medio ambiente acuático o los sistemas de alcantarillado	
 Materias transportadas en caliente	Riesgo de quemaduras por calor.	Evitar el contacto con partes calientes de la unidad de transporte y la materia derramada.

Equipamiento de protección general e individual para ser utilizadas cuando se tengan que tomar medidas de emergencia generales o que comporten riesgos particulares que deberán encontrarse a bordo del vehículo de acuerdo con la sección 8.1.5 del ADR

Toda unidad de transporte, debe llevar a bordo el equipamiento siguiente:

- un calzo por vehículo, de dimensiones apropiadas para la masa máxima del vehículo y el diámetro de las ruedas;
- dos señales de advertencia autoportantes;
- líquido para el lavado de los ojos^a; y

para cada miembro de la tripulación del vehículo

- un chaleco o ropa fluorescente
- aparato de iluminación portátil;
- un par de guantes protectores; y
- un equipo de protección ocular.

Equipamiento adicional requerido para ciertas clases:

- se deberá llevar una máscara de evacuación de emergencia por cada miembro de la tripulación a bordo del vehículo para las etiquetas de peligro números 2.3 ó 6.1;
- una pala^b.
- un obturador de entrada al alcantarillado^b
- un recipiente colector^b.

^a No se requiere para las etiquetas de peligro números 1, 1.4, 1.5, 1.6, 2.1, 2.2 y 2.3.

^b Sólo se requiere para las materias sólidas y líquidas con etiquetas de peligro números 3, 4.1, 4.3, 8 ó 9.

ACCIONES A SEGUIR POR EL CONDUCTOR EN CASO DE EMERGENCIA DURANTE LA OPERACIÓN DE SUMINISTRO A BUQUE.

TELEFONOS DE EMERGENCIAS:

En caso de que ocurra cualquier incidencia, accidente o emergencia durante el desarrollo del servicio de suministro de G.N.L., se contactará con los siguientes números:

Centro de Control de Servicios (Puerto de Santa Cruz de Tenerife):

922 59 68 63 ccs.ferrestre@puertosdetenerife.org

Centralita Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 54 00

Policía Portuaria Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 55 55 policiaportuaria@puertosdetenerife.org

Consejero de Seguridad MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.:

619511707/91 660 00 55

1. ACTUACIÓN EN CASO DE FUGA DE GAS/GNL:

El Director de la Emergencia una vez recibida la notificación de emergencia asumirá el mando y valorará su gravedad (CATEGORIAS: Conato de emergencia, Emergencia parcial o Emergencia general). En función de ello, si lo cree pertinente hará las oportunas llamadas de alerta exterior para recabar la ayuda externa. Coordinará sus fuerzas con las de los equipos de ayuda externa que vayan llegando. Además, en caso de ser necesario ayudará en todo momento al Jefe de Intervención.

FUGAS:

Se distinguirá el procedimiento de actuación según la localización de la fuga. La cronología de realización de las acciones dependerá del tipo de emergencia y, especialmente, del lugar donde se produzca. De todas formas las acciones generales a seguir serán:

- La persona que detecta la fuga dará la alarma mediante viva voz o mediante contacto a través de los telefonos de emergencias.
- Los operadores pararán cualquier operación que se está realizando en la zona, dejándola en condiciones seguras.

- El Grupo de Intervención desconectará el fluido eléctrico en las zonas próximas.
- El Jefe de Intervención supervisará y restringirá el acceso al área afectada manteniendo al personal sin protección fuera de la zona de alerta.

En el caso de fuga de GNL la manipulación por parte del Grupo de Intervención debe realizarse con guantes anticriogénicos y pantalla de protección facial. En la mayoría de los casos puede paliarse el problema al menos provisionalmente, colocando un trapo húmedo sobre la grieta punto de fuga. La humedad se helará y taponará la pérdida. Si no fuera posible esta operación sencilla, habría que bloquear el flujo del líquido por la zona donde esté la avería.

1.1. FUGAS DE GNL EN DESCARGA DE CAMIONES CISTERNA

- El Grupo de Intervención se colocará las adecuadas prendas de protección personal, guantes anticriogénicos y pantalla de protección facial.
- El conductor del camión cisterna cerrará los mecanismos correspondientes al mismo (bocas de descarga del vehículo, válvulas de fondo del camión, válvulas manuales...) si le es posible.
- El operador de la valvulería del depósito de GNL (barco) cerrará los mecanismos correspondientes al proceso de descarga al depósito (cerrar la válvula de la fase que corresponda en el camión, el extremo de la manguera, el punto de descarga y la bomba, dependiendo del tipo de descarga que se realice).
- El conductor parará los posibles trasiegos que pudiesen estar activos. Estos paros se realizarán por medio del paro de emergencia de la cisterna u otros mecanismos de paro existentes.
- El Jefe de Intervención vigilará el tráfico y la circulación de personas por los alrededores de la emergencia.

2. ACTUACIÓN EN CASO DE INCENDIO:

Si cualquiera de las posibles fugas que pueden producirse en la operación de bunkering (gas o GNL) se incendia, la actuación debe ir encaminada a proteger las estructuras circundantes mediante rociado con agua y a apagar el fuego con polvo o seccionando el flujo, si esto es posible.

Se tratará en principio de sofocar el incendio y evitar que este alcance mayores proporciones.

Se distinguirá el procedimiento de actuación según la localización del incendio. La cronología de realización de las acciones dependerá del tipo de emergencia. De todas formas las acciones generales a seguir serán:

- La persona que detecta la fuga dará la alarma mediante viva voz y comunicandola lo antes posible para proceder a la activación del Plan de Autoprotección del Puerto, empleando los teléfonos de emergencias.

- El Grupo de Intervención avisará al personal (propio, contratados o visitas) que estuviesen en las cercanías de la emergencia, para que procedan a la evacuación.
- Los operadores pararán cualquier operación que se está realizando en la zona, dejándola en condiciones seguras.
- El Grupo de Intervención desconectará el fluido eléctrico en las zonas próximas.
- El Jefe de Intervención supervisará y restringirá el acceso al área afectada manteniendo al personal sin protección fuera de la zona de alerta.

2.1. INCENDIO DE LA CABEZA TRACTORA DURANTE LA DESCARGA:

- En primer lugar interrumpir inmediatamente la descarga e intentar separar la cabeza tractora de la cisterna si es posible.
- Si ello no es posible, intentar apagar el fuego con extintores o los elementos de que se disponga.
- Si tampoco esto fuera posible, utilizar polvo ABC en abundancia para mantener la cisterna fría hasta que se apague el fuego.

3. ACTUACIÓN EN CASO DE EXPLOSIÓN:

- El Grupo de Intervención debe prever esta posibilidad en el caso de que un incendio exterior afecte al camión cisterna y en el caso de que puedan refugiarse en un lugar seguro fuera del alcance de proyectiles, tratarán de refrigerarlo con agua pulverizada.
- El Director de la Emergencia, decretará la Emergencia General.
- Una vez se produzca la explosión, se actuará análogamente al caso de incendio y de fuga de gas, dependiendo del tipo de emergencia producida.
- El Grupo de Intervención debe prever esta posibilidad, por lo que en caso de producirse cualquier tipo de emergencia que afecte a la cisterna detendrá el proceso de descarga de producto y ordenará a los conductores de los camiones retirar los mismos, caso que no conlleve un riesgo excesivo.
- Para detener el proceso de descarga, el conductor, con la máxima rapidez, cerrará las válvulas de las mangueras de descarga y desconectará la toma de tierra, quitará los calzos y evacuará el camión a una zona segura.
- Caso que, durante este proceso se detecte, por parte del conductor o por parte de algún integrante del Grupo de Intervención, cualquier posibilidad de explosión del camión se retirará inmediatamente, refugiándose en un lugar seguro fuera del alcance de proyectiles.
- Una vez se produzca la explosión, se actuará análogamente al caso de incendio y de fuga de gas, dependiendo del tipo de emergencia producida.

10/10/10

The first part of the report is a general introduction to the project. It describes the objectives of the study and the scope of the work. The second part is a literature review, which discusses the current state of research in the field. The third part is a methodology section, which details the methods used for data collection and analysis. The fourth part is the results section, which presents the findings of the study. The final part is a conclusion, which summarizes the main points of the report and discusses the implications of the findings.

1.1 Introduction

The purpose of this report is to provide a comprehensive overview of the project. It will discuss the background, objectives, and scope of the work. The report will also describe the methods used for data collection and analysis, and present the results of the study. Finally, it will discuss the conclusions and implications of the findings.

1.2 Objectives

The main objectives of this study are to investigate the relationship between the variables under study and to determine the factors that influence the outcome. The study will also aim to identify any trends or patterns in the data.

1.3 Scope

The scope of the study is limited to the variables and time period specified in the objectives. It will not cover other related topics or time periods.

The data for this study was collected from a series of experiments conducted over a period of six months. The experiments were designed to test the hypotheses derived from the literature review. The results of the experiments are presented in the following sections.

The first experiment was designed to test the effect of variable X on variable Y. The results showed a significant positive correlation between the two variables. The second experiment was designed to test the effect of variable Z on variable Y. The results showed a significant negative correlation between the two variables.

The third experiment was designed to test the effect of variable W on variable Y. The results showed a significant positive correlation between the two variables. The fourth experiment was designed to test the effect of variable V on variable Y. The results showed a significant negative correlation between the two variables.

The overall results of the study indicate that there is a significant relationship between the variables under study. The factors that influence the outcome are discussed in the following sections.



**ANEXO N° 6: EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA ZONA DE SERVICIO DEL
PUERTO DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD.**

2010

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

EVALUACION DE RIESGOS EN LA ZONA DE SERVICIO DEL PUERTO DE HUELVA DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD DE SUMINISTRO DE GNL DESDE CAMIÓN CISTERNA A BUQUE

- Accidentes de circulación: colisiones, maniobras, etc. que puedan causar vuelco del vehículo o la pérdida del producto transportado.
- Conatos de incendio producidos por accidentes de circulación o durante la prestación del servicio de suministro de GNL desde camión cisterna a buque.

Octubre 2017

Departamento PRL

MEDIDAS DE SEGURIDAD

▪ Riesgos identificados

RIESGO DETECTADO	ESTIMACIÓN
------------------	------------

Accidentes de circulación:
colisiones, maniobras, vuelco o pérdida producto M: Moderado

Inhalación, contacto o ingestión de sustancias nociva	M: Moderado
---	-------------

Conatos de incendio por accidentes circulación o prestación servicios M: Moderado

▪ Medidas de prevención por riesgo identificado:

1) Accidentes de circulación: colisiones, maniobras, vuelco o pérdida producto

Riesgo: Accidentes de circulación	
CAUSAS OBJETIVAS DEL RIESGO	
Accidentes de circulación: colisiones, maniobras	
MEDIDAS CORRECTORAS	
La empresa dispone de procedimientos operativos	
MEDIDAS PREVENTIVAS	
<p>1.- Dar charlas periódicas sobre seguridad vial y como circular en la zona portuaria que recuerden aspectos básicos como :</p> <p>Respetar los límites de alcoholemia. Si se ingieren medicamentos que produzcan somnolencia o disminución de reflejos, no se deberá conducir. Consultar al médico especialista. Antes de conducir no es recomendable hacer comidas copiosas. Mantener un control sobre las inspecciones técnicas de los vehículos (ITV).</p>	

Se evitará el uso de teléfono móvil, durante la conducción de los vehículos, dado que requiere atención a costa de la necesaria para la conducción.

Todo vehículo y zona de influencia deben ser revisados por el operario antes de su uso.

Se debe respetar la velocidad y la distancia de seguridad.

Nunca será sobrepasada la capacidad nominal de la carga, indicada para cada vehículo.

Estará limitada la velocidad de circulación, a las condiciones de la zona a transitar.

Se hace necesario señalar maniobras de especial riesgo mediante los procedimientos indicados por las normas de circulación: luces de intermitencia en giros o adelantamientos, señales de avería en paradas imprevistas, etc.

El operario tendrá en cuenta el peso de la carga para obtener una respuesta adecuada de frenada.

2.- Informar al trabajador de la existencia del riesgo y de la necesidad de no cometer actos inseguros, respetar las normas de circulación para peatones, salir con tiempo necesario para los desplazamientos, prestar especial atención a los cruces, etc.

3.- Se recomienda balizar la zona donde se vayan a realizar dichas operaciones. Seguir en todo momento las instrucciones dadas por la zona portuaria.

El conductor no maniobrará ninguna válvula de la cisterna, ni acometerá ninguna operación previa a la descarga mientras no esté presente un responsable y éste haya autorizado la descarga. Seguir las especificaciones técnicas dadas por el suministrador del producto, así como las instrucciones dadas por el consejero de seguridad en sus procedimientos de actuación.

Mantener la cabina del vehículo cerrada durante toda la operación de descarga y despresurización de la cisterna. Antes de volver a iniciar la marcha ventilar bien la cabina.

Riesgo: Inhalación, contacto o ingestión de sustancias nociva
CAUSAS OBJETIVAS DEL RIESGO
Perdida producto transportado
MEDIDAS CORRECTORAS
<No especificadas>
MEDIDAS PREVENTIVAS
Seguir las especificaciones técnicas dadas por el suministrador del producto, así como las instrucciones dadas por el consejero de seguridad en sus procedimientos de actuación. Mantener la cabina del vehículo cerrada durante toda la operación de descarga y despresurización de la cisterna. Antes de volver a iniciar la marcha ventilar bien la cabina.

2) Conatos de incendio producidos por accidentes de circulación o prestación servicio suministro.

Riesgo: Explosiones
CAUSAS OBJETIVAS DEL RIESGO
Producidos por accidentes de circulación Prestación servicios suministros.
MEDIDAS CORRECTORAS
Activación del Plan de Autoprotección del Puerto. En caso de Emergencia los teléfonos de contacto son los siguientes: Centro de Control de Servicios (Puerto de Santa Cruz de Tenerife): 922 59 68 63 ccs.terrestre@puertosdetenerife.org Centralita Puerto de Santa Cruz de Tenerife: 922 60 54 00 Policía Portuaria Puerto de Santa Cruz de Tenerife: 922 60 55 55 policiaportuaria@puertosdetenerife.org Consejero de Seguridad MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.: 619511707/91
MEDIDAS PREVENTIVAS
Cumplimiento estricto de las instrucciones y procedimientos de trabajo facilitados por el suministrador. En caso de avería o accidente, se adoptarán inmediatamente las medidas que se determinen en las instrucciones escritas para el conductor, facilitadas por el fabricante o expedidor, de acuerdo con lo especificado en el R.D.97/2014. Utilizar en todo momento herramientas antideflagrantes para evitar la aparición de chispas. El conductor no maniobrará ninguna válvula de la cisterna, ni acometerá ninguna operación previa a la descarga mientras no esté presente un responsable de la planta y éste haya autorizado la descarga – Utilizar la vestimenta adecuada, guantes y gafas de seguridad. Para realizar las operaciones de apertura de válvulas se actuará primeramente sobre la válvula de fondo y posteriormente sobre la válvula

de corte, de forma progresiva hasta su apertura total a fin de evitar la actuación de limitador de caudal interno.

En ningún caso se sobrepasará el 95% del indicador de nivel del depósito.

No se situará nadie en el interior del recinto durante la operación de despresurización.

La despresurización de las líneas y de la cisterna se realizará siempre a través del venteo del depósito, quedando terminantemente prohibido utilizar otros sistemas para acelerar el proceso de despresurización.

Riesgo: Incendios

**CAUSAS OBJETIVAS
DEL RIESGO**

Producidos por accidentes de circulación

Prestación servicios suministros.

MEDIDAS CORRECTORAS

Activación del Plan de Autoprotección del Puerto.

En caso de Emergencia los teléfonos de contacto son los siguientes:

Centro de Control de Servicios (Puerto de Santa Cruz de Tenerife):

922 59 68 63

ccs.terrestre@puertosdetenerife.org

Centralita Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 54 00

Policía Portuaria Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

922 60 55 55

policiaportuaria@puertosdetenerife.org

Consejero de Seguridad MOLGAS ENERGÍA, S.A.U.: 619511707/91

**MEDIDAS
PREVENTIVAS**

En caso de avería o accidente, se adoptarán inmediatamente las medidas que se determinen en las instrucciones escritas para el conductor, facilitadas por el fabricante o expedidor, de acuerdo con lo especificado en el R.D.97/2014.

Perdida de seguridad si no se realizan las reposiciones de los medios de extinción del vehículo (conforme Orden Ministerial del 27 de julio de 1999).

Antes de iniciarse la descarga el conductor y el responsable de la Descarga se asegurarán de que en el área de descarga y en sus proximidades no existe a menos de 15 metros:

- Ningún punto de fuego.
- Ninguna persona fumando.
- Ningún vehículo con su motor en marcha.
- Ningún equipo eléctrico no antideflagrante conectado.
- Ningún almacenamiento de otras materias combustibles.
- Ninguna persona que no esté autorizada.
- Presencia de gas (comprobar con el exposímetro que no supera el 20% del LII)

El conductor no maniobrará ninguna válvula de la cisterna, ni acometerá ninguna operación previa a la descarga mientras no esté presente un responsable y éste haya autorizado la descarga.

