



# CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS DEL PUERTO DE BARCELONA

## RESUMEN 2018

*Dep. Medi Ambient  
Autoritat Portuària de Barcelona*

## **INDICE**

1.- Introducción	3
2. Fisicoquímicos aguas	6
2.1. Condiciones generales aguas	6
Transparencia Secchi	6
Temperatura	7
Oxígeno	8
Índice FAN	9
2.2 Contaminantes específicos aguas	11
Plomo	11
Benzo (a) pireno	12
Valoración Contaminantes específicos aguas	13
3. Fisicoquímica sedimentos	14
3.1. Condiciones generales sedimentos	14
Grano medio D-50	14
Materia Orgánica	15
3.2. Contaminantes específicos sedimentos	16
Cobre	16
Mercurio	17
Plomo	18
Zinc	19
Policlorobifenilos (PCB's)	20
Categorías DCMD sedimentos	21
4. Elementos Biológicos	22
4.1. Fitoplancton	22
4.2. Macroinvertebrados bentónicos	24
Índice MEDOCC	24
5. Conclusiones	26

## 1.- Introducción

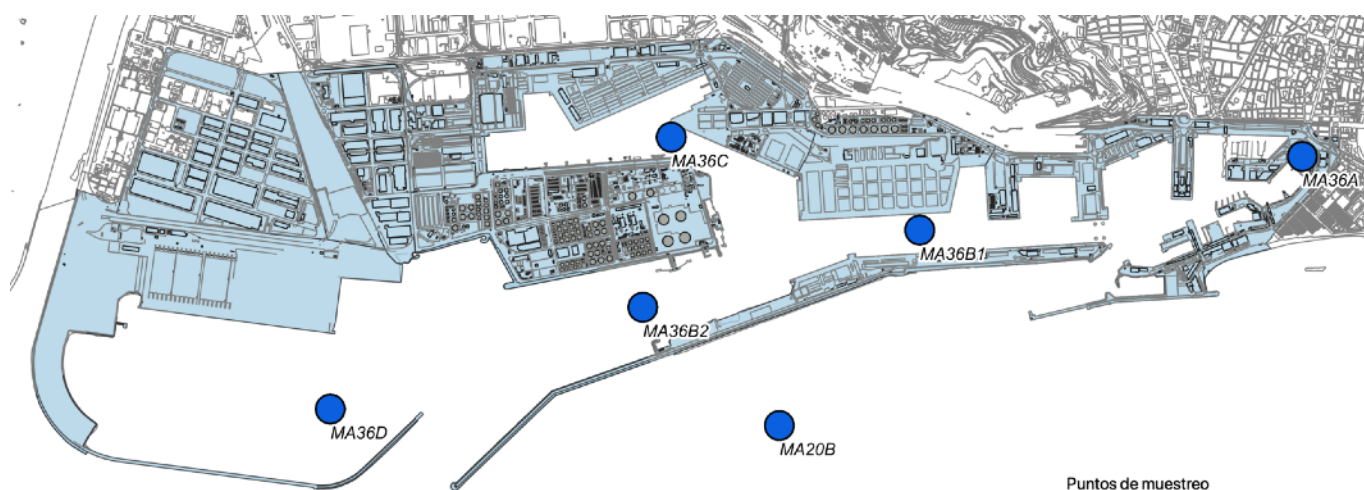
El seguimiento de la calidad del agua del Puerto de Barcelona que se realiza en el marco de la Directiva Marco Agua (D.M.A.), está basado en los resultados analíticos obtenidos durante el año 2018 y basado siguientes marcos normativos y recomendaciones:

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000, conocida como Directiva Marco del Agua (DMA), la cual establece un marco de actuación comunitario en el ámbito de la política de aguas y fue transpuesta al marco legislativo español mediante la Ley 62/2003, de 30 de diciembre de 2000, actualizada en los criterios de seguimiento y evaluación y sus normas de calidad ambiental con el Real Decreto 817/2015.
- *Protocol d'avaluació de l'estat ecològic i químic de les aigües costaneres* (PROTOCOLO), elaborado por la Agència Catalana de l'Aigua (ACA), que es la administración ambiental competente y responsable de la aplicación de la DMA en Catalunya y basa su cumplimiento en los resultados del "Programa de Seguiment i Control de vigilància de les aigües costaneres" con vigencia de 6 años (2013-2018) en renovación para el periodo 2019-2024.
- Directrices para la caracterización del material material dragado y su reubicación en aguas de dominio público marítimo-terrestre (DCMD), de la comisión Interministerial de Estrategias Marinas de 2015.