- **Actuación del conductor en caso de los riesgos evaluados durante las operaciones de suministro:**

RIESGO	ACTUACIÓN CONDUCTOR
Accidentes de circulación	<p>Respetar los límites de alcoholemia.</p> <p>Si se ingieren medicamentos que produzcan somnolencia o disminución de reflejos, no se deberá conducir. Consultar al médico especialista.</p> <p>Antes de conducir no es recomendable hacer comidas copiosas.</p> <p>Mantener un control sobre las inspecciones técnicas de los vehículos (ITV).</p> <p>Se evitará el uso de teléfono móvil, durante la conducción de los vehículos, dado que requiere atención a costa de la necesaria para la conducción.</p> <p>Todo vehículo y zona de influencia deben ser revisados por el operario antes de su uso.</p> <p>Se debe respetar la velocidad y la distancia de seguridad.</p> <p>Nunca será sobrepasada la capacidad nominal de la carga, indicada para cada vehículo.</p> <p>Estará limitada la velocidad de circulación, a las condiciones de la zona a transitar.</p>

	<p>El conductor señalará las maniobras de especial riesgo mediante los procedimientos indicados por las normas de circulación: luces de intermitencia en giros o adelantamientos, señales de avería en paradas imprevistas, etc.</p> <p>El operario tendrá en cuenta el peso de la carga para obtener una respuesta adecuada de frenada.</p> <p>2.- Informar al conductor de la existencia del riesgo y de la necesidad de no cometer actos inseguros, respetar las normas de circulación para peatones, salir con tiempo necesario para los desplazamientos, prestar especial atención a los cruces, etc.</p> <p>3.- Se recomienda balizar la zona donde se vayan a realizar dichas operaciones. Seguir en todo momento las instrucciones dadas por la Autoridad Portuaria.</p> <p>El conductor no maniobrará ninguna válvula de la cisterna, ni acometerá ninguna operación previa a la descarga mientras no esté presente un responsable y éste haya autorizado la descarga. Seguir las especificaciones técnicas dadas por el suministrador del producto, así como las instrucciones dadas por el consejero de seguridad en sus procedimientos de actuación.</p> <p>Mantener la cabina del vehículo cerrada durante toda la operación de descarga y despresurización de la cisterna. Antes de volver a iniciar la marcha ventilar bien la cabina.</p>
<p>Inhalación, contacto o ingestión de sustancias nociva</p>	<p>Seguir las especificaciones técnicas dadas por el suministrador del producto, así como las instrucciones dadas por el Consejero de Seguridad en sus procedimientos de actuación.</p> <p>Mantener la cabina del vehículo cerrada durante toda la operación de descarga y despresurización de la cisterna. Antes de volver a iniciar la marcha ventilar bien la cabina.</p>
<p>Incendio y/o explosión</p>	<p>En caso de avería o accidente, se adoptarán inmediatamente las medidas que se determinen en las instrucciones escritas para el conductor, facilitadas por el fabricante o expedidor, de acuerdo con lo especificado en el R.D.97/2014.</p> <p>Perdida de seguridad si no se realizan las reposiciones de los medios de extinción del vehículo (conforme Orden Ministerial del 27 de julio de 1999).</p> <p>Antes de iniciarse la descarga el conductor y el responsable de la Descarga se asegurarán de que en el área de descarga y en sus proximidades no existe a menos de 15 metros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ningún punto de fuego. - Ninguna persona fumando. - Ningún vehículo con su motor en marcha.

- Ningún equipo eléctrico no antideflagrante conectado.
- Ningún almacenamiento de otras materias combustibles.
- Ninguna persona que no esté autorizada.
- Presencia de gas (comprobar con el exposímetro que no supera el 20% del LII)

El conductor no maniobrará ninguna válvula de la cisterna, ni acometerá ninguna operación previa a la descarga mientras no esté presente un responsable y éste haya autorizado la descarga.

Asplum 44

Asplum 44 is a highly effective and reliable method for the control of weeds and grasses in agricultural and industrial areas. It is a selective herbicide that acts on the root system of the plants, preventing their growth and development. The active ingredient is a powerful herbicide that is absorbed by the roots and leaves of the plants, and it acts on the vascular system, preventing the transport of nutrients and water. This results in the death of the plants and the elimination of the weeds and grasses. Asplum 44 is suitable for use in a wide range of crops and areas, and it is easy to apply and safe for the environment. It is a highly effective and reliable method for the control of weeds and grasses in agricultural and industrial areas.



**ANEXO N° 7: RELACIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS Y
CISTERNAS QUE OPERARÁN HABITUALMENTE EN EL PUERTO DE
SANTA CRUZ DE TENERIFE.**

1998

Y ANEXO DE LA LEY DE LA FORTALEZA DE LOS MUNICIPIOS Y
DE LAS CATEGORIAS DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE
MICHUAN

- TRACTORAS:

Matrículas

2558-HLW

1198HTT

2754HTR

9893HTR

7665HTS

7577HNL

7594HNL

8748-HZB

2445-JBW

0842-JGM

2910-JJN

7407-JPN

7403-JPN

- CISTERNAS:

Matrículas

R-2974-BCC

R-3401-BCN

R-0935-BCP

R-0936-BCP

R-6091-BCN

R-6084-BCN

R-2490-BCP

R-2489-BCP

R-6707-BCT

R-9890-BCT

R-2078-BCW

R-2079-BCW

R-2080-BCW

R-2081-BCW

R-2698-BCW

1000000

1000000

1000000

1000000

1000000

1000000

1000000



ANEXO N° 8: MODELO DE DOCUMENTOS UTILIZADOS EN EL PROCESO.

Page 1 of 1

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

**BBG****ALBARAN DE ENTREGA DE GNL**

Nº Albarán : 3106529

Fecha : 21/03/2017

Nº Pedido : 17337299


Cargador (Origen)	
Nombre : BAHIA DE BIZKAIA GAS	N.I.F. : B48969885
Dirección : PUNTA CEBALLOS Nº 2	
48508 ZIERBENA (BIZKAIA)	

Nº	Destinatario	Dirección	Cantidad
	Expedidor	Dirección	
	Suministrador	Dirección	
1	MAXAM EUROPE, S.A N.I.F. : A78876331	CTRA. N-623 , BURGOS A SANTANDER KM. 28 09141 MERINDAD DE RÍO UBIERNA (BURGOS)	19.060 kg
	MOLGAS ENERGÍA, S.A.U. N.I.F. : A81466625	AVDA. DE LA ASTRONOMÍA Nº 41 SAN FERNANDO DE HENARES (MADRID)	
	MOLGAS ENERGIA, S.A.U. N.I.F. : A-81466625	AVDA. DE LA ASTRONOMIA Nº 41 28830 MADRID	
2			
3			

Producto: GAS NATURAL LICUADO	Calidad
Nº de Transporte : 3106529	P. C. S. : 15,249 kWh/kg
Matrícula Tractor : 7665-HTS	P. C. S. : 11,819 kWh/Nm³
Matrícula Cisterna : R-2080-BCW	P. C. I. : 10,651 kWh/Nm³
Conductor: : ROBERTO	Peso Específico : 0,7751 kg/Nm³
NIF Transportista : A-81466625	Densidad GNL : 444,6020 kg/m³

Hora de salida de Factoría : 14:05	Plazo de validez : 20 horas
------------------------------------	-----------------------------

Peso del conjunto de transporte cargado	: 39.920 kg
Tara tractor y cisterna	: 19.854 kg
Peso del Gas a transportar	: 20.066 kg
Peso del conjunto de transporte descargado	: 20.860 kg
Peso del Gas entregado	: 19.060 kg

Por delegación del Expedidor actuando en su condición de Cargador Firma y sello : 	Destinatario Firma y sello :
--	---------------------------------

1. **Introduction**
 2. **Methodology**
 3. **Results**
 4. **Discussion**
 5. **Conclusion**

The study was conducted in a laboratory setting. The participants were recruited from a local university. The experiment was designed to measure the effect of the independent variable on the dependent variable. The results showed a significant positive correlation between the two variables. The data was analyzed using statistical software, and the findings were consistent across all trials. The study has implications for the field of research and provides a foundation for further investigation.

The following table summarizes the key findings of the study. The data indicates that the independent variable has a strong influence on the dependent variable. The results are supported by statistical analysis, which shows a high level of significance. The study's findings are consistent with previous research in the area. The results suggest that the relationship between the variables is robust and can be generalized to other contexts. The study's limitations and future research directions are discussed in the following sections.

In conclusion, the study has provided valuable insights into the relationship between the variables. The findings are significant and have important implications for the field. The study's methodology was rigorous and the results are reliable. The study's findings are consistent with previous research and provide a solid foundation for future work. The study's limitations and future research directions are discussed in the following sections.



BBG
ALBARAN DE ENTREGA DE GNL

Nº Albarán : 3106529
Fecha : 21/03/2017
Nº Pedido : 17337299

Cargador (Origen)	
Nombre : BAHIA DE BIZKAIA GAS	N.I.F. : B48969885
Dirección : PUNTA CEBALLOS Nº 2	
48508 ZIERBENA (BIZKAIA)	

Nº	Destinatario	Dirección	Cantidad
	Expadidor	Dirección	
	Suministrador	Dirección	
1	MAXAM EUROPE, S.A N.I.F. : A78876331	CTRA. N-623 , BURGOS A SANTANDER KM. 28 09141 MERINDAD DE RÍO UBIERNA (BURGOS)	19.060 kg
	MOLGAS ENERGÍA, S.A.U. N.I.F. : A81466625	AVDA. DE LA ASTRONOMÍA Nº 41 SAN FERNANDO DE HENARES (MADRID)	
	MOLGAS ENERGÍA, S.A.U. N.I.F. : A-81466625	AVDA. DE LA ASTRONOMIA Nº 41 28830 MADRID	
2			
3			

Producto: GAS NATURAL LICUADO	Calidad
Nº de Transporte : 3106529	P. C. S. : 15,249 kWh/kg
Matrícula Tractor : 7665-HTS	P. C. S. : 11,819 kWh/Nm³
Matrícula Cisterna : R-2080-BCW	P. C. I. : 10,651 kWh/Nm³
Conductor: : ROBERTO	Peso Específico : 0,7751 kg/Nm³
NIF Transportista : A-81466625	Densidad GNL : 444,6020 kg/m³

Hora de salida de Factoría : 14:05	Plazo de validez : 20 horas
------------------------------------	-----------------------------

Peso del conjunto de transporte cargado	: 39.920 kg
Tara tractor y cisterna	: 19.854 kg
Peso del Gas a transportar	: 20.066 kg
Peso del conjunto de transporte descargado	: 20.860 kg
Peso del Gas entregado	: 19.060 kg

Por delegación del Expadidor actuando en su condición de Cargador Firma y sello:	Destinatario Firma y sello:
---	--------------------------------

1. Name of the person
2. Address
3. City

4. State

5. Zip

6. Telephone number

7. Date of birth

8. Social Security number

9. Occupation

10. Signature



DOCUMENTO DE CONTROL
CARTA DE PORTE
 TRANSPORT DOCUMENT

Nº Albarán : 3106529
 Delivery Slip No.
 Fecha : 21/03/2017
 Date
 Nº Pedido : 17337299
 Order Number

Denominación Description		
UN 1972, GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO 2.1. (B/D)	223	
UN 1972, NATURAL GAS COOLED LIQUID 2.1. (B/D)	1972	
Cargador (Origen) Filler (Origin)		
BAHIA DE BIZKAIA GAS PUNTA CEBALLOS Nº 2, 48508 ZIERBENA (BIZKAIA)		
N.I.F. : B48969885		
Nº	Destinatario (Destino) Consignee (Destination) Expedidor (Shipper) Suministrador (Supplier) Dirección (Address)	Cantidad (Quantity)
1	MAXAM EUROPE, S.A. N.I.F. : A78876331 MOLGAS ENERGÍA, S.A.U. N.I.F. : A81466825 MOLGAS ENERGÍA, S.A.U. N.I.F. : A-81466625	19.060 kg
2		
3		

Transportista Carrier	Transportista Efectivo Real Carrier
MOLGAS ENERGIA, S.A.U N.I.F. : A-81466625	MOLGAS ENERGIA, S.A.U N.I.F. : A-81466625
Nº Matrícula Cisterna Tank Plate Number	Nº Matrícula Tractor Truck Plate Number
R-2080-BCW	7665-HTS
Peso neto de la carga : 20.066 kg Load net weight Densidad : 444,6020 kg/m³ Density Presión : 1 kg/cm² Pressure Temperatura : -158,90 °C Temperature Volumen de la carga : 45,13 m³ Load volume Grado máximo llenado : 85 % Maximum filling level	El Cargador, por delegación del Expedidor, hace constar que la mercancía se admite al transporte por carretera y que su estado, acondicionamiento, envase y etiquetaje responden a las prescripciones del A.D.R. The Filler, on behalf of the Shipper, declares that the freight is apt for road transportation and that its state, condition, packaging and labeling are in conformity with A.D.R. specifications.
El Transportista entrega instrucciones escritas según ADR al conductor. The Carrier provides the driver with safety instructions in writing according to ADR.	
ZIERBENA, 21 de marzo de 2017 Firmado : Por el Transportista Signed: By the Carrier	Hora salida planta cargadora : 14:05 Departure time from loading plant Firmado : Por el Expedidor actuando en su condición de Cargador Signed: By the Shipper acting in his capacity as Filler

1980
1981
1982
1983
1984

DECLARATION OF INDEPENDENCE

1776

When in the course of human events, it becomes necessary for one people to declare their independence of another, and to assume among the powers of the earth, the separate and equal station to which the laws of nature and of nature's God entitle them, a decent respect to the opinions of mankind requires that they should declare the causes that impel them to the separation.

We hold these truths to be self-evident, that all men are created equal, that they are endowed by their Creator with certain unalienable Rights, that among these are Life, Liberty and the pursuit of Happiness. — That to secure these rights, Governments are instituted among Men, deriving their just powers from the consent of the governed, — That whenever any Form of Government becomes destructive of these ends, it is the Right of the People to alter or to abolish it, and to institute new Government, laying its foundation on such principles and organizing its powers in such form, as to them shall seem most likely to effect their Safety and Happiness. Prudence, in such a case, dictates that慎重 transitions from one Form to another should be effected with the least possible interruption of the public Affairs, and therefore that all such Changes should be peaceably and legally accomplished.

In the following Declaration we name the causes which have brought us to this measure. We are informed that the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one. We are informed that the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one. We are informed that the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one.

That the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one. We are informed that the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one. We are informed that the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one.

That the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one. We are informed that the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one. We are informed that the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one.

That the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one. We are informed that the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one. We are informed that the King has lately sent a Commission to the Colonies, to inform us that he had appointed a new Council, and that he had dissolved the old one.



**LISTA DE COMPROBACIONES DE CISTERNAS
DE GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO
DE CONFORMIDAD CON R.D. 97/14**

**BAHIA DE BIZKAIA GAS
Planta GNL Zierbena**

Producto : UN 1972, GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO 2.1, ((B/D)), Número de Identificación (ADR) : 223 - 1972
Albarán Nº : 3108529 Pedido Nº : 17337289
Empresa Cargadora : BAHIA DE BIZKAIA GAS Matrícula del Tractor : 7665-HTS ✓
Empresa Transportista : MOLGAS ENERGIA, S.A.U. Matrícula de la Cisterna : R-2080-BCW ✓
Transportista efectivo : MOLGAS ENERGIA, S.A.U. Conductor : ROBERTO BUA CERVIÑO

- 1 - DOCUMENTACIÓN**
- 1.2 - Autorización de conductor Nº 35312391P
- 1.3 - Certificado ADR
- 1.3 - Seguros de vehículos
- 1.4 - El certificado de aprobación recoge el gas a cargar en la cisterna (GNL)

- 2 - ESTADO DE EQUIPAMIENTO**
- 2.1 - Comprobación ocular del buen estado general del equipo de servicio de la cisterna
- 2.2 - Extintores (Tractor y Cisterna)
- 2.3 - Calzos
- 2.4 - Llaves portátiles de balzamiento
- 2.5 - Equipo protección personal
- 2.5.1 - Un par de guantes apropiados
- 2.5.2 - Equipo de protección ocular
- 2.5.3 - Ropa de trabajo no generadora de electricidad estática
- 2.5.4 - Casco de seguridad
- 2.5.5 - Un par de botas adecuadas
- 2.5.6 - Cinturón o vestimenta fluorescente adecuada
- 2.6 - Paneles de color naranja numeración adecuada
- 2.7 - Placas - Etiqueta de peligro
- 2.8 - Comprobación de que las placas - etiqueta y paneles naranja están bien sujetos

Operador de carga

- 2.9 - Señales de advertencia o peligro
- 2.10 - Explosímetro
- 2.11 - Linterna antideflagrante

Conductor

- 3 - COMPROBACIONES PREVIAS A LA CARGA**
- 3.1 - Inmovilización del vehículo mediante calzo
- 3.2 - Motor parado y llaves de contacto bajo control del operador de carga
- 3.3 - Batería desconectada
- 3.4 - Toma de tierra conectada
- 3.5 - Existencia en la estación de carga de los equipos de seguridad pertinentes
- 3.6 - Ausencia de trabajo incompatible con la seguridad en las inmediaciones del lugar de carga
- 3.7 - Señalización de la operación
- 3.8 - Existencia de carga residual (1)

Operador de carga

- 4 - COMPROBACIONES DURANTE LA CARGA**
- 4.1 - Conductor fuera de cabina y disponible
- 4.2 - Ausencia de fugas y derrames
- 4.3 - Presencia permanente operador de carga
- 4.4 - Prohibición de fumar
- 4.5 - Brazos de carga o manguera sin tensión

- 5 - CONTROLES DESPUÉS DE LA CARGA**
- 5.1 - No se excede el grado máximo de llenado (2)
- 5.2 - Bocas de carga cerradas, precintadas y tapones ciegos acoplados
- 5.3 - Calzo y toma de tierra retirados
- 5.4 - Buen estado general aparente de cisterna
- 5.5 - Comprobación de presión en la cisterna
- 5.6 - Ausencia de fugas o derrames
- 5.7 - Carta de porte
- 5.8 - Instrucciones escritas según ADR

Operador de carga

Observaciones :

CÁLCULO DE LLENADO Y CONTROL DE LA CANTIDAD CARGADA	
- Peso del vehículo a la entrada	20.860 kg
- Tara o suma de taras del vehículo	19.864 kg
(1) CARGA RESIDUAL	1.006 kg
- Carga máxima admisible (de acuerdo con grado de llenado correspondiente)	20.146 kg
- Carga residual	1.006 kg
(2) CANTIDAD MÁXIMA A CARGAR	19.140 kg
- Peso del vehículo a la salida	39.920 kg
- Peso del vehículo a la entrada	20.860 kg
NETO CARGADO	19.060 kg

NETO CARGADO <= CANTIDAD MÁXIMA A CARGAR

**AUTORIZACIÓN GENERAL DE SALIDA
(POR LA PLANTA CARGADORA)**

Fecha: 21/03/2017

Seilo

FIRMA DEL AUTORIZANTE

CHICAGO, ILLINOIS

TO THE HONORABLE SENATE OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO
I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of the 15th inst. in relation to the proposed appointment of Dr. [Name] to the position of [Title]. I am pleased to inform you that the Department of Chemistry has no objection to the appointment of Dr. [Name] to the position of [Title] and that the necessary arrangements have been made for his admission to the University.

Very respectfully,
[Signature]

CHICAGO, ILLINOIS, [Date]

CHICAGO, ILLINOIS

TO THE HONORABLE SENATE OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO
I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of the 15th inst. in relation to the proposed appointment of Dr. [Name] to the position of [Title]. I am pleased to inform you that the Department of Chemistry has no objection to the appointment of Dr. [Name] to the position of [Title] and that the necessary arrangements have been made for his admission to the University.

Very respectfully,
[Signature]

CHICAGO, ILLINOIS, [Date]

Annex 4

Procedimiento de inertizado mediante N_2 en una planta satélite de regasificación unificada en un isocontenedor



Autoridad Portuaria
Santa Cruz de Tenerife



CORE LNGas
hive



**PROCEDIMIENTO DE INERTIZADO MEDIANTE
NITROGENO EN UNA PLANTA SATÉLITE DE
REGASIFICACIÓN UNICADA EN UN ISOCONTENEDOR**



PROCEDIMIENTO DE ENFRIAMIENTO DE DOS TANQUES 5M3

INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente procedimiento es dar las pautas de actuación necesarias para el enfriamiento mediante Nitrogeno de dos depositos criogenicos de GNL.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

1. CONEXION PINZA DE TIERRA

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

¡ATENCIÓN! El circuito eléctrico de la pinza de tierra debe de estar abierto (posición “0” del interruptor de la pinza) en el momento de conectar la pinza a la cisterna y cerrarlo (posición “I” del interruptor) solo cuando la pinza este bien conectada a la cisterna.



2. COMPROBACIONES PREVIAS

- Verificar que la presión y nivel del depósito son cero. En caso contrario ventearémos hasta presión atmosférica y nivel 0.
- Verificar que todas las válvulas tanto del muelle de descarga como del depósito se encuentran cerradas.
- Sustituir el acople ENAGAS 2'' de la tubería de llenado del tanque por el acople correspondiente para la conexión de la manguera de la cisterna de Nitrógeno.
- Conectar la manguera de la cisterna y proceder al apretado de la misma. Durante la descarga se irá reapretando si se detecta alguna pequeña fuga.
- Abrir las válvulas del tanque de llenado por "duchas" al 100% y de llenado por fondo al 10%. Mantener cerradas las válvulas del muelle de descarga.
- Abrir la salida de gas de la cisterna, una vez subida la presión de ésta hasta donde sea posible. (según especificación de la cisterna de nitrógeno)
- Anotar el nivel de vacío del tanque.

(El vacío del tanque: El depósito criogénico está compuesto por dos depósitos. Uno exterior de acero y otro interior de inoxidable. Entre un depósito y otro, existe una cámara rellena de perlita a la que se le ha realizado el vacío para aumentar sus propiedades aislantes.)

3. PRIMERA FASE DEL ENFRIAMIENTO: Carga de Nitrogeno fase Gas

Esta fase de la puesta en frío se realizará por medio de dos operaciones:

- PRESURIZACIÓN: Dejar pasar gas hacia el depósito regulando el caudal de entrada con la válvula de la cisterna. La primera vez abrir un poco e ir abriendo gradualmente en las siguientes presurizaciones. Subir la presión entre 1 y 3 bares. Cerrar la válvula de la cisterna. (Abrir PPR de la cisterna de Nitrógeno, manteniéndola alta de presión).
- DESPRESURIZACIÓN: Abrir el venteo manual. Bajar la presión a un valor próximo a 0,5 bar. Cerrar la válvula de venteo. Anotar el vacío del tanque, usando un medidor de vacío, conectado en la válvula situada en la parte posterior del depósito.
- Repetiremos estas dos operaciones hasta observar que el gas sale frío en el extremo de la tubería de venteo, dependiendo del depósito a enfriar.
- También se puede alternar esta operación con la abertura de la válvula manual de entrada por el fondo del tanque en continuo abriendo el venteo.



- Anotar, para cada una de las presurizaciones, la hora, el valor de la presión alcanzada y el vacío del depósito

4. SEGUNDA FASE DEL ENFRIAMIENTO: Entrada Nitrogeno liquido

- La entrada de líquido se hará toda por duchas (100% abierta), con la válvula de fondo totalmente cerrada y una diferencia de 1 bar entre la cisterna y el depósito.
- Entrar líquido unos 30 segundos y reposar de 3 a 5 minutos.
- Entrar líquido entre 30 segundos y 1 minuto y reposar de 3 a 5 minutos.
- Entrar líquido entre 2 y 4 minutos y reposar de 5 a 10 minutos.
- Entrar líquido hasta alcanzar los kilos de nitrógeno deseados.

- Dar por finalizada la puesta en frío. Anotar el vacío y el nivel. Cerrar las válvulas de entrada al tanque.
- Una vez despresurizada la manguera de la cisterna, mediante venteos propios de la cisterna, desconectar-la y, cuando el acople que hemos colocado en la brida de llenado esté descongelado, proceder a sustituirlo conectando nuevamente la manguera correspondiente.
- Se cargará entre un 5% y un 10% de la capacidad total de los tanques.

5. VACIADO DEL NITRÓGENO DEL DEPOSITO

- Se procede a vaciar el nitrógeno del depósito justo antes de realizar la primera carga de gas natural. El tiempo de reposo del nitrógeno puede estar entre varias horas o un día.
- Asegurar que la brida del PPR situada entre la válvula y el gasificador está desembridada, y que al salir el nitrógeno no estropeará ningún aparato de la planta ni cableado, ya que realizaremos parte del vaciado por dicha conexión. También se puede realizar el vaciado del nitrógeno por la válvula de salida de líquido del tanque.
- En primer lugar se extraerá el nitrógeno líquido del tanque aprovechando la presión del mismo a través de la brida abierta anteriormente o mediante la válvula de salida de líquido del tanque.

6. SALIDA DE LA CISTERNA DE NITROGENO LA PLANTA DE GNL

Antes de la salida de la cisterna de la planta de GNL. se debe:

- Desconectar la manguera.
- Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna **¡ATENCIÓN!** Antes de desconectar físicamente la pinza de la cisterna, abrir el circuito eléctrico de la misma, poniendo en posición “0” el interruptor de la pinza tierra.
- Se verificará con explosímetro la ausencia de atmósfera de gas en la zona antes de arrancar la tractora de la cisterna.

IMPORTANTE: En todo momento el conductor realizará un control de la zona de trabajo mediante el explosímetro garantizando en todo momento la ausencia de gas en la zona. En caso de detectar gas se paralizará de forma inmediata la descarga.

- Se fijará el punto o zona concreta donde ubicar el explosímetro durante la descarga. El punto será en la zona de conexión de la manguera de descarga a la cisterna.
- Se fijará el 20% del LIE como tope en el cual se parará la descarga de forma inmediata.
- El explosímetro dispondrá de alarmas acústica y visual que se active en ese 20% de LIE para que el conductor y/o la persona de asistencia en descarga se den cuenta de la existencia de ese porcentaje de LIE y puedan detener la descarga
- Si se detiene la descarga por llegar a ese 20% del LIE, no se volverá a reanudar mientras no se corrija la fuga y se compruebe que el % LIE es inferior al 20%.
- El explosímetro utilizado cumplirá con los requisitos de compra que marca nuestra norma, ES.0038.ES-MN

Annex 8

Emissions

Measurements.

**Diesel Engines of the
ship and new built
natural gas engine.**



INFORME EMISIONES MOTORES AUXILIARES

TEST NÚMERO 16E029

ESPECIFICACIONES DEL TEST

Objeto: Registro de emisiones de los motores auxiliares.

Instalación:

Buque: L'AUDACE
Motores auxiliares: CATERPILLAR





PROCEDIMIENTO

El test consiste en la medición de potencia eléctrica generada por los motores auxiliares junto con las emisiones producidas. Estos parámetros se han registrado de la siguiente manera:

- Medición de potencia mediante analizadores de red.
- Medición de emisiones y opacidad mediante analizadores de gases portátiles.
- Medición de consumo de combustible mediante caudalímetros invasivos.

La potencia eléctrica se mide mediante analizadores de red en los cuadros eléctricos.

Las mediciones de emisiones se realizan insertando la sonda de los equipos en la tubería de gases de escape.

El consumo de combustible se registra mediante la instalación de caudalímetros volumétricos en las tuberías de alimentación y retorno del motor auxiliar de estribor.

Todos estos datos se han transferido como señales digitales a través de una unidad bus y se han analizado en una aplicación de software. La telemetría obtenida está reflejada en las hojas adjuntas generadas por la propia aplicación.



EQUIPOS DE MEDICIÓN

Las mediciones fueron registradas empleando los siguientes equipos:

- **Potencia**

ANALIZADORES DE RED

Modelo: LCAM-C

- **Consumo**

TUBERÍAS DE COMBUSTIBLE M.AUX. ER

Marca: Kral

Modelo: OMG20

- **Emisiones**

TUBERÍAS DE GASES DE ESCAPE

Modelo: Testo 350 Maritime

Número de serie: 01766708

- **Partículas**

TUBERÍAS DE GASES DE ESCAPE

Modelo: Testo 338

Número de serie: 39402992



OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es conocer las concentraciones de los gases emitidos y opacidad producida por la materia particulada en los escapes de los motores auxiliares durante las maniobra de descarga del Buque en puerto.



RELACIÓN DE REGISTROS

Se realizan registros de emisiones en el transcurso del proceso de descarga del buque en los motores auxiliares. Debido al corto período de tiempo de descarga el consumo se registra en el motor auxiliar de estribor y se extrapolan los valores al motor de babor.

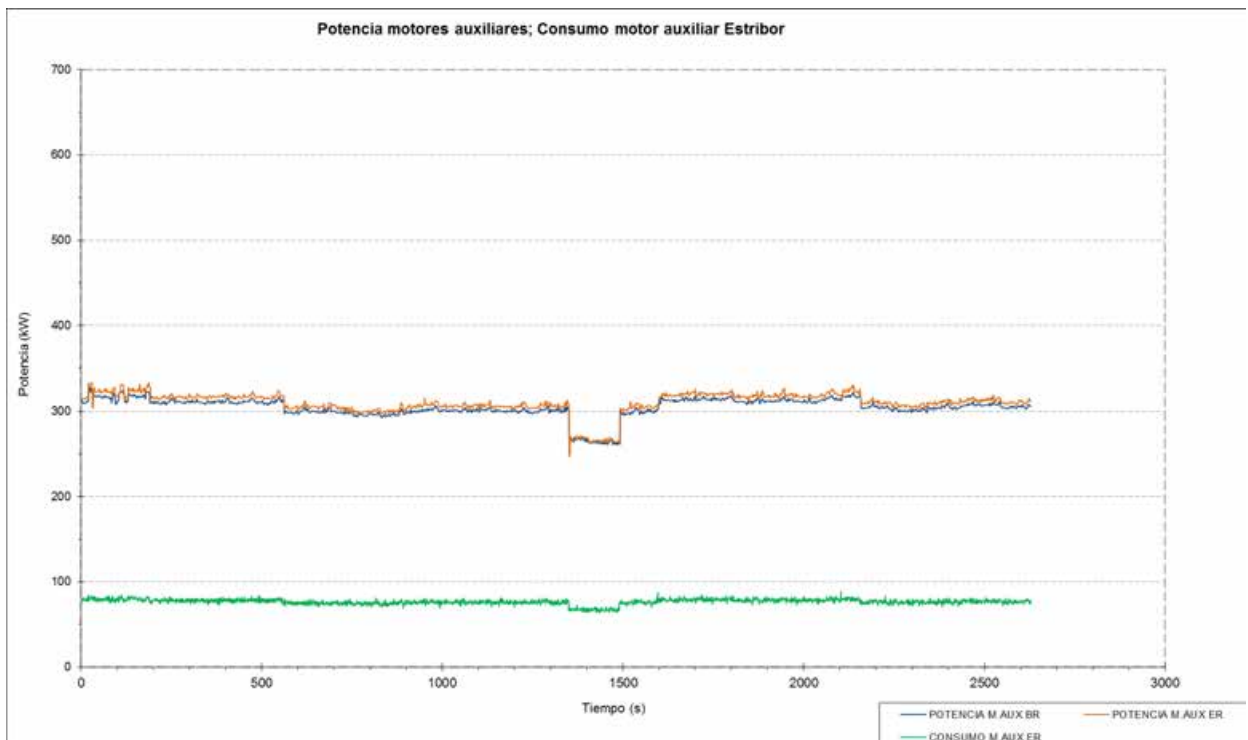
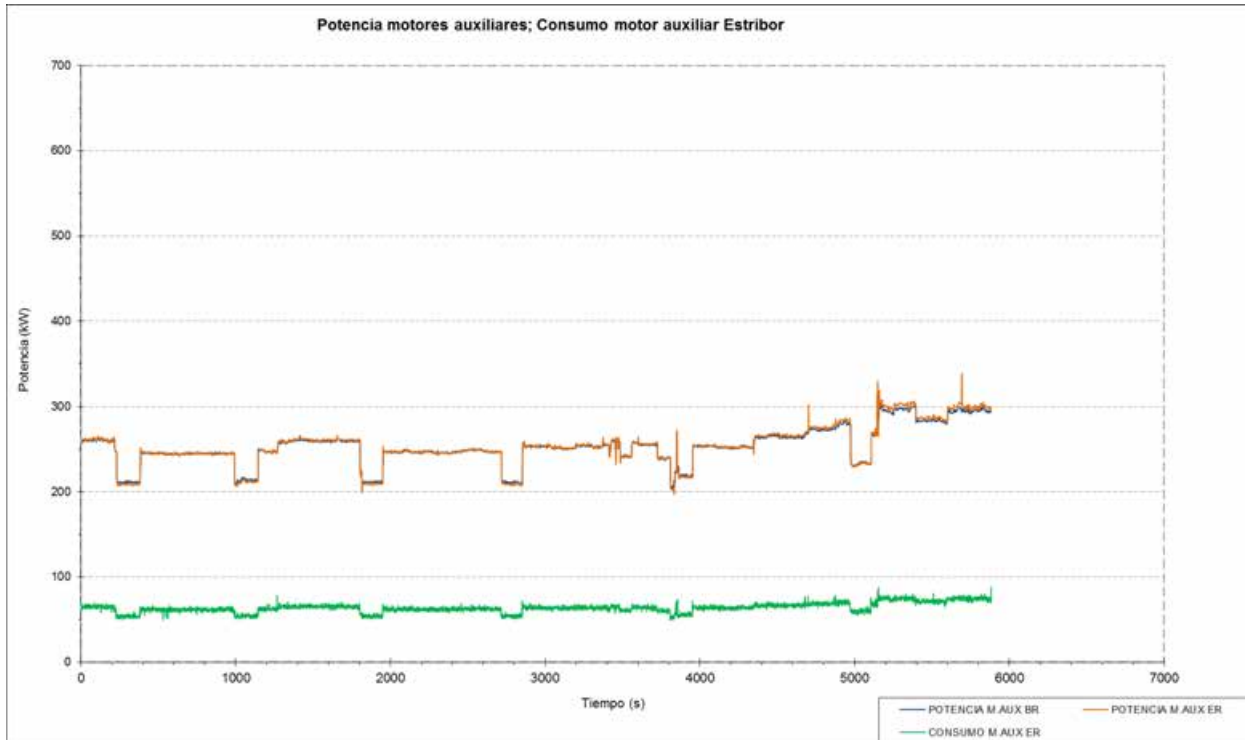
A continuación se realizan registros variando los porcentajes de carga de ambos motores.

Las pruebas se realizan con combustible DMA (diésel)



ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES REALIZADAS

Durante el proceso de descarga se realizan registros de emisiones y del consumo del motor auxiliar de estribor. Las gráficas de potencia y consumo se muestran a continuación.