La Autoritat Portuària de Barcelona (APB), según la legislación portuaria vigente, tiene determinadas competencias sobre el medio marino y está reconocida como Autoridad Competente dentro de los órganos de gestión de las cuencas internas. El Puerto de Barcelona se encuentra en la demarcación hidrográfica de *Conques internes de Catalunya*, considerada intracomunitaria al pertenecer toda la cuenca a una sola Comunidad Autónoma.

El objetivo que se persigue en este informe es mostrar los datos más relevantes del estado de las masas de agua portuaria en 2019, recogiendo los criterios establecidos en la normativa, en cumplimiento de los principios establecidos en la DMA.

Las estaciones de muestreo, o puntos de muestreo se muestran en el siguiente mapa y tabla:



Mapa 1. Puntos de muestreo

Punto de muestreo	X UTM	Y UTM	Profundidad (m)	Masa de agua
MA20B	431594	4576708	27	MA20
MA36A	431815	4581231	11	MA36
MA36B1	430833	4578396	17	MA36
MA36B2	430280	4576252	18	MA36
MA36C	429257	4577096	17	MA36
MA36D	429755	4573776	17	MA36

Tabla 1. Coordenadas puntos de muestreo y características

El presente informe integra los resultados obtenidos y la valoración de los mismos a lo largo del año 2018 en las campañas con las fechas siguientes:

	03/07/2018	03/10/2018	17/12/2018
Estado fisicoquímico del agua (1)	X	X	X
Nutrientes inorgánicos en aguas (2)	X	X	X
Metales pesados en aguas (1)			X
Contaminantes orgánicos en agua (3)	X		X
Estado químico del sedimento (1)			X
Comunidades macrobentónicas de fondo sedimentario (4)		X	

Tabla 2. Tipos de muestras y analíticas por campaña de muestreo. (1) Laboratorio consultoría TECNOAMBIENTE. (2) ICM-CSIC. (3) IDAEA-CSIC. (4) CEAB-CSIC

Para realizar este resumen, se ha utilizado los indicadores, elementos y parámetros de la tabla que figura a continuación, basada en gran parte en la que figura en los PROTOCOLOS con el añadido de los niveles de acción de los DCMD, para determinar el estado ecológico de las masas de agua costera de Catalunya:

Indicadores	Elementos	Parámetros	Métricas utilizadas	Parámetros contemplados
Fisicoquímicos aguas	Condiciones generales aguas	Transparencia Secchi	---	Transparencia Secchi promedio por punto
		Condiciones térmicas	---	Temperatura promedio por punto
		Condiciones de oxigenación	---	Oxígeno disuelto promedio por punto
		Salinidad	Índice FAN	Índice Fan promedio por punto
	Condiciones relativas a nutrientes inorgánicos			
Contaminantes específicos aguas	Substancias contaminantes del Anexo VIII de la DMA	Límites establecidos en normativa	Sustancias que sobrepasan en promedio el NCA-MA o NCA-CMA por punto	
Fisicoquímicos sedimentos	Condiciones generales sedimentos	Granulometría	Tamaño medio de grano D-50	Tamaño medio de grano por punto
		Materia orgánica	Porcentaje del peso seco	Materia orgánica por punto
	Contaminantes específicos sedimentos	Metales	Directrices para la caracterización del material dragado	Metales o sustancias que sobrepasan el Nivel de Acción por punto
		Suma PCB		
		Suma PAH		
	Suma TBT			
Biológicos	Fitoplancton	Abundancia y biomasa de fitoplancton.	Concentración de clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>a</i> promedio por punto
	Macroinvertebrados bentónicos	Composición y abundancia de la fauna bentónica invertebrados	Índice MEDOCC	Índice MEDOCC por punto

Tabla 3. Indicadores utilizados para determinar el estado ecológico de las masas de agua portuaria.