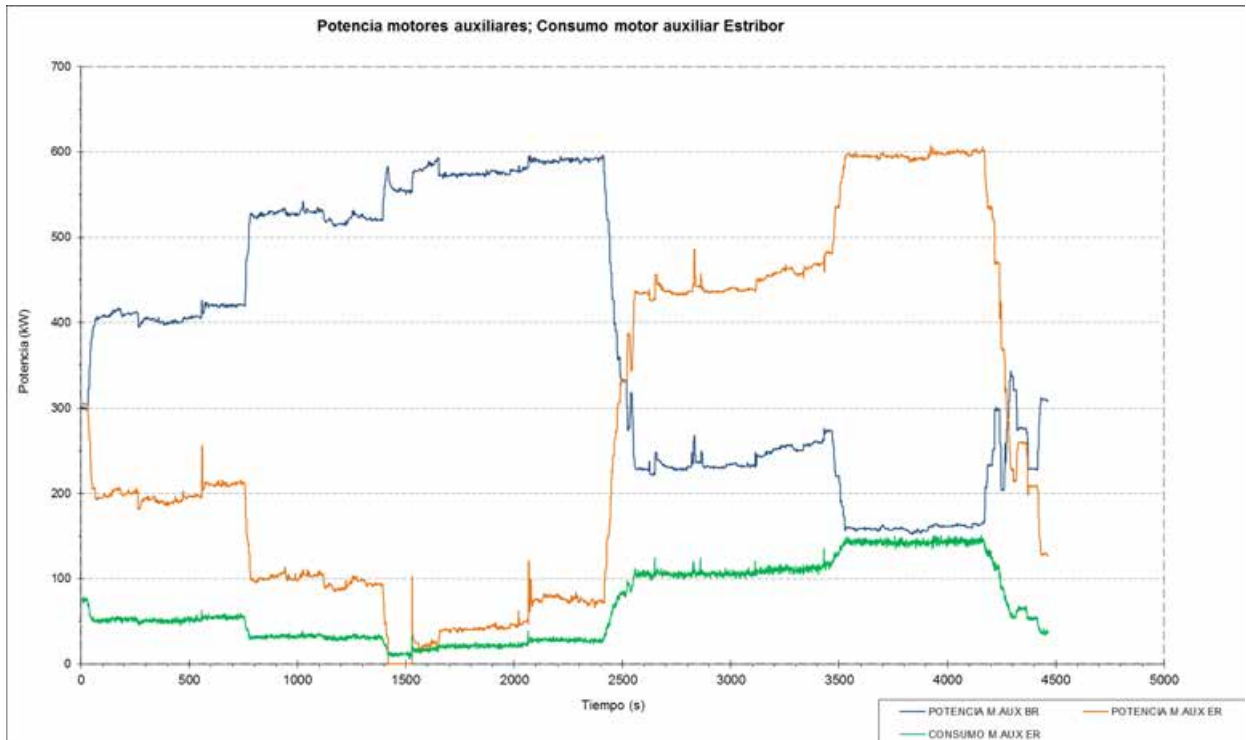
La tabla de valores registrados se presenta a continuación. Los datos de consumo de la línea de babor son una extrapolación por el valor específico verificado en el motor de estribor. Los valores de masa de emisiones de Babor son aproximados ya que para el cálculo es necesario el consumo de combustible.

MOTOR AUX. BABOR			
POTENCIA	[kW]	305,10	294,34
POTENCIA	[%]	45,33	43,18
RÉGIMEN	[rpm]	1511,00	1511,00
CONSUMO	[l/h]	76,12	73,71
CONSUMO	[kg/h]	65,54	63,47
SFC	[g/kWh]	214,81	215,63
NOx Dry	[ppm]	620,00	595,00
CO Dry	[ppm]	188,00	191,00
CO2 Dry	[%]	6,17	6,06
O2 Dry	[%]	12,69	12,92
SO2	[ppm]	16,00	10,00
GNOX	[kg/h]	2,18	2,06
GCO	[kg/h]	0,40	0,40
GCO2	[kg/h]	204,50	198,03
GO2	[kg/h]	305,81	306,98
GSO2	[kg/h]	0,08	0,05
eNOx	[g/kWh]	7,14	7,01
eCO	[g/kWh]	1,30	1,35
eCO2	[g/kWh]	670,26	672,80
eO2	[g/kWh]	1002,33	1042,95
eSO2	[g/kWh]	0,25	0,16
HOLLÍN	mg/m ³	50,22	34,79
OPACIDAD	FSN	2,00	1,60

MOTOR AUX. ESTRIBOR					
POTENCIA	[kW]	302,61	261,58	237,87	233,99
POTENCIA	[%]	44,96	39,55	38,78	34,77
RÉGIMEN	[rpm]	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00
CONSUMO	[l/h]	74,99	65,68	59,95	58,02
CONSUMO	[kg/h]	64,57	56,55	51,62	49,96
SFC	[g/kWh]	213,37	216,19	217,00	213,49
NOx Dry	[ppm]	616,00	694,00	687,00	751,00
CO Dry	[ppm]	146,00	147,00	143,00	162,00
CO2 Dry	[%]	5,73	6,03	6,00	6,49
O2 Dry	[%]	13,37	12,94	12,97	12,31
SO2	[ppm]	15,00	14,00	17,00	19,00
GNOX	[kg/h]	2,30	2,16	1,95	1,91
GCO	[kg/h]	0,33	0,27	0,24	0,25
GCO2	[kg/h]	201,63	176,58	161,19	155,93
GO2	[kg/h]	342,08	275,51	253,35	215,05
GSO2	[kg/h]	0,08	0,06	0,07	0,07
eNOx	[g/kWh]	7,60	8,24	8,21	8,16
eCO	[g/kWh]	1,08	1,05	1,03	1,06
eCO2	[g/kWh]	666,30	675,03	677,64	666,40
eO2	[g/kWh]	1130,42	1,05	1065,07	919,05
eSO2	[g/kWh]	0,25	0,23	0,28	0,28
HOLLÍN	mg/m ³	34,79	27,16	33,23	38,57
OPACIDAD	FSN	1,60	1,35	1,55	1,71



Una vez realizado el registro de datos con la configuración habitual de descarga se realiza un registro variando los porcentajes de carga de los motores auxiliares.



Empleando los datos registrados previamente (en el modo habitual de descarga) junto con los registrados con la prueba de variación de cargas se obtienen las siguientes tablas de datos.

POTENCIA M. AUX. BR (kW)	POTENCIA M. AUX. BR (%)	CONSUMO CALCULADO M.AUX. BR (l/h)	POTENCIA M. AUX. ER (kW)	POTENCIA M. AUX. ER (%)	CONSUMO M.AUX. ER (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO M.AUX. ER (g/kWh)	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO TOTAL (l/h)
226,02	33,33	58,44	224,33	33,33	57,15	219,34	450,35	115,59
211,64	31,45	55,23	209,04	31,06	53,87	221,87	420,69	109,10
260,65	38,73	66,18	261,76	38,89	65,27	214,70	522,40	131,45
304,67	45,27	76,02	310,13	46,08	76,69	212,98	614,80	152,71
409,64	60,87	99,48	200,33	29,77	52,51	224,94	609,97	151,99
525,07	78,02	125,28	98,45	14,63	31,87	278,47	623,52	157,15
575,19	85,47	136,49	42,82	6,36	21,53	433,55	618,01	158,01
590,39	87,73	139,88	75,94	11,28	28,01	313,18	666,33	167,89
233,19	34,65	60,05	438,02	65,09	105,85	208,10	671,21	165,90
159,79	23,74	43,64	596,38	88,62	143,26	206,82	756,17	186,90



A continuación se presenta la curva de consumo del motor auxiliar de estribor en función de la potencia y se presentan las tablas de las emisiones registradas junto con los cálculos de masas de emisiones.



**REGISTRO GRÁFICO DE EMISIONES**

MOTOR AUX. BABOR							
POTENCIA	[kW]	576,43	522,81	419,00	305,10	254,41	162,37
POTENCIA	[%]	85,65	77,70	62,33	45,33	37,80	24,13
RÉGIMEN	[rpm]	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00
CONSUMO	[l/h]	136,76	124,78	101,68	76,12	64,79	44,22
CONSUMO	[kg/h]	117,75	107,43	87,55	65,54	55,78	38,07
SFC	[g/kWh]	204,28	205,49	208,71	214,81	219,27	234,48
NOx Dry	[ppm]	858,00	864,00	755,00	620,00	535,00	394,00
CO Dry	[ppm]	414,00	321,00	256,00	188,00	202,00	181,00
CO2 Dry	[%]	7,89	7,74	6,97	6,17	5,69	4,80
O2 Dry	[%]	10,71	10,94	11,71	12,69	13,49	14,74
SO2	[ppm]	19,00	17,00	18,00	16,00	17,00	9,00
GNOX	[kg/h]	4,22	3,96	3,13	2,18	1,73	1,03
GCO	[kg/h]	1,22	0,88	0,64	0,40	0,39	0,29
GCO2	[kg/h]	366,36	334,61	272,85	204,50	174,04	118,86
GO2	[kg/h]	361,58	343,88	332,97	305,81	300,02	265,39
GSO2	[kg/h]	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,03
eNOx	[g/kWh]	7,33	7,56	7,46	7,14	6,81	6,36
eCO	[g/kWh]	2,12	1,69	1,52	1,30	1,55	1,76
eCO2	[g/kWh]	635,56	640,03	650,55	670,26	684,11	732,04
eO2	[g/kWh]	627,27	657,76	794,68	1002,33	1179,27	1,63
eSO2	[g/kWh]	0,22	0,21	0,24	0,25	0,30	0,20
HOLLÍN	mg/m ³	50,13	59,12	59,49	50,22	51,99	42,02
OPACIDAD	FSN	2,00	2,20	2,21	2,00	2,04	1,81

MOTOR AUX. ESTRIBOR							
POTENCIA	[kW]	599,18	459,75	302,61	211,81	97,11	48,02
POTENCIA	[%]	89,04	68,31	44,96	31,47	15,46	7,14
RÉGIMEN	[rpm]	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00	1511,00
CONSUMO	[l/h]	144,19	110,45	74,99	55,26	31,80	22,45
CONSUMO	[kg/h]	124,15	95,10	64,57	47,58	27,38	19,33
SFC	[g/kWh]	207,20	206,85	213,37	224,63	281,95	402,53
NOx Dry	[ppm]	1002,00	952,00	616,00	527,00	340,00	225,00
CO Dry	[ppm]	316,00	270,00	146,00	173,00	197,00	204,00
CO2 Dry	[%]	8,38	7,64	5,73	5,21	3,82	2,80
O2 Dry	[%]	10,15	10,97	13,37	14,04	15,87	17,24
SO2	[ppm]	23,00	22,00	15,00	12,00	12,00	10,00
GNOX	[kg/h]	4,90	3,91	2,30	1,59	0,81	0,51
GCO	[kg/h]	0,93	0,67	0,33	0,31	0,28	0,28
GCO2	[kg/h]	386,76	296,39	201,63	148,54	85,49	60,40
GO2	[kg/h]	340,61	309,43	342,08	291,05	258,25	270,38
GSO2	[kg/h]	0,15	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03
eNOx	[g/kWh]	8,18	8,51	7,60	7,51	8,29	10,69
eCO	[g/kWh]	1,55	1,45	1,08	1,48	2,89	5,84
eCO2	[g/kWh]	645,48	644,67	666,30	701,29	880,37	1257,74
eO2	[g/kWh]	568,46	673,04	1130,42	1374,09	2659,31	5630,65
eSO2	[g/kWh]	0,26	0,27	0,25	0,24	0,40	0,65
HOLLÍN	mg/m ³	45,32	40,14	34,79	29,19	41,95	39,52
OPACIDAD	FSN	1,90	1,76	1,60	1,41	1,81	1,74



Las gráficas de las emisiones en función de la potencia se muestran a continuación:





Antes de la descarga en motor auxiliar de estribor se obtuvieron los siguientes datos para el cálculo de emisiones de NOx:

POTENCIA	[kW]	608,15	472,45	332,83	142,44	63,61
POTENCIA	[%]	90,36	70,20	49,45	21,16	9,45
RÉGIMEN	[rpm]	1511	1511	1511	1511	1511
CONSUMO	[l/h]	145,21	113,5	81,56	38,45	22,92
CONSUMO	[kg/h]	125,03	97,73	70,22	33,1	19,74
SFC	[g/kWh]	205,58	206,85	211	233,52	311,51
NOx Dry	[ppm]	1076	1036	797	499	305
CO Dry	[ppm]	332	299	186	163	185
CO2 Dry	[%]	8,19	7,63	6,69	4,55	3,05
O2 Dry	[%]	9,86	10,57	11,84	14,72	16,68
SO2	[ppm]	6	14	19	6	8
GNOX	[kg/h]	5,42	4,38	2,77	1,2	0,65
GCO	[kg/h]	1,01	0,76	0,39	0,24	0,24
GCO2	[kg/h]	389,4	304,46	219,1	103,4	61,69
GO2	[kg/h]	340,83	306,82	281,82	243,58	245,08
eNOx	[g/kWh]	8,91	9,27	8,31	8,45	10,29
eNOx not corrected	[g/kWh]	8,79	9,16	8,2	8,35	10,18
eCO	[g/kWh]	1,65	1,61	1,16	1,68	3,76
eCO2	[g/kWh]	640,29	644,44	658,34	729,42	973,68
eO2	[g/kWh]	560,45	649,45	846,81	1731,14	3876,71
eSO2	[g/kWh]	0,06	0,17	0,27	0,15	0,36



Con los datos anteriores se realiza el cálculo de la media ponderada de emisiones de NOx:

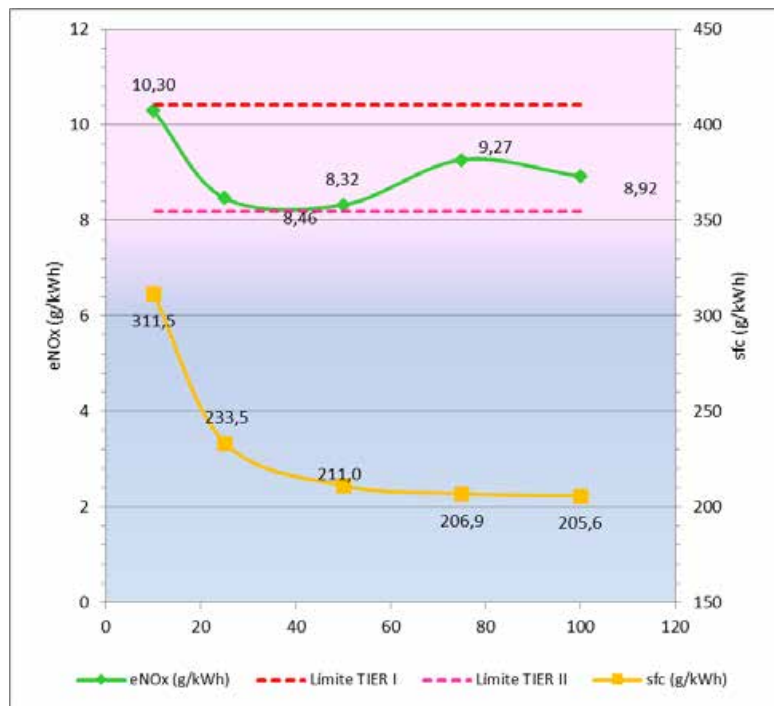
CICLO DE ENSAYO D2

Motores auxiliares de régimen constante

Régimen (%)	100	100	100	100	100
Potencia (%)	100	75	50	25	10
Factor pond.	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1

Régimen (rpm)	1511,0	1511,0	1511,0	1511,0	1511,0
Régimen (%)	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7
Potencia (kW)	608,2	472,5	332,8	142,4	63,6
Potencia (%)	90,4	70,2	49,5	21,2	9,5
sfc (g/kWh)	205,6	206,9	211,0	233,5	311,5
GFUEL (kg/h)	125,0	97,7	70,2	33,3	19,8
NOxd (ppm)	1076,0	1036,0	797,0	499,0	305,0
GNOx (g/h)	5423,6	4378,1	2768,8	1205,5	655,0
eNOx (g/kWh)	8,92	9,27	8,32	8,46	10,30

eNOx ponderada (g/kWh) 8,82





Con los datos de emisiones registrados en el motor auxiliar de babor se realiza el cálculo de emisiones de NOx.

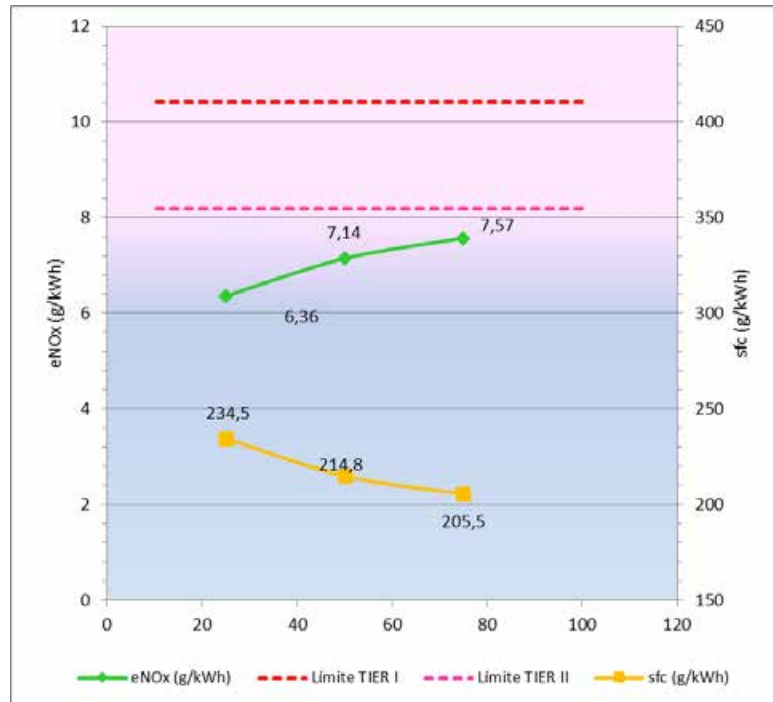
CICLO DE ENSAYO D2

Motores auxiliares de régimen constante

Régimen (%)	100	100	100	100	100
Potencia (%)	100	75	50	25	10
Factor pond.	0	0,29	0,35	0,35	

Régimen (rpm)	1511,0	1511,0	1511,0
Régimen (%)	100,7	100,7	100,7
Potencia (kW)	522,8	305,1	162,4
Potencia (%)	77,7	45,3	24,1
sfc (g/kWh)	205,5	214,8	234,5
GFUEL (kg/h)	107,4	65,5	38,1
NOxd (ppm)	864,0	620,0	394,0
GNOx (g/h)	3955,8	2179,6	1032,2
eNOx (g/kWh)	7,57	7,14	6,36

eNOx ponderada (g/kWh) 7,21





CONCLUSIONES

La distribución del porcentaje de carga de trabajo de los motores auxiliares muestra una tendencia similar aunque con diferencias entre los repartos de emisión de los motores, mientras el motor de estribor emite mayores cantidades de NOx que el de babor, emite menores cantidades de materia particulada que el motor de estribor.

La mayor formación del hollín se produce al combustionar en la cámara con menor cantidad de Oxígeno, el rendimiento del motor es menor en estas circunstancias y se genera menos NOx por el defecto de oxígeno en la mezcla obteniendo como resultante una combustión incompleta. En el motor de Babor se aprecia además que las concentraciones de CO y CO₂ son superiores a las de motor de Estribor, sobre todo en baja carga. Esto es indicativo de una peor combustión que favorece la producción de inquemados.

Vigo, (España), 25 Noviembre de 2.016

COTERENA

Comparativa de emisiones Motor Diesel vs Motor Gas.

	DIESEL		GAS	
rpm	1800	1500	1800	1500
Pme bar	11.26	12.3	11.26	12.3
CO2 g/m_n³	230	225	180	172
NOx mg/m_n³	2400	2800	500	500
Partículas mg/m_n³	50	65	20	20



**INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES
A LA ATMÓSFERA EN MOTOR GENERADOR, PROYECTO CORE,
PARA SUARDIAZ PUERTO DE TENERIFE**



INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA EN MOTOR GENERADOR, PROYECTO CORE, PARA SUARDIAZ PUERTO DE TENERIFE

INDICE

1. DATOS GENERALES.....	3
1.1 LABORATORIO DE ENSAYOS.....	3
1.2 PERSONAL QUE REALIZA LA CARACTERIZACIÓN.....	3
1.3 FECHA DE LA CARACTERIZACIÓN.....	4
1.4 CLIENTE.....	4
1.5 ÍTEM OBJETO DE LA CARACTERIZACIÓN.....	4
2. OBJETO Y ALCANCE.....	5
2.1 OBJETO.....	5
2.2 ALCANCE.....	5
3. DESARROLLO DE LA CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES.....	6
3.1 METODOLOGÍA.....	6
3.1.1 Sistemática.....	6
3.1.2 Condiciones operacionales durante el muestreo.....	6
3.1.3 Adecuación de focos emisores. Descripción del sitio de medición.....	7
3.1.4 Datos relativos a la comprobación de idoneidad del plano. Homogeneidad.....	10
3.2 MUESTREOS Y ENSAYOS DE APOYO.....	13
3.2.1 Métodos de muestreo.....	13
3.2.2 Equipos de muestreo.....	15
3.2.3 Métodos de ensayo en laboratorio fijo.....	16
4. RESULTADOS.....	17

ANEXO 1:	SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN
ANEXO 2:	DATOS AUXILIARES DE LOS MUESTREOS
ANEXO 3	RESULTADOS DEL LABORATORIO
ANEXO 4	DATOS EXTERNOS

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA EN MOTOR GENERADOR, PROYECTO CORE, PARA SUARDIAZ PUERTO DE TENERIFE

1. DATOS GENERALES

1.1 LABORATORIO DE ENSAYOS

Los datos generales del Laboratorio de Ensayos que realiza la caracterización de emisiones son los que se muestran en la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Datos generales

Nombre	INERCO Inspección y Control, S.A.
Dirección	Parque Científico Tecnológico Isla de La Cartuja, C/ Tomás Alba Edison, nº 2, 41092 Sevilla
Teléfono de contacto	954 468 116
Fax de contacto	954 461 329
Correo electrónico	info@inerco.com
Responsables	D. Juan Batanero Ortiz (Jefe Dpto.)
	D. Francisco Becerra Carrasco (Dtor. Tco. Área atmosfera)

El desarrollo de los trabajos se realiza por INERCO INSPECCIÓN Y CONTROL, S.A. como Laboratorio Ensayo acreditado por ENAC para este tipo de caracterizaciones de emisiones.

1.2 PERSONAL QUE REALIZA LA CARACTERIZACIÓN

El personal participante en la caracterización de emisiones a la atmósfera recogido en el presente documento es el indicado en la Tabla 2.

Tabla 2. Personal participante de INERCO Inspección y Control, S.A.

Función		Técnico
Actuaciones en campo		
Analistas	Responsable	David de Paz Rivero
	Auxiliar	Carlos Gerona Macías

1.3 FECHA DE LA CARACTERIZACIÓN

Tabla 3. Fecha de realización

Ítem	Fecha
Salida humos motor generador GNL	18 de noviembre de 2019

1.4 CLIENTE

El ensayo y el presente informe se han realizado a petición de SUARDIAZ, con domicilio social en la calle Ayala 6, C.P. 28001, Madrid.

1.5 ÍTEM OBJETO DE LA CARACTERIZACIÓN

En la siguiente tabla se muestran los datos básicos de la actividad e instalación general donde se encuadran los ítems caracterizados.

Tabla 4. Datos básicos de la actividad/instalación

Nombre	SUARDIAZ	
Domicilio planta	Terminal TCR Transmediterránea, s/n. Muelle de Ribera. Puerto de Santa Cruz de Tenerife (Tenerife)	
Coordenadas Geográficas UTM	x= 378.164; y= 3.150.448 (Huso 28)	
Actividad	Naviera	
Personas de contacto	Nombre	Rafael Rolo González
	Teléfono	610725832

2. OBJETO Y ALCANCE

2.1 OBJETO

Con la presente caracterización de emisiones canalizadas a la atmósfera realizada sobre un motor generador de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife (Tenerife), se da cumplimiento a la solicitud de SUARDIAZ.

Las mediciones se realizan con carácter interno para el cliente, quedando, por tanto, fuera del ámbito reglamentario de actuación de INERCO Inspección y Control.

2.2 ALCANCE

Los trabajos han consistido en la ejecución de una caracterización de emisiones en la salida de humos de un motor generador de GNL instalado en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, incluyendo la toma de muestras, determinaciones analíticas, elaboración y edición del presente informe de resultados.

Con todo ello, el alcance del control llevado a cabo (foco, condiciones de operación y parámetros) es el que se indica en la Tabla 5.

Tabla 5. Alcance previsto

Plan de control			
Foco	Nº muestreos	Duración muestreos	Parámetros
Salida humos motor generador GNL	3	60 min.	NO _x , CO, SO ₂ , COT, CH ₄ , Partículas y Opacidad Bacharach.

A parte de los parámetros de la tabla anterior, se establece la medida de los siguientes parámetros auxiliares: oxígeno, caudal, temperatura, velocidad, humedad y CO₂.

Por otro lado, y como alcance adicional a la caracterización de las emisiones a la atmósfera del motor generador de GNL, y fuera del alcance de acreditación, INERCO Inspección y Control ha llevado a cabo la verificación de las posibles emisiones fugitivas de metano tanto en el sistema de almacenamiento del combustible como en los dispositivos de alimentación de gas al motor generador (*).

3. DESARROLLO DE LA CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 Sistemática

Atendiendo a los criterios indicados en un apartado anterior, se definió y ejecutó el plan de muestreo indicado en la Tabla 6.

Tabla 6. Plan de muestreo

Plan de muestreo			
Foco	Salida humos grupo generador GNL		
Fechas	18 de noviembre de 2019		
Horario y nº Muestreos	10:30 – 11:25	11:35 – 12:30	12:40 – 13:35
Técnicos	Responsable	David de Paz Rivero	
	Auxiliar	Carlos Gerona Macías	
Parámetros			
Parámetros	NO _x , CO, SO ₂ , COT, CH ₄ , Partículas ⁽¹⁾ y Opacidad Bacharach		
Auxiliares ⁽²⁾	O ₂ , CO ₂ , Presión, Temperatura, Humedad, Velocidad y Caudal.		
NOTAS:			
1. Ante las bajas emisiones previstas, se opta por realizar un único muestreo de larga duración con el objetivo de aumentar las probabilidades de cuantificación del parámetro.			
2. Parámetros auxiliares determinados en cada muestreo realizado.			

Como se observa en la Tabla 6, el plan de muestreo ejecutado se ajusta adecuadamente al plan establecido (ver Tabla 5).

3.1.2 Condiciones operacionales durante el muestreo

Informar que, según lo indicado por el personal de la instalación, las condiciones operativas del proceso de producción de energía del foco a caracterizar se consideran normales y representativas (funcionamiento) del proceso habitual y quedan reflejadas en la siguiente tabla.

Tabla 7. Nivel de actividad ⁽¹⁾

Fecha	Instalación	Variable representativa	Horario muestreo	Valor medio periodo (kW)
18/11/19	Motor generador GNL	Potencia activa (KW)	10:30 – 11:25	599,7
			11:35 – 12:30	559,3
			12:40 – 13:35	606,3
NOTAS:				
1. Datos facilitados por la instalación mediante correo electrónico (ver Anexo 4).				

Se concluye que las condiciones de funcionamiento del proceso de generación de energía por parte del motor generador de GNL durante la campaña de caracterización de emisiones son condiciones normales y habituales y, por tanto, los resultados obtenidos a partir del plan de muestreo desarrollado son representativos de la actividad normal del proceso.

3.1.3 Adecuación de focos emisores. Descripción del sitio de medición

Tal y como se requiere en el punto 1 del artículo 7. "Requisitos relativos a los procedimientos de control" del Real Decreto 100/2011, las mediciones de las emisiones se realizarán de acuerdo a la norma UNE EN 15259:2008, en la cual se especifican los principios genéricos que pueden aplicarse para realizar mediciones de emisión en diferentes tipos de plantas y cumplir los diferentes objetivos de medición y los procedimientos para tomar muestras representativas en conductos de gas residual.

La norma UNE-EN 15259:2008 (Requerimientos de las secciones y sitios de medición y para el objetivo, plan e informe de medición) establece entre sus contenidos, unas especificaciones técnicas que subdividiremos como:

- Datos referentes al lugar de muestreo
- Datos relativos a la comprobación de homogeneidad de flujo.

Los criterios técnicos dados por la norma UNE-EN 15259:2008 a verificar para los lugares de muestreo se recogen en la Tabla siguiente.

Tabla 8. Datos de la geometría del Foco

Condición / Aspectos generales	Descripción	Observaciones
Sección de medición		
Altura del punto de emisión (m)	2,0	Salida lateral grupo generador
Sección	Circular	---
Disposición	Horizontal	---
Forma y área transversal constante	Sí	---
Sección identificada y etiquetada	No	Fácilmente identificable
Planos de medición ⁽¹⁾		
Diámetro de sección en plano de medición (m)	0,35	---
Cota del plano de medición (m)	2,0	---
Distancia desde sección de muestreo a perturbación anterior (m)	0,5	L1 = ~1,4 Deq
Distancia desde sección de muestreo a perturbación posterior (m)	0,5	L2 = ~1,4 Deq
Puertos de medición		
Nº Puertos de medición existentes	2	Ver figura 1
Nº Puertos de medición habilitados para el muestreo	2	Ver figura 1
Diámetro interno de los puertos de medición (mm)	50	Brida de acople para pruebas
Carrete de los puertos de medición (mm)	50	---
Tapas de sellado de los puertos de medición	Si	---
Puertos de medición dotados de Pletinas y Gancho ⁽²⁾	Sí	---
Área de trabajo y plataforma de trabajo		
Tipo de plataforma de trabajo	Permanente	Suelo de la terminal
Capacidad de soporte de carga (kg)	>250kg	Adecuada
Posición y espacio de trabajo	Adecuada	Área suficientemente despejada
Superficie útil de la plataforma de medida (m ²)	Adecuada	Suelo de la terminal
Distancia de los Puertos de medición a la plataforma de medida (m)	~2,0	Uso de escalera auxiliar
Sitio de medición		
Disponibilidad de tomas de corriente eléctrica en plataforma de trabajo	Sí	---
Acceso fácil y seguro al sitio de medición	Sí	Suelo de la terminal
Medios de transporte (p.e. grúa, ascensor...) de equipos	N/A	---
Sitio de medición seguro	Sí	---
Ubicación de plataforma de muestreo en intemperie o interior	Exterior	---
Tipo de iluminación en plataforma de muestreo	Natural	---
Otros requisitos		
Plataforma con barandilla y rodapiés	N/A	---
Restricciones a la Entrada de Vehículos	Sí	Carga y Descarga
Restricción de uso de aparatos generadores de campos electromagnéticos	No	---
NOTAS:		
1.- Información verificada in situ por el personal de INERCO Inspección y Control.		
2.- Criterio no evaluados explícitamente por la norma UNE-EN 15259:2008.		

En el siguiente esquema se puede observar la geometría del plano de medición para los ensayos de caracterización y la disposición relativa de las tomas de muestra existentes en la sección.

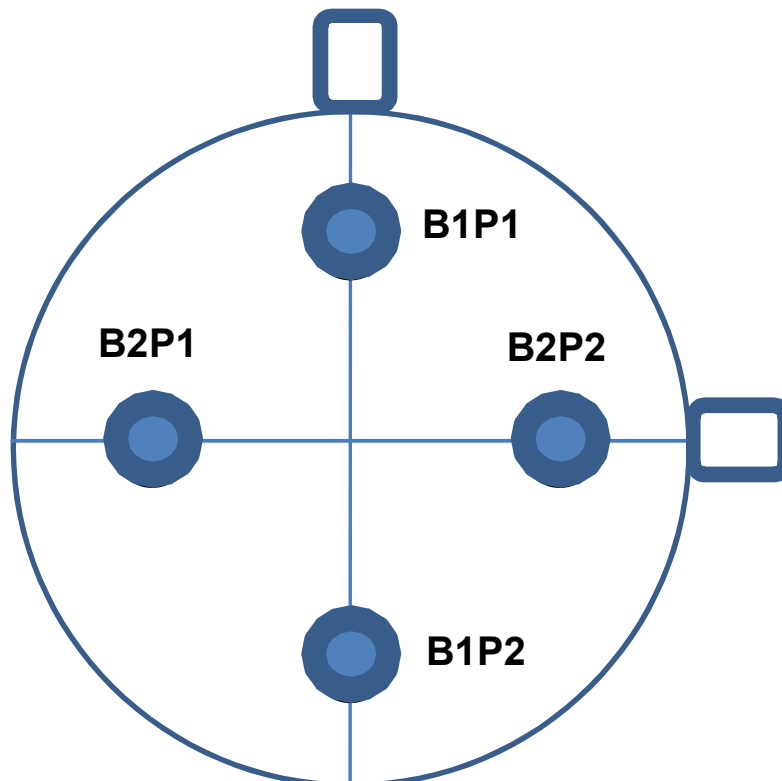


Figura 1. Disposición de bocas de muestreos

Tras lo indicado en la Tabla anterior se concluye que la sección y lugar de muestreo, posibilitan la realización de los ensayos de forma segura aunque las distancias aguas arriba y aguas debajo de la toma de muestras no cumple los requisitos de la Norma (>5 diámetros equivalentes).

Para las pruebas de caracterización, se realizó una brida de acople que, conectada entre el grupo generador y brida de salida original, posibilitaba la medida, al disponer ésta de dos bocas soldadas de 2 pulgadas (aproximadamente 50 mm). Dichas bocas, aunque más pequeñas que las recomendadas (100 mm.) permiten la perfecta toma de muestras.

3.1.4 Datos relativos a la comprobación de idoneidad del plano. Homogeneidad.

Tal y como indica la norma UNE-EN 15259:2008, los requisitos exigibles al lugar de muestreo no aseguran por si solo que la composición y parámetros físicos del gas residual en el plano de muestreo, estén desarrollados y cumplan requisitos mínimos al respecto. También, para la realización de medidas se debe establecer una estrategia de muestreo fundamentada en los resultados obtenidos en pruebas de homogeneidad.

En el plano de medidas, el flujo de gas debe ser estable y ordenado, sin turbulencias ni reflujos. Debe poder determinarse, con seguridad y representatividad, la velocidad y la concentración de los mensurandos en el gas emitido.

La sistemática UNE 15259 indica que en la sección y plano de muestreo (idoneidad del plano) de un foco se debe cumplir que:

- La desviación del ángulo de flujo de gas respecto al eje del conducto debe ser inferior a 13,5° (15 ° en el caso de la norma) para los pitot tipo S (elemento de medida utilizado en este control).
- No debe existir flujo negativo en ningún punto del plano de muestreo.
- La velocidad mínima que se obtenga en los ensayos debe ser superior al límite de detección del método de medida (para el caso de tubos pitot, una presión diferencial superior a 5 Pa).
- La relación entre velocidad máxima y mínima detectada debe ser inferior a 3:1.

Durante este ensayo se han obtenido resultados que confirman la idoneidad del plano disponible para realizar muestreos representativos, dado que en los puntos a muestrear se cumplen los requisitos anteriormente indicados.

Para definir la estrategia de muestreo para los diferentes parámetros a controlar o caracterizar se aplica la metodología fijada en el punto 8.3 de la sistemática 15269, donde el gas residual se asume que es homogéneo para un mensurando individual si el valor real varía solo en el tiempo, pero no en el plano de medición.

Para ello ha de realizarse una determinación preliminar del mensurando considerado (o algún parámetro sustitutivo adecuado) con dos sistemas en paralelo y simultáneos en la sección de medida¹; uno de ellos aplicando una medición en rejilla y el otro aplicando una medición en un punto fijo.