Como se ve, se incluyen en este resumen elementos descriptivos fisicoquímicos de aguas y sedimentos, además de los compuestos que sobrepasan los niveles de concentración admisible (NCA) de la DMA y los metales y sustancias que sobrepasan algún nivel de acción (NAA o NAB) de los PROTOCOLOS.

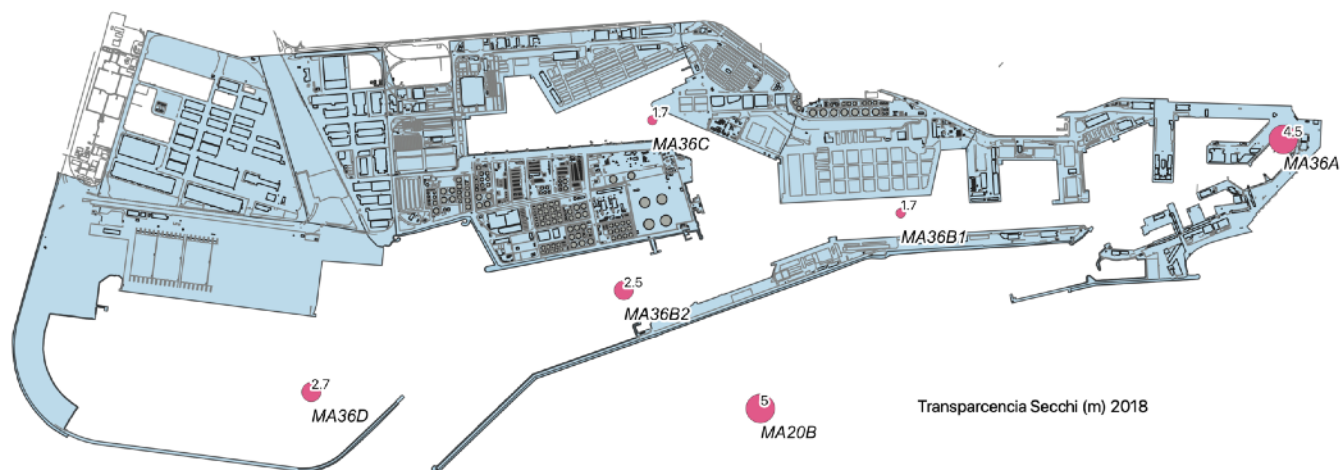
### Tratamiento de los datos

Como se indica en la Directiva Marco del Agua y utilizando los criterios establecidos por ACA, en los resultados que se agrupan para calcular promedios, medianas y otras agrupaciones estadísticas se tendrán en cuenta las concentraciones que den por debajo del nivel de detección (o LOD). En estos casos se asignará la mitad del valor de detección que tenga la metodología analítica. Todos los resultados que se presentan a continuación en las tablas y que se tendrán en cuenta para la valoración han seguido este criterio.

## 2. Fisicoquímicos aguas

### 2.1. Condiciones generales aguas

#### Transparencia Secchi



Mapa 2. Promedio de transparencia Secchi (m) 2018

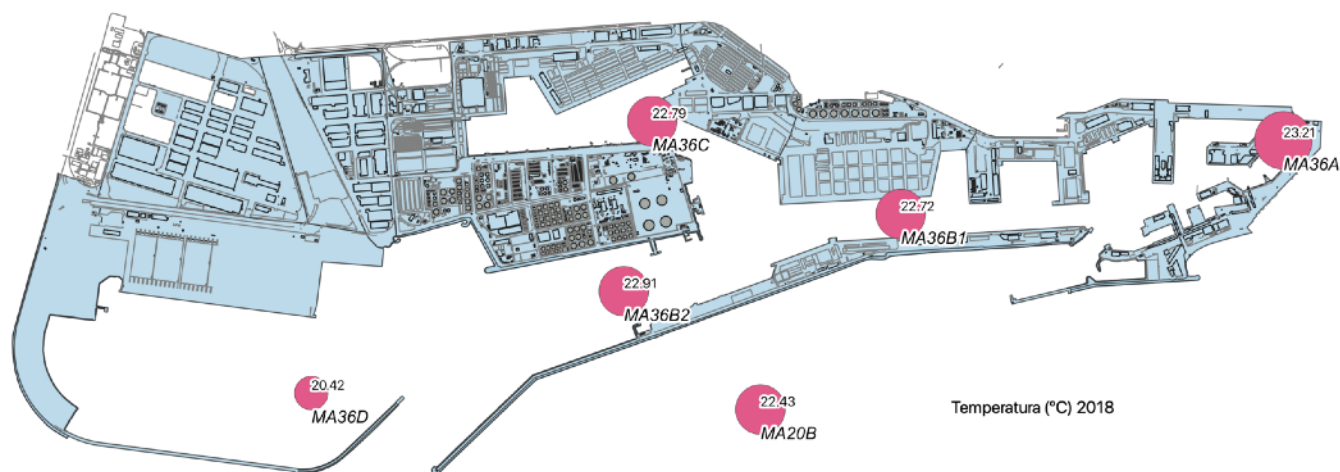
Las estaciones de muestro situadas en el interior del puerto presentan valores de penetración de la luz inferiores a los de la estación exterior (MA20B). Esta situación obedece a la diferente intensidad de los fenómenos de agitación y aportes de contaminantes.