¹ La sistemática propuesta en este apartado de la norma posibilita la alternativa de utilizar un solo sistema de medición, realizando en primer lugar la homogeneidad de distribución espacial con medición en rejilla y a continuación la variación del mensurando con el tiempo en un punto fijo.

La sistemática propuesta en este apartado de la norma posibilita la alternativa de utilizar un solo sistema de medición, realizando en primer lugar la homogeneidad de distribución espacial con medición en rejilla y a continuación la variación del mensurando con el tiempo en un punto fijo¹.

El procedimiento establecido en el punto 8.3 de la norma UNE-EN 15259:2008 valora la desviación típica de la distribución espacial de las concentraciones del mensurando (S_{grid}) teniendo en consideración la desviación típica de la distribución temporal del mismo mensurando medida en el punto fijo (S_{ref}), de manera que si $S_{grid} \leq S_{ref}$, el flujo es homogéneo² y el muestreo puede realizarse en cualquier punto del plano.

En caso contrario, el flujo es no homogéneo, pero si la incertidumbre expandida de la posición en la sección transversal ($U_{pos.}$) es inferior o igual al 50% de la incertidumbre expandida permisible ($U_{perm.}$), entonces es posible restringir la medición a un punto representativo del plano de medición. Si no, el muestreo del mensurando correspondiente debe hacerse en rejilla.

Igualmente, todo muestreo que incluya una fase particulada o presencia de gotas de agua/ácido en el gas, debe llevarse a cabo mediante medición isocinética en rejilla.

Por lo indicado, estas comprobaciones previas (homogeneidad del flujo), se han llevado a cabo mediante las determinaciones de velocidad, temperatura y oxígeno (como parámetro sustitutivo) conforme a los métodos indicados en la Tabla 10, empleándose los equipos correspondientes referenciados en la Tabla 11.

En la siguiente Tabla se exponen los datos obtenidos y los cálculos realizados según el procedimiento descrito anteriormente para el objeto de ensayo.

-
- 1 Este esquema, que ha sido el esquema seguido por INERCO Inspección y Control, S.A. en este caso, solo es válido en el caso de homogeneidad demostrada, circunstancia que se constata en el presente control.
 - 2 En el caso de $s_{grid} > s_{ref}$, se realiza la comparativa entre $F = s_{grid}^2 / s_{ref}^2$ y FN-1;N-1;0,95 antes de desestimar la homogeneidad

Tabla 9. Resultados ensayo homogeneidad

Datos para el cálculo Desviación típica en el espacio							Datos para el cálculo Desviación típica en el tiempo						
Hora	L	P	Dist	Velo.	Temp.	O ₂	Hora	L	P	Dist	Velo.	Temp.	O ₂
hh:mm			(cm)	(m/s)	(°C)	(%vol., b.s.)	hh:mm			(cm)	(m/s)	(°C)	(%vol., b.s.)
10:00	1	1	5,3	27,0	435	8,4	10:12	1	1	5,3	26,5	435	8,3
10:03	1	2	30,9	26,4	430	8,3	10:14				27,1	440	8,4
10:06	2	1	5,3	27,0	435	8,4	10:16				26,5	438	8,3
10:09	2	2	30,9	27,0	438	8,3	10:18				27,0	435	8,3
Numero de valores				4	S_{grid}	0,06	Numero de valores				4	S_{ref}	0,05
Valoración													
Parámetro							Oxígeno						
Valoración desviación espacial – temporal (S_{grid} ≤ S_{ref})							Valorar F						
F							1,33						
F_{N-1;N-1;0,95}							9,28						
Flujo homogéneo si F < F_{N-1;N-1;0,95}							Homogéneo						

En la Tabla anterior se concluye que en el foco la distribución del flujo volumétrico del mensurando sustitutivo considerado es homogénea en el plano de muestreo, habilitando el muestreo de los parámetros gaseosos en cualquier punto del mismo, teniendo en cuenta además la no presencia de gotas de agua (temperaturas superiores a 400 °C y una humedad de alrededor del 12% vol.). Esta propia temperatura de emisión garantiza también la inexistencia de posibles gotas ácidas.

3.2 MUESTREOS Y ENSAYOS DE APOYO

3.2.1 Métodos de muestreo

Los métodos de toma de muestra y de ensayos de campo empleados por INERCO Inspección y Control, S.A. son los indicados en la Tabla 10.

Tabla 10. Métodos de toma de muestras manuales

Parámetro ⁽²⁾	Norma / Procedimiento	Técnica	Acreditado	
			Si	No
Muestreos Manuales				
Partículas	UNE-EN 13284-1:2018	Muestreo isocinético y captación en filtro plano de cuarzo de 47 mm ubicado en cabeza	X ⁽¹⁾	
SO ₂	UNE-EN 14791:2017	Muestreo isocinético en rejilla y absorción en peróxido de hidrógeno tras filtración	X ⁽¹⁾	
Ensayos de campo				
Velocidad y caudal	UNE EN ISO 16911-1:2013	Diferencia de Presión, temperatura y densidad	X ⁽¹⁾	
Vapor de agua	UNE-EN14790:2017	Ganancia Peso	X ⁽¹⁾	
O ₂	IN-PE-67 Basado en EPA 3A	Electrometría	X ⁽¹⁾	
CO ₂	IN-PE-67 Basado en EPA 3A	Espectrometría Infrarroja No Dispersiva	X ⁽¹⁾	
CO	IN-PE-67 Basado en CTM 34	Espectrometría Infrarroja No Dispersiva	X ⁽¹⁾	
NO _x	IN-PE-67 Basado en EPA 7E	Electrometría	X ⁽¹⁾	
SO ₂	IN-PE-67 Basado en EPA 6C	Electrometría	X ⁽¹⁾	
Opacidad	IN-PE-77 Basado en ASTM D2156-09	Determinación visual de opacidad mediante escala Bacharach	X ⁽¹⁾	
COT	UNE EN 12619:2013	Detector de ionización de llama (FID)	X ⁽¹⁾	
Emisiones fugitivas (CH ₄)	EPA 21	LDAR Híbrido		X
NOTAS:				
1. Norma o procedimiento incluido en el alcance de acreditación como laboratorio de ensayos de emisiones atmosféricas de fuentes estacionarias (344/LE774).				
2. La medida de los parámetros auxiliares de Temperatura y Presión es implícita a la determinación de velocidad según UNE 16911-1:2013.				

Conforme a las normas de aplicación, los muestreos fueron realizados según las estrategias de muestreo que se desarrollan a continuación.

La metodología de muestreo de partículas consiste en una aspiración isocinética con la que se extrae una muestra del gas emitido a la misma velocidad de emisión de la chimenea filtrando las partículas que pueda contener en un filtro de cuarzo colocado en cabeza (justo detrás de la boquilla de filtración y dentro del conducto y, por tanto, acondicionado a la temperatura de emisión), enfriando el gas en una unidad de refrigeración para valorar la humedad y midiendo el volumen muestreado con un contador de gas seco, que cuenta con un sensor de temperatura, y un sensor de presión absoluta.

El tren de muestreo empleado para la determinación de SO₂ se ha basado en la captación isocinética descrita anteriormente, haciendo pasar el gas extraído a través de tres absorbedores (borboteadores) en serie. Los dos primeros absorbedores contienen 80 ml de la solución captadora (en función de la concentración esperada) de concentración 0,3% H₂O₂, el tercero vacío y el cuarto contiene sílice gel para eliminación de humedad. La eficiencia de absorción de los absorbedores se indica en las verificaciones informadas en la Tabla A2.2, la cual ha resultado no valorable ante los niveles obtenidos, inferiores al Límite Inferior de Cuantificación.

La aspiración se realiza a un caudal máximo de 14 l/min normales, empleándose un medidor de volumen de gas seco con dispositivo de medición de temperatura.

La toma de muestra de los parámetros ensayados in situ (COT (Metano + No metanoicos), NO_x, CO, CO₂ y O₂) se efectuó en un solo punto del plano de muestreo dada la homogeneidad contrastada del flujo. La medición de los parámetros auxiliares de temperatura y presión es implícita a la determinación de velocidad según UNE 16911-1:2013 y/o de partículas según UNE-EN 12384-1:2018.

3.2.2 Equipos de muestreo

Los equipos de toma de muestra y de ensayos de campo empleados en el desarrollo de este control, son los indicados en las Tabla 11.

Tabla 11. Equipos empleados para la toma de muestras

Equipo				Calibración	
Tipo	Marca	Modelo	Ref. int.	Fecha Inicio	Fecha Final
Analizador de gases	TESTO	350XL	AA-16	09/01/19	09/01/20
Unidad de Control	TCR TECORA	BRAVO BASIC	BO-06	---- (2)	---- (2)
Tubo pitot	ROSEX	2 m	SI-12	14/01/19	14/01/20
Contador de gas	ITRON	Gallus G4	CG-94	03/01/19	03/01/20
Manómetro diferencial	MRU	MFPLUS	MPD-09	11/01/19	11/01/20
Barómetro ambiental	MRU	MFPLUS	SPA-09	03/09/18	03/09/23
Termopar contador	TCR	---	TD-69	03/01/19	03/01/20
Termopar chimenea	MRU	Typ K Mini	TD-72	21/01/19	21/01/20
Juego Boquillas	TECORA	AC99-105-0016-KP	JB-10	24/07/19	24/01/20
Balanza	KERN	FCB 3K0,1	BA-29	08/01/19	08/01/20
Medidor laser	BOSCH	Professional GLM 30	ML-02	28/08/19	28/08/20
Ionizador de llama	NIRA	Mercury	FID-03	09/01/19	09/01/20
Cuantificador emisiones fugitivas	SENSIT	HXG-3	A26868	01/07/2019	01/07/2019
NOTAS:					
1. Los registros de calibración de los instrumentos utilizados se encuentran a disposición del Cliente en el caso de que así lo solicite.					
2. Sujeto a calibración cada uno de los contadores, manómetros y termopares que forman parte de la unidad.					

Los registros de verificación/calibración de los instrumentos utilizados se encuentran en el archivo de INERCO Inspección y Control, S.A. para su consulta y/o remisión, si se requieren.

3.2.3 Métodos de ensayo en laboratorio fijo

Los ensayos en laboratorio fijo de las muestras tomadas fueron desarrollados por los laboratorios indicados en la Tabla siguiente conforme a las normas y técnicas indicadas en la misma.

Tabla 12. Métodos de ensayos en laboratorio fijo

Parámetro	Norma / Procedimiento	Técnica	Laboratorio análisis	Acreditado	
				Si	No
Partículas	UNE-EN 13284-1:2018	Gravimetría	INERCO Inspección y Control, S.A.	X ⁽¹⁾	
SO ₂	UNE-EN 14791:2017	Tit. Volumétrica		X ⁽¹⁾	

NOTAS:

1. Norma o procedimiento incluido en el alcance de acreditación por ENAC de INERCO Inspección y Control, S.A., número 344/LE774, como laboratorio de ensayo para soporte de muestreos de emisiones atmosféricas.

Los correspondientes informes de ensayos en laboratorio fijo se encuentran en el archivo de INERCO Inspección y Control, S.A. para su consulta y/o remisión, si se requieren.

4. RESULTADOS

En la siguiente Tabla se recogen los resultados obtenidos en las medidas realizadas durante la jornada de caracterización de emisiones del foco evaluado.

Respecto a los resultados informados se realizan las siguientes observaciones:

- Para los parámetros cuyo resultado final es la suma de dos fases, partes, fracciones o compuestos, la sistemática utilizada para obtener los resultados de las Tablas es la siguiente:
 - Los valores que se expresan como “menor que” son aquellos que no se han cuantificado en ninguna de las fases, fracciones o compuestos.
 - Los parámetros que se cuantifican en una fase, fracción o compuesto, pero no en la otra, se muestran con un valor correspondiente a la suma de la fase cuantificada más la mitad del LIC de la fase no cuantificada (como valor más probable).
 - Los parámetros que son cuantificados en ambas fases, fracciones o compuestos se corresponden con la suma directa cuantificada.
- Para valores informados como inferiores a su Límite Inferior de Cuantificación (<LIC), no se indica incertidumbre asociada a la medida.

Para los parámetros cuantificados, informados bajo acreditación, se incluye la Incertidumbre con factor de cobertura $K = 2$.

Por último, y tal y como se ha indicado con anterioridad, adicionalmente a la caracterización de las emisiones a la atmósfera del motor generador de GNL, y fuera del alcance de acreditación, INERCO Inspección y Control ha llevado a cabo la verificación de las posibles emisiones fugitivas de metano tanto en el sistema de almacenamiento del combustible como en los dispositivos de alimentación de gas al motor generador. Durante dicha verificación no se ha registrado fuga alguna en ninguno de los elementos (bridas, válvulas o conectores) revisados (*).

Tabla 13. Resultados

RESULTADOS					
Parámetro	Muestras			Unidades	
Fecha	18/11/2019			dd/mm/aa	
Hora Inicio	10:30	11:35	12:40	hh:mm	
Hora Fin	11:25	12:30	13:35	hh:mm	
Duración	00:55	00:55	00:55	hh:mm	
Sección Chimenea	0,096 ± 0,001			m ²	
Parámetros auxiliares					
O ₂	8,2 ± 0,3	8,2 ± 0,3	8,3 ± 0,3	% vol., b.s.	
	621	653	614	g/kWh	
CO ₂	7,1 ± 0,3	7,0 ± 0,3	7,1 ± 0,3	% vol., b.s. O ₂ med.	
	731	771	721	g/kWh	
Humedad	12,2 ± 0,3	12,1 ± 0,3	12,2 ± 0,3	% vol., O ₂ med.	
Peso molecular húmedo	28,1 ± 0,01	28,1 ± 0,01	28,1 ± 0,01	g/mol, b.h.	
Temperatura chimenea	433,8 ± 0,8	435,6 ± 0,8	441,4 ± 0,8	°C	
Presión en chimenea	102,15 ± 0,05	102,06 ± 0,05	101,99 ± 0,05	kPa	
Velocidad	26,8 ± 1,4	26,7 ± 1,4	27,1 ± 1,4	m/s	
Caudal	Actual	9.245	9.188	9.345	m ³ /h, b.h., O ₂ med.
	Húmedo	3.601	3.567	3.596	Nm ³ /h, b.h., O ₂ med.
	Seco	3.161 ± 160	3.133 ± 166	3.157 ± 160	Nm ³ /h, b.s., O ₂ med.
Isocinetismo	110,0	106,0	104,0	%	
Parámetros manuales caracterizados					
Partículas ⁽¹⁾	<1,06			mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	<0,0033			kg/h	
SO ₂ ⁽²⁾	<1,54	<1,82	<1,82	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	<0,005	<0,006	<0,006	kg/h	
	<0,01	<0,01	<0,01	g/kWh	
Parámetros in situ caracterizados					
CO	562 ± 22	551 ± 21	535 ± 21	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	1,78 ± 0,11	1,73 ± 0,11	1,69 ± 0,11	kg/h	
	3,0	3,1	2,8	g/kWh	
NO _x (Como NO ₂)	319 ± 16	316 ± 16	312 ± 16	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	1,01 ± 0,07	0,99 ± 0,07	0,99 ± 0,07	kg/h	
	1,7	1,8	1,6	g/kWh	
SO ₂ ⁽³⁾	<15	<15	<15	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	<0,047	<0,047	<0,047	kg/h	
	<0,08	<0,08	<0,08	g/kWh	
COT (Compuestos Orgánicos Totales)	0,58 ± 0,01	0,59 ± 0,01	0,57 ± 0,01	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	0,0018 ± 0,0001	0,0018 ± 0,0001	0,0018 ± 0,0001	kg/h	
	0,003	0,003	0,003	g/kWh	
CH ₄	<0,5	<0,5	<0,5	mg/Nm ³ , b.s., O ₂ med.	
	<0,0016	<0,0016	<0,0016	kg/h	
	<0,003	<0,003	<0,003	g/kWh	
Opacidad Bacharach	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	Ud. Escala Bacharach	

NOTAS:

1. Muestreo de partículas realizado durante todo el periodo de muestreo.
2. Muestreo de SO₂ conforme a UNE-EN 14791:2017.
3. Muestreo de SO₂ mediante muestreo in situ con analizador automático de célula electroquímica.

Sevilla, 5 de diciembre de 2019

Fdo.: David de Paz Rivero
Técnico Analista
INERCO Inspección y Control, S.A.

Fdo.: Francisco Becerra Carrasco
Dtor. Tco. Lab. de ensayos de campo
INERCO Inspección y Control, S.A.

Fdo.: Juan Batanero Ortiz
Jefe de Dpto. de INERCO
INERCO Inspección y Control, S.A.

El presente informe de control no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización previa de INERCO Inspección y Control S.A., y/o SUARDIAZ.

ANEXO 1

SITUACION DE LA INSTALACION

(Este Anexo contiene 1 página)



Figura 1. Situación de la localización del foco

ANEXO 2

DATOS ADICIONALES DE LOS MUESTREOS

(Este Anexo contiene 2 páginas)

Tabla A2.1. Datos adicionales de los muestreos de Gases

DATOS RELATIVOS A LA GARANTÍA DE CALIDAD							
Patrones utilizados							
Botella	Valor	Nº Botella	Certificado	Fabricación	Caducidad	Resto	
N ₂	99,999 % vol.	--	N ₂ premier	--	--	N ₂	
NO	302,0 ± 3,0 ppm	9137	D-K-14146-01-00	01/01/2018	36 meses	N ₂	
CO	98,1 ± 1,0 ppm						
SO ₂	200,0 ± 2,0 ppm						
COT	9,95 ± 0,1 ppm	D647774	5946/2019	29/10/2019	36 meses	N ₂	
O ₂	10,04 ± 0,10 % vol.	305476	5732-2019	22/07/2019	24 meses	N ₂	
Verificaciones							
Fecha	Parámetro	O ₂ (%vol.)			CO (ppm)		
		Esperado	Obtenido	Criterio	Esperado	Obtenido	Criterio
18/11/19	Cero inicial	0,0	0,02	≤0,2% vol.	0,0	0,3	≤2,0 ppm
	Span inicial	10,04	10,06		98,1	98,0	
	Cero Final	0,0	0,05		0,0	1,0	
	Span Final	10,04	10,11		98,1	99,0	
	Parámetro	NO (ppm)			COT (mgC/Nm ³)		
		Esperado	Obtenido	Criterio	Esperado	Obtenido	Criterio
	Cero inicial	0,0	0,3	≤ 6,0 ppm	0,0	0,02	≤ 0,3 mgC/Nm ³
	Span inicial	302,0	301,0		16,0	16,06	
	Cero Final	0,0	-0,2		0,0	0,03	
	Span Final	302,0	303,0		16,0	16,02	

Tabla A2.2. Datos adicionales de los muestreos manuales de SO₂

DETALLES RELATIVOS A LA CONCENTRACIÓN MÁSCICA						DETALLES RELATIVOS A LA GARANTÍA DE CALIDAD			
Código Muestra	Volumen muestreado	Conc. en disolución	Volumen Disolución	Conc.	Incert.	Ensayo de fuga		Blanco Total	Eficien. Absorc.
	Nm ³ , b.s.	mg/l	ml	mg/Nm ³ , b.s. O ₂ med.		Inicial	Final	mg/Nm ³ , b.s. O ₂ med.	% rel.
M1	0,651	<5	200	<1,54	0,10	0%	0%	<1,32	No valorable
M2 ⁽²⁾	0,623	<5	132	<1,06	0,07	0%	0%	<1,38	
		<5	94	<0,75	0,05				
M3	0,616	<5	224	<1,82	0,12	0%	0%	<1,40	

NOTAS:

1. Porcentaje relativo al caudal de aspiración durante el muestreo.
2. Muestreo seleccionado para prueba de eficiencia.

Tabla A2.3. Datos adicionales de los muestreos de Partículas

DETALLES RELATIVOS A CONCENTRACIÓN MÁSCICA						DETALLES RELATIVOS A LA GARANTÍA DE CALIDAD			
Código Muestreo	Volumen muestreado	Masa en filtro	Masa en lavado	Concen t.	Incert.	Ensayo de fuga ⁽¹⁾		Blanco Total	Isocinetismo
	Nm ³ , b.s.	mg		mg/Nm ³ , b.s. O ₂ med.		Inicial	Final	mg/Nm ³ , b.s. O ₂ med.	% rel.
M1	1,890	< 0,5	< 1,5	<1,06	0,11	0%	0%	<1,06	103,7

NOTAS:

1. Porcentaje relativo al caudal de aspiración durante el muestreo

ANEXO 3

RESULTADOS DEL LABORATORIO

(Este Anexo contiene 4 páginas)

FORMATO SC3081-REV 11

HOJA DE ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO

LABORATORIO:	INERCO IC	Nº REGISTRO:	040/11/19
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	RESIDUO	GAS CAPTADO
	AGUA	FILTRO	LAVADO
		x	x
OFERTA:	IC/SA-19/0368	PUNTO CONTROL:	FOCO 1

LAB.	DATOS DE LAS MUESTRAS		
	REFERENCIA	PARAMETRO	METODO
E-0368/19-1	PART- 10/11/19 1 QPT-19/0776	PARTICULAS	UNE-EN 13254-1:2010
E-0368/19-2	PART- 10/11/19 1 AD/19	PARTICULAS	UNE-EN 13254-1:2010
E-0368/19-3	PART- 10/11/19 B QPT-19/0210	PARTICULAS	UNE-EN 13254-1:2010
E-0368/19-4	PART- 10/11/19 B AD/19	PARTICULAS	UNE-EN 13254-1:2010

ENSAYOS ACREDITADOS SEGÚN UNE-EN ISO/IEC 17025: SI: NO:

TEMPERATURA ACONDICIONAMIENTO: Tº:

OBSERVACIONES:	Vº Bº Analista:
	Carlos Gerona Maclas (Firma y fecha) 21/11/19
	Entregado por:
	José Mº Zandleta García (Firma y fecha) 21/11/19
ESTADO DE LAS MUESTRAS A LA RECEPCIÓN:	ENTRADA EN EL LABORATORIO:
ACEPTABLE	Rocío Gómez Rico (Firma y fecha) 21/11/19

- Solicitamos, remitir los valores de incertidumbre asociada a los resultados de los ensayos realizados y hagan referencia en el informe de ensayo al número de registro de la hoja de entrega de muestras (parte superior derecha)
- En caso de que las líneas de nivel marcadas en los envases no coincidan con el nivel de líquido en los mismos o que los precintos estén deteriorados, rogamos se pongan en contacto con Inspección y Control antes de realizar los ensayos.

FORMATO PE118/02 rev-07



Sistema de Garantía de Calidad

**HOJA DE RESULTADOS DE LABORATORIO
DETERMINACION DE PARTICULAS
UNE - EN 13284-1:2018
METODO GRAVIMETRICO**

OFERTA	IC/SA-19/0368
F. ANALISIS	10-dic-19
Tº AMBIENTE	46,6 °C
%H AMBIENTE	21,9 %

Nº Ref. balanza	BB-02
Nº hoja calibración balanza	CAL-BB-02-001/19
Incert. asociada filtro (mg)	0.09
Incert. asociada lavado (mg)	0.20

TEMPERATURA ACONDICIONAMIENTO	
PREPESADA	PESADA FINAL
180 °C	160 °C

PARTES CONTROL		
Referencia	masa Prepesada (mg/g)	masa Pesada Final (mg/g)
FC-QPT/02	153,44	153,35
FC-QPT/02	153,59	153,35
CC-PT/01	22,50235	22,50247

DATOS

REFERENCIA MUESTRA	FILTROS Y SOLUCIONES DE LAVADO								
	PREPESADA		PESADA FINAL				RESULTADO		
	Referencia	Tara (m) (mg/g)	Extrapolación a tiempo cero (m) (mg/g)				m _f -m _i (mg)	Masa part. m (mg)	Incert. (mg)
			1	2	3	0			
E-0366/19-1	QPT-19/0776	140,30	140,41	140,41	140,41	140,41	0,11	< 0,5	---
E-0366/19-2	PT-19/0537	16,95266	16,95266	16,95291	16,95291	16,95267	0,21	< 1,5	---
E-0366/19-3	QPT-19/0210	145,34	145,39	145,38	145,38	145,39	0,05	< 0,5	---
E-0366/19-4	PT-19/0536	20,83971	20,83999	20,83997	20,83997	20,84000	0,29	< 1,5	---

OBSERVACIONES				
<table border="1"> <tr> <td>REALIZADO POR</td> <td>RGR</td> </tr> <tr> <td>COMPROBADO POR</td> <td>CMC</td> </tr> </table>	REALIZADO POR	RGR	COMPROBADO POR	CMC
REALIZADO POR	RGR			
COMPROBADO POR	CMC			

FORMATO SC30/01-rev 11

HOJA DE ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO

LABORATORIO:	INERCO IC	Nº REGISTRO:	041/11/19
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	RESIDUO	GAS CAPTADO X
	AGUA	FILTRO	LAVADO
OFERTA:	IC/SA-19/0368	PUNTO CONTROL:	FOCO 1

LAB.	DATOS DE LAS MUESTRAS		
	REFERENCIA	PARAMETRO	METODO
E-0367/19-1	SO2- 18/11/19 1 SC-218/19	DIOXIDO DE AZUFRE	UNE-EN 14791:2017
E-0367/19-2	SO2- 18/11/19 2.1 BORBO 1	DIOXIDO DE AZUFRE	UNE-EN 14791:2017
E-0367/19-3	SO2- 18/11/19 2.2 BORBO 2	DIOXIDO DE AZUFRE	UNE-EN 14791:2017
E-0367/19-4	SO2- 18/11/19 3 SC-218/19	DIOXIDO DE AZUFRE	UNE-EN 14791:2017
E-0367/19-5	SO2- 18/11/19 B SC-218/19	DIOXIDO DE AZUFRE	UNE-EN 14791:2017

ENSAYOS ACREDITADOS SEGÚN UNE-EN ISO/IEC 17025: SI: NO:

OBSERVACIONES:	Vº Bº Analista:
	Carlos Gerona Macías (Firma y fecha) 21/11/19
	Entregado por:
	José Mº Zarandieta García (Firma y fecha) 21/11/19
ESTADO DE LAS MUESTRAS A LA RECEPCION:	ENTRADA EN EL LABORATORIO:
ACEPTABLE	Rocio Gómez Rico (Firma y fecha) 21/11/19

- Solicitamos, verifiquen los valores de incertidumbre asociados a los resultados de los ensayos realizados y hagan referencia en el informe de ensayo al número de registro de la hoja de entrega de muestras (parte superior derecha)
- En caso de que las líneas de nivel marcadas en los envases no coincidan con el nivel de líquido en los mismos o que los precintos estén deteriorados, rogamos se pongan en contacto con Inspección y Control antes de realizar los ensayos.

FORMATO PE123/01 rev-10

INERCO
Inspección y Control
Sistema de Garantía de Calidad

HOJA DE RESULTADOS DE LABORATORIO
CONCENTRACION MASICA DE SO₂
UNE EN 14791:2017. Apdo. 9. Método B
METODO DE LA TORINA

OFERTA	IC/SA/-19/0368	EQUIPO	TH-01	MEDIDA	21,6 °C
FECHA ANALISIS	5-dic.-19	%H AMBIENTE	TH-01		53,2%
Referencia Equipo	BD-02	Solución Valorante	MR-117-5		
Hoja de calibración	CAL-BD-02-001/19	Nº Lote	HX72830656		

CONTROL DE CALIDAD pH				
Referencia Patrón	Nº certificado	pH (20 °C)	pH medido	Resultado
MRV-105	406018L1	3,50	3,52	Aceptable

VALORACIONES

Muestra	pH inicial	Volumen solución Ba(ClO ₄) ₂ usado en la valoración de la alícuota (ml)			Volumen Ba(ClO ₄) ₂ usado en valoración blanco (ml)			Volumen Inicial (ml)	Incer. (ml)
		Val. 1	Val. 2	Media	Val. 1	Val. 2	Media		
E-0367/19-1	3,90	0,36		0,36	0,11		0,11	200	
E-0367/19-2	3,96	0,35		0,35	0,11		0,11	132	
E-0367/19-3	4,44	0,34		0,34	0,11		0,11	94	
E-0367/19-4	4,32	0,33		0,33	0,11		0,11	224	
E-0367/19-5	4,52	0,22		0,22	0,11		0,11	172	

RESULTADOS

Referencia	Volumen Enrase (ml)	Factor de dilución	Volumen Final (ml)	Alícuota (ml)	m SO ₂ (mg)	Incer. (mg)	m SO ₂ detectado (mg)	m SO ₂ (mg/l)	Incer. (mg/l)
E-0367/19-1	200		200	20	<1,02	---	0,66	<5,1	---
E-0367/19-2	132		132	20	<0,67	---	0,51	<5,1	---
E-0367/19-3	94		94	20	<0,48	---	0,35	<5,1	---
E-0367/19-4	224		224	20	<1,14	---	0,79	<5,1	---
E-0367/19-5	172		172	20	<0,88	---	0,30	<5,1	---

OBSERVACIONES

	REALIZADO POR	RGR
	COMPROBADO POR	CMC

ANEXO 4

DATOS EXTERNOS **(Este Anexo contiene 4 páginas)**

Fecha de la muestra	P. Activa: L1 + (kW)	P. Activa: L1 - (kW)	P. Activa: L2 + (kW)	P. Activa: L2 - (kW)	P. Activa: L3 + (kW)	P. Activa: L3 - (kW)	P. Activa: III + (kW)	P. Activa: III - (kW)
18/11/2019 9:30	0	0	0	0	0	0	0	0
18/11/2019 9:33	0	0	0	0	0	0	0	0
18/11/2019 9:36	0	0	0	0	0	0	0	0
18/11/2019 9:39	0	0	0	0	0	0	0	0
18/11/2019 9:42	0	0	0	0	0	0	0	0
18/11/2019 9:45	0	0	0	0	0	0	0	0
18/11/2019 9:48	112	0	113	0	113	0	338	0
18/11/2019 9:51	225	0	227	0	225	0	677	0
18/11/2019 9:54	228	0	230	0	229	0	687	0
18/11/2019 9:57	214	0	216	0	215	0	645	0
18/11/2019 10:00	224	0	227	0	225	0	676	0
18/11/2019 10:03	219	0	222	0	220	0	661	0
18/11/2019 10:06	208	0	211	0	209	0	628	0
18/11/2019 10:09	227	0	232	0	230	0	689	0
18/11/2019 10:12	235	0	239	0	237	0	711	0
18/11/2019 10:16	229	0	233	0	230	0	692	0
18/11/2019 10:17	224	0	228	0	227	0	679	0
18/11/2019 10:18	230	0	234	0	233	0	697	0
18/11/2019 10:19	226	0	229	0	228	0	683	0
18/11/2019 10:20	228	0	232	0	230	0	690	0
18/11/2019 10:21	228	0	231	0	230	0	689	0
18/11/2019 10:22	227	0	231	0	230	0	688	0
18/11/2019 10:23	226	0	230	0	230	0	686	0
18/11/2019 10:24	225	0	228	0	227	0	680	0
18/11/2019 10:25	225	0	229	0	227	0	681	0
18/11/2019 10:26	207	0	210	0	209	0	626	0
18/11/2019 10:27	202	0	206	0	204	0	612	0
18/11/2019 10:28	201	0	205	0	204	0	610	0
18/11/2019 10:29	223	0	227	0	226	0	676	0
18/11/2019 10:30	220	0	224	0	223	0	667	0
18/11/2019 10:31	222	0	225	0	224	0	671	0
18/11/2019 10:32	223	0	227	0	226	0	676	0
18/11/2019 10:33	220	0	224	0	223	0	667	0
18/11/2019 10:34	216	0	219	0	218	0	653	0
18/11/2019 10:35	221	0	225	0	223	0	669	0
18/11/2019 10:36	221	0	226	0	224	0	671	0
18/11/2019 10:37	214	0	218	0	216	0	648	0
18/11/2019 10:38	201	0	205	0	204	0	610	0
18/11/2019 10:39	195	0	199	0	198	0	592	0
18/11/2019 10:40	206	0	210	0	209	0	625	0
18/11/2019 10:41	213	0	218	0	216	0	647	0
18/11/2019 10:42	216	0	221	0	219	0	656	0
18/11/2019 10:43	214	0	217	0	216	0	647	0
18/11/2019 10:44	205	0	208	0	207	0	620	0
18/11/2019 10:45	203	0	205	0	204	0	612	0
18/11/2019 10:46	205	0	207	0	206	0	618	0
18/11/2019 10:47	206	0	208	0	207	0	621	0
18/11/2019 10:48	206	0	208	0	207	0	621	0
18/11/2019 10:49	201	0	203	0	202	0	606	0
18/11/2019 10:50	197	0	199	0	198	0	594	0
18/11/2019 10:51	177	0	179	0	178	0	534	0
18/11/2019 10:52	173	0	175	0	174	0	522	0
18/11/2019 10:53	176	0	178	0	177	0	531	0
18/11/2019 10:54	195	0	197	0	195	0	587	0
18/11/2019 10:55	192	0	194	0	192	0	578	0
18/11/2019 10:56	190	0	192	0	191	0	573	0
18/11/2019 10:57	190	0	192	0	191	0	573	0
18/11/2019 10:58	195	0	197	0	196	0	588	0