Los valores promedio de penetración de la luz de las estaciones situadas a abrigo del puerto oscilan entre 1,7 m y 4,5 m, mientras que los valores de la estación MA20B se sitúa en 5 m.

Punto	Promedio - Secchi 2018
MA20B	5,0
MA36A	4,5
MA36B1	1,7
MA36B2	2,5
MA36C	1,7
MA36D	2,7

Tabla 4. Resumen transparencia disco Secchi (m) 2018

## Temperatura



Mapa 3. Promedio de temperatura del agua (°C) 2018

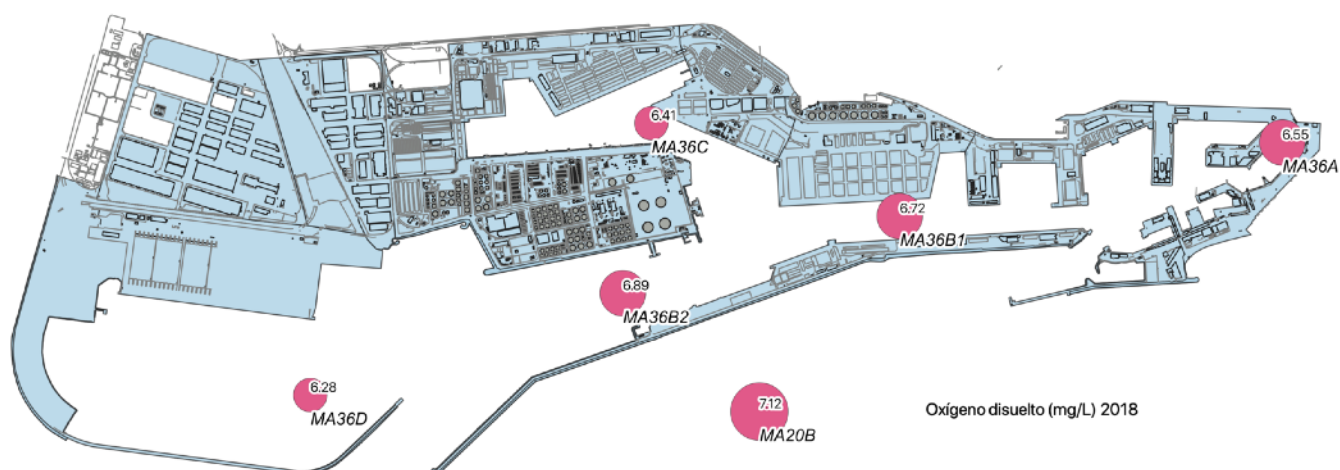
En todas las estaciones se observa una marcada estacionalidad térmica. Se observa una elevada homogeneidad entre estaciones y para toda la columna de agua, presentando un patrón característico de la cada una de las épocas en las que se han realizado muestreos.

En el mes de julio se observa una diferencia de temperatura entre la superficie y el fondo donde se aprecia la estratificación que llega hasta los 4,5°C. Las temperaturas más altas se encuentran en el mes de julio (24,5 °C en MA36A) y las mínimas en diciembre (14,9 en MA36D).

Punto	Promedio de Temperatura 2018
MA20B	22,43
MA36A	23,21
MA36B1	22,72
MA36B2	22,91
MA36C	22,79
MA36D	20,42

Tabla 5. Resumen temperatura (°C) 2018

## Oxígeno



Mapa 4. Promedio de oxígeno disuelto en agua (mg/L) 2018

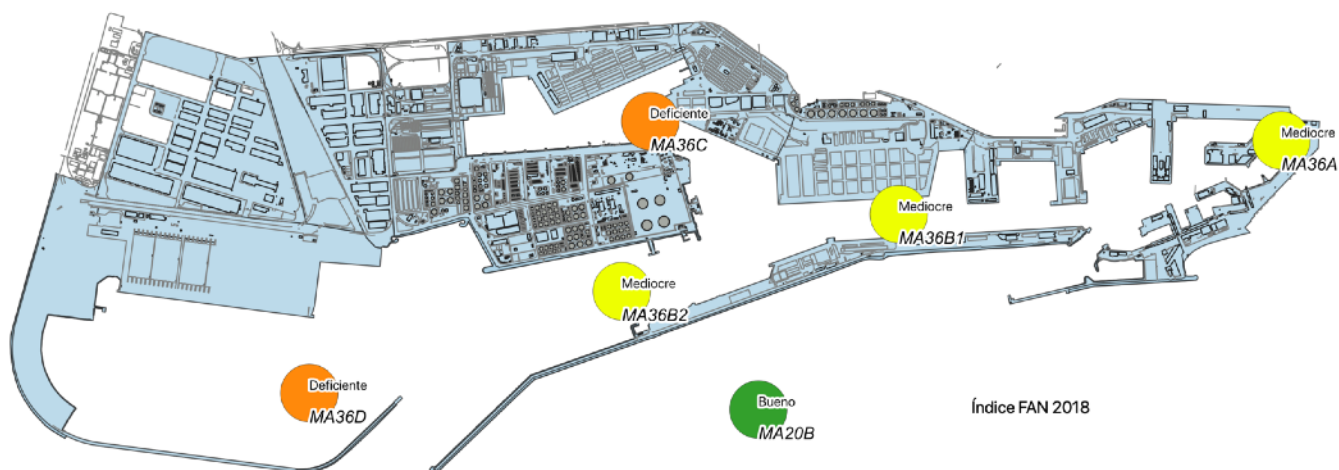
El contenido en oxígeno del agua de mar varía normalmente entre 6 y 9 mg/l. En el puerto, en cambio, se aprecia una menor concentración de oxígeno debido a que la presencia de aportes de materia orgánica y el consecuente aumento de los procesos metabólicos derivados de su consumo junto a las mayores temperaturas que se registran en las aguas portuarias hacen que el oxígeno oscile entre 7,6 (en aguas profundas exteriores) y 4,25 mg/L (en aguas superficiales de MA36D).

Punto	Promedio de Oxígeno disuelto 2018
MA20B	7,12
MA36A	6,55
MA36B1	6,72
MA36B2	6,89
MA36C	6,41
MA36D	6,28

Tabla 6. Resumen oxígeno disuelto (mg/L) 2018



## Índice FAN



Mapa 5. Promedio de índice FAN 2018

Las condiciones fisicoquímicas de las masas de agua de la costa catalana se evalúan a partir de datos superficiales relativas al contenido en agua dulce (calculado a partir del valor de salinidad) y en la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos (nitratos, nitritos, amonios, fosfatos y silicatos), obtenidas a nivel de la línea de costa (campo cercano) ya 1000 metros de la línea de costa (campo medio).

El nivel de calidad final de las condiciones fisicoquímicas generales se obtiene a partir del índice FAN, que mide el grado de antropización de una masa de agua y es inversamente proporcional a la calidad de la misma.

Este índice se basa en la idea de que las aguas costeras dependen de las condiciones del continente o zona terrestre adyacente y en la premisa de que únicamente las aportaciones continentales antrópicas (básicamente las urbanas, que aportan nitritos, amonios y fosfatos en el medio), son las que hacen disminuir su calidad, al alejar las condiciones fisicoquímicas generales de su estado natural.

Una vez se dispone del índice FAN de cada punto se hace la media aritmética de los resultados de cada punto de muestro y se compara con las tablas de valoración, teniendo en cuenta la proximidad a la costa y la profundidad del punto de donde se han tomado los valores.