18/11/2019 10:59	195	0	197	0	195	0	587	0
18/11/2019 11:00	193	0	196	0	194	0	583	0
18/11/2019 11:01	192	0	195	0	193	0	580	0
18/11/2019 11:02	194	0	197	0	195	0	586	0
18/11/2019 11:03	186	0	188	0	187	0	561	0
18/11/2019 11:04	179	0	181	0	180	0	540	0
18/11/2019 11:05	180	0	182	0	181	0	543	0
18/11/2019 11:06	201	0	203	0	202	0	606	0
18/11/2019 11:07	207	0	209	0	207	0	623	0
18/11/2019 11:08	207	0	209	0	208	0	624	0
18/11/2019 11:09	215	0	216	0	215	0	646	0
18/11/2019 11:10	203	0	205	0	204	0	612	0
18/11/2019 11:11	201	0	204	0	202	0	607	0
18/11/2019 11:12	202	0	205	0	203	0	610	0
18/11/2019 11:13	202	0	204	0	202	0	608	0
18/11/2019 11:14	200	0	202	0	201	0	603	0
18/11/2019 11:15	201	0	203	0	202	0	606	0
18/11/2019 11:16	202	0	204	0	203	0	609	0
18/11/2019 11:17	183	0	185	0	183	0	551	0
18/11/2019 11:18	175	0	176	0	175	0	526	0
18/11/2019 11:19	177	0	178	0	178	0	533	0
18/11/2019 11:20	198	0	199	0	198	0	595	0
18/11/2019 11:21	196	0	198	0	197	0	591	0
18/11/2019 11:22	195	0	198	0	196	0	589	0
18/11/2019 11:23	194	0	197	0	195	0	586	0
18/11/2019 11:24	194	0	196	0	195	0	585	0
18/11/2019 11:25	197	0	199	0	198	0	594	0
18/11/2019 11:26	196	0	199	0	197	0	592	0
18/11/2019 11:27	193	0	196	0	194	0	583	0
18/11/2019 11:28	192	0	195	0	193	0	580	0
18/11/2019 11:29	197	0	199	0	198	0	594	0
18/11/2019 11:30	200	0	202	0	201	0	603	0
18/11/2019 11:31	202	0	204	0	202	0	608	0
18/11/2019 11:32	202	0	205	0	202	0	609	0
18/11/2019 11:33	179	0	181	0	180	0	540	0
18/11/2019 11:34	179	0	181	0	180	0	540	0
18/11/2019 11:35	189	0	191	0	190	0	570	0
18/11/2019 11:36	203	0	206	0	204	0	613	0
18/11/2019 11:37	201	0	204	0	202	0	607	0
18/11/2019 11:38	199	0	201	0	199	0	599	0
18/11/2019 11:39	197	0	199	0	197	0	593	0
18/11/2019 11:40	196	0	198	0	197	0	591	0
18/11/2019 11:41	198	0	201	0	199	0	598	0
18/11/2019 11:42	202	0	204	0	202	0	608	0
18/11/2019 11:43	200	0	203	0	201	0	604	0
18/11/2019 11:44	198	0	201	0	198	0	597	0
18/11/2019 11:45	197	0	200	0	197	0	594	0
18/11/2019 11:46	191	0	194	0	192	0	577	0
18/11/2019 11:47	195	0	197	0	196	0	588	0
18/11/2019 11:48	195	0	198	0	197	0	590	0
18/11/2019 11:49	191	0	194	0	193	0	578	0
18/11/2019 11:50	180	0	182	0	181	0	543	0
18/11/2019 11:51	161	0	163	0	162	0	486	0
18/11/2019 11:52	153	0	155	0	155	0	463	0
18/11/2019 11:53	160	0	162	0	162	0	484	0
18/11/2019 11:54	178	0	179	0	179	0	536	0
18/11/2019 11:55	178	0	180	0	179	0	537	0
18/11/2019 11:56	180	0	182	0	182	0	544	0
18/11/2019 11:57	185	0	186	0	186	0	557	0
18/11/2019 11:58	185	0	187	0	186	0	558	0

18/11/2019 11:59	186	0	188	0	187	0	561	0
18/11/2019 12:00	187	0	189	0	188	0	564	0
18/11/2019 12:01	185	0	187	0	186	0	558	0
18/11/2019 12:02	184	0	185	0	185	0	554	0
18/11/2019 12:03	183	0	185	0	184	0	552	0
18/11/2019 12:04	183	0	185	0	184	0	552	0
18/11/2019 12:05	185	0	187	0	186	0	558	0
18/11/2019 12:06	186	0	188	0	188	0	562	0
18/11/2019 12:07	188	0	190	0	189	0	567	0
18/11/2019 12:08	184	0	186	0	186	0	556	0
18/11/2019 12:09	183	0	185	0	185	0	553	0
18/11/2019 12:10	184	0	186	0	186	0	556	0
18/11/2019 12:11	187	0	190	0	189	0	566	0
18/11/2019 12:12	184	0	187	0	185	0	556	0
18/11/2019 12:13	167	0	169	0	169	0	505	0
18/11/2019 12:14	157	0	159	0	159	0	475	0
18/11/2019 12:15	177	0	178	0	178	0	533	0
18/11/2019 12:16	179	0	181	0	181	0	541	0
18/11/2019 12:17	182	0	184	0	183	0	549	0
18/11/2019 12:18	180	0	182	0	182	0	544	0
18/11/2019 12:19	180	0	182	0	181	0	543	0
18/11/2019 12:20	182	0	184	0	183	0	549	0
18/11/2019 12:21	182	0	184	0	183	0	549	0
18/11/2019 12:22	184	0	186	0	186	0	556	0
18/11/2019 12:23	191	0	193	0	191	0	575	0
18/11/2019 12:24	191	0	193	0	192	0	576	0
18/11/2019 12:25	187	0	189	0	189	0	565	0
18/11/2019 12:26	188	0	190	0	189	0	567	0
18/11/2019 12:27	188	0	190	0	189	0	567	0
18/11/2019 12:28	188	0	190	0	189	0	567	0
18/11/2019 12:29	188	0	191	0	190	0	569	0
18/11/2019 12:30	185	0	187	0	186	0	558	0
18/11/2019 12:31	184	0	187	0	186	0	557	0
18/11/2019 12:32	183	0	186	0	185	0	554	0
18/11/2019 12:33	185	0	187	0	187	0	559	0
18/11/2019 12:34	187	0	189	0	188	0	564	0
18/11/2019 12:35	188	0	191	0	189	0	568	0
18/11/2019 12:36	186	0	188	0	186	0	560	0
18/11/2019 12:37	192	0	194	0	193	0	579	0
18/11/2019 12:38	193	0	195	0	194	0	582	0
18/11/2019 12:39	190	0	193	0	192	0	575	0
18/11/2019 12:40	174	0	176	0	174	0	524	0
18/11/2019 12:41	168	0	170	0	169	0	507	0
18/11/2019 12:42	186	0	188	0	187	0	561	0
18/11/2019 12:43	192	0	195	0	194	0	581	0
18/11/2019 12:44	199	0	202	0	200	0	601	0
18/11/2019 12:45	199	0	202	0	200	0	601	0
18/11/2019 12:46	199	0	202	0	201	0	602	0
18/11/2019 12:47	196	0	198	0	197	0	591	0
18/11/2019 12:48	196	0	198	0	197	0	591	0
18/11/2019 12:49	200	0	202	0	201	0	603	0
18/11/2019 12:50	199	0	202	0	200	0	601	0
18/11/2019 12:51	200	0	202	0	201	0	603	0
18/11/2019 12:52	205	0	208	0	206	0	619	0
18/11/2019 12:53	204	0	207	0	205	0	616	0
18/11/2019 12:54	207	0	209	0	207	0	623	0
18/11/2019 12:55	206	0	209	0	207	0	622	0
18/11/2019 12:56	208	0	210	0	208	0	626	0
18/11/2019 12:57	211	0	214	0	212	0	637	0
18/11/2019 12:58	210	0	213	0	210	0	633	0

18/11/2019 12:59	208	0	210	0	208	0	626	0
18/11/2019 13:00	210	0	212	0	210	0	632	0
18/11/2019 13:01	212	0	214	0	212	0	638	0
18/11/2019 13:02	213	0	216	0	213	0	642	0
18/11/2019 13:03	214	0	217	0	214	0	645	0
18/11/2019 13:04	212	0	214	0	212	0	638	0
18/11/2019 13:05	206	0	208	0	206	0	620	0
18/11/2019 13:06	209	0	211	0	209	0	629	0
18/11/2019 13:07	220	0	222	0	219	0	661	0
18/11/2019 13:08	221	0	223	0	221	0	665	0
18/11/2019 13:09	216	0	219	0	217	0	652	0
18/11/2019 13:10	209	0	211	0	209	0	629	0
18/11/2019 13:11	180	0	182	0	181	0	543	0
18/11/2019 13:12	177	0	180	0	179	0	536	0
18/11/2019 13:13	180	0	183	0	181	0	544	0
18/11/2019 13:14	189	0	191	0	189	0	569	0
18/11/2019 13:15	191	0	193	0	192	0	576	0
18/11/2019 13:16	196	0	198	0	197	0	591	0
18/11/2019 13:17	197	0	199	0	198	0	594	0
18/11/2019 13:18	200	0	202	0	200	0	602	0
18/11/2019 13:19	200	0	203	0	201	0	604	0
18/11/2019 13:20	196	0	199	0	197	0	592	0
18/11/2019 13:21	193	0	196	0	194	0	583	0
18/11/2019 13:22	196	0	198	0	196	0	590	0
18/11/2019 13:23	197	0	199	0	197	0	593	0
18/11/2019 13:24	205	0	208	0	206	0	619	0
18/11/2019 13:25	210	0	212	0	210	0	632	0
18/11/2019 13:26	205	0	207	0	205	0	617	0
18/11/2019 13:27	201	0	203	0	201	0	605	0
18/11/2019 13:28	203	0	205	0	203	0	611	0
18/11/2019 13:29	205	0	207	0	205	0	617	0
18/11/2019 13:30	211	0	214	0	211	0	636	0
18/11/2019 13:31	211	0	213	0	211	0	635	0
18/11/2019 13:32	206	0	209	0	207	0	622	0
18/11/2019 13:33	200	0	203	0	201	0	604	0
18/11/2019 13:34	201	0	204	0	201	0	606	0
18/11/2019 13:35	204	0	207	0	204	0	615	0
18/11/2019 13:36	131	0	133	0	133	0	397	0
18/11/2019 13:37	105	0	106	0	106	0	317	0



**Informe caracterización de emisiones a la
atmósfera en motor generador, Proyecto CORE,
para SUARDIAZ, Puerto de Tenerife**



INFORME COMPARATIVO DE LAS EMISIONES DE NOX DEL BUQUE "L'AUDACE" EN EL PUERTO DE BARCELONA

El presente informe se elabora con objeto de comparar las emisiones actuales de los motores auxiliares del buque L'Audace en sus escalas en el puerto de Barcelona con las del motor de gas sustitutivo que se utilizará en el marco de la Actividad EPT1 del proyecto CORE LNGas Hive.

Situación Actual Operativa con motores Diesel

En el Puerto de Barcelona el buque L'Audace realiza anualmente unas 50 escalas de 8h 15m de duración promedio aproximada. Tomando como año de referencia 2016 se realizaron 49 escalas, contando 44 escalas estándar con promedio de 8h12m +/-1h12m y 5 escalas atípicas de más de 10h de las cuales una de 14h y otra de 16h. A efectos de cálculos, se estima un tiempo total de escalas estándar de 410 horas/año.

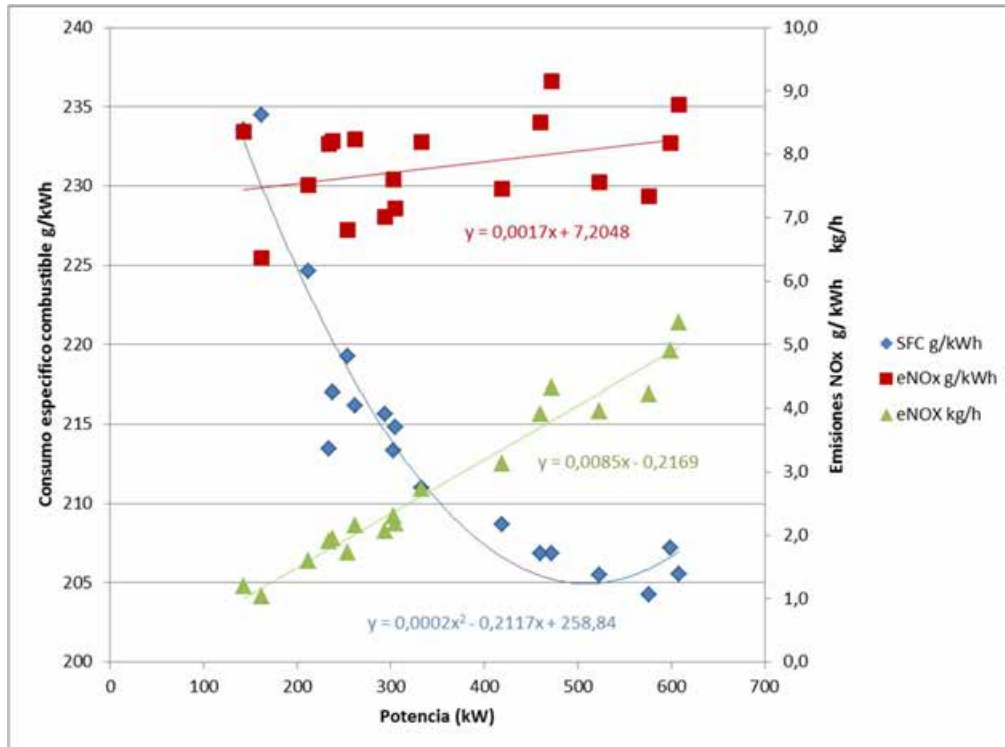
En la actualidad el buque dispone de 2 grupos generadores auxiliares con motores diésel de 673kW de potencia máxima. La potencia continua máxima al MCR del 80% es de 540kW cada uno.

En puerto se establecen las siguientes situaciones tipo de demanda eléctrica total del buque y porcentaje de carga de los motores auxiliares para cubrirla:

Escenario	Demanda eléctrica (kW)	Motores auxiliares	Potencia unitaria (kW)	Porcentaje carga (%)
Operaciones de carga con el máximo número de contenedores refrigerados a bordo	840	2 auxiliares diésel al 62%	420	62
Operación de carga "normal"	600	2 auxiliares diésel al 45%	300	45
Estancia en puerto sin operaciones de carga	280	1 auxiliar diésel al 42%	280	42

Las condiciones de trabajo reales del buque durante las escalas corresponden a situaciones intermedias respecto a las señaladas, en función de la carga refrigerada presente a bordo y de la fase de la escala (carga/descarga o espera).

Se dispone del estudio de emisiones realizado por COTERENA que considera diversas situaciones de funcionamiento de los motores auxiliares del buque, a partir del cual se han obtenido los factores de emisión para las distintas potencias de trabajo.



En base a las mediciones efectuadas en ambos motores auxiliares, la variación del factor de emisión de NOx en función de la potencia desarrollada P se puede estimar como:

$$e_{NOx} \text{ (g/kWh)} = 7,2048 + 0,0017 \times P$$

Y, las emisiones del buque en función de la potencia demandada P y el número de motores activos N se pueden estimar como:

$$E_{NOx} \text{ (kg/h)} = -0,2169 \times N + 0,0085 \times P$$

Las emisiones del buque en estos escenarios son

Escenario	Demanda eléctrica (kW)	Num Motores auxiliares	Potencia unitaria (kW)	Factor emisión (gNOx/kWh)	Emisión unitaria por motor (kgNOx/h)	Emisión total (kgNOx/h)
Operaciones de carga con el máximo número de contenedores refrigerados a bordo	840	2	420	7,92	3,33	6,65
Operación de carga en condiciones normales	600	2	300	7,72	2,31	4,63
Estancia en puerto sin operaciones de carga	280	1	280	7,68	2,15	2,15

Dado que no se conoce el porcentaje del tiempo de escala en que el buque está operando en cada una de estas potencias o en modos intermedios con emisiones intermedias, en este estudio comparativo de emisiones, se considera que durante todas las escalas la emisión media corresponde al modo de funcionamiento “en condiciones normales operativas” con una demanda eléctrica de 600kW.

La emisión media en el régimen normal a 600kW de demanda es de 4,63 kgNOx/hora de escala, 37,97kgNOx/escale y 1.898,3kg NOx/año

Escalas	Demanda eléctrica media (kW)	Factor emisión (gNOx/kWh)	Emisión (kg/h)	Duración media escala (h)	Horas anuales escala (h)	Emisión por escala (kgNOx/esc)	Emisión total anual (kgNOx/a)
50	600	7,72	4,63	8,2h	410	37.97	1.898,3

Alternativa con motor de gas:

En el escenario comparativo con uso del motor generador auxiliar de gas natural propuesto en el proyecto, las emisiones que corresponden según las especificaciones del fabricante son las siguientes:

Escenario	Demanda eléctrica (kW)	Factor emisión NOx (gNOx/kWh)	Factor emisión PM (gPM/kWh)	Emisión NOx (kgNOx/h)	Emisión PM (kgPM/h)
Operaciones de carga con el máximo número de contenedores refrigerados a bordo	840	1,42	0,090	1,19	0,08
Operación de carga en condiciones normales	600	1,5	0,092	0,90	0,06
Estancia en puerto sin operaciones de carga	280	2,22	0,077	0,62	0,02

Actualmente, estos datos teóricos han sido verificados mediante el estudio realizado por INERCO durante la escala del buque en Tenerife el 18/11/2019, con mediciones en funcionamiento real del motor de gas para el buque “en condiciones normales operativas” con una demanda eléctrica media de 600kW.

Escenario	Demanda eléctrica (kW)	Factor emisión NOx (gNOx/kWh)	Factor emisión PM (gPM/kWh)	Emisión NOx (kgNOx/h)	Emisión PM (kgPM/h)
Operación de carga en condiciones normales	600	1,7	0,0056	0,99	0,0037

En estas condiciones, las emisiones estimadas de NOx por escala y anuales del buque son las siguientes:

Escalas	Demanda eléctrica media (kW)	Factor emisión (gNOx/kWh)	Factor de emisión (kg/h)	Duración media escala (h)	Horas anuales escala (h)	Emisión por escala (kgNOx/h)	Emisión total anual (kgNOx/h)
50	600	1,7	0,99	8,2h	410	8,12	405,9

Conclusiones

La reducción de emisiones durante las operativas del buque l'Audace estando atracado, que se pueden conseguir sustituyendo la utilización de los motores auxiliares Diesel a bordo del buque por un suministro eléctrico procedente de tierra producido mediante un motor generador auxiliar con combustible gas natural puede ser muy relevante. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Escenario	Demanda eléctrica media (kW)	Factor emisión (gNOx/kWh)	Emisión (kg/h)	Emisión por escala (kgNOx/esc)	Emisión total anual (kgNOx/a)
Actual con motores Diesel	600	7,72	4,63	37,97	1.898,3
Alternativo con motor gas natural	600	1,7	0,99	8,12	405,9
Reducción de emisiones					1.492,4
					-78,6%

En estas condiciones, las emisiones anuales del buque l'Audace en sus aproximadamente 50 escalas en el puerto de Barcelona se reducirían en 1.492,4 kgNOx que representan un -78,6% respecto a las emisiones actuales.