En el caso del puerto de Barcelona se ha considerado que las aguas abrigadas son de “campo próximo” y las abiertas de “campo medio”.

FAN		
Nivel de calidad	Campo próximo	Campo medio
Muy bueno	$FAN \leq -0,2$	$FAN \leq -0,3$
Bueno	$-0,2 < FAN \leq 0,2$	$-0,3 < FAN \leq 0$
Mediocre	$0,2 < FAN \leq 0,6$	$0 < FAN \leq 0,3$
Deficiente	$0,6 < FAN \leq 1$	$0,3 < FAN \leq 0,6$
Malo	$FAN > 1$	$FAN > 0,6$

Tabla 7. Intervalos de calidad fisicoquímica según el índice FAN

Calidad de aguas y sedimentos. Resumen 2018

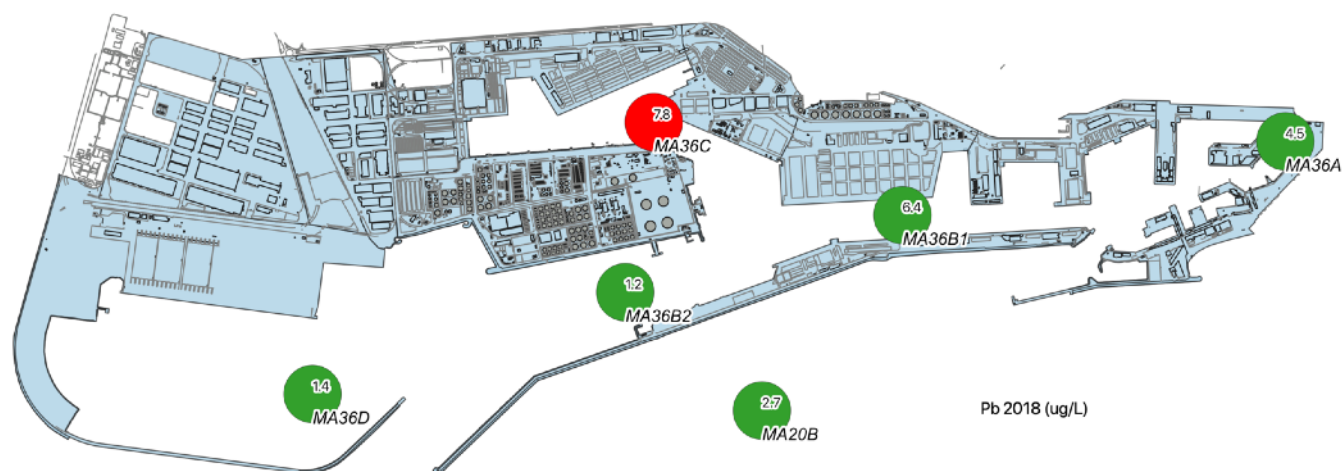
Punto	Salinidad (PSU)	Nitrato (umol/L)	Nitrito (umol/L)	Amónio (umol/L)	Fosfato (umol/L)	Silicato (umol/L)	Indice FAN 2018	Valoracion	Criterio
MA20B	38,118	1,08	0,28	0,56	0,07	1,23	-0,239	Buena	CAMPO MEDIO
MA36A	38,071	3,21	0,38	2,66	0,36	2,35	0,365	Mediocre	CAMPO PROXIMO
MA36B1	38,233	2,38	0,47	2,32	0,24	1,78	0,425	Mediocre	
MA36B2	38,253	1,52	0,42	1,44	0,23	1,7	0,279	Mediocre	
MA36C	38,191	1,83	0,49	3,61	0,29	1,86	0,648	Deficiente	
MA36D	38,097	1,53	0,43	5,53	0,37	2,17	0,808	Deficiente	

Tabla 8. Resultados del índice FAN, calculado con los promedios de salinidad y nutrientes inorgánicos.

## 2.2 Contaminantes específicos aguas

En este apartado se muestran los datos que, en promedio tal y como indica la DMA, sobrepasaron la norma de calidad ambiental (NCA), ya sea la media anual (NCA-MA) o la cantidad máxima anual (NCA-CMA) y que figuran en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

### Plomo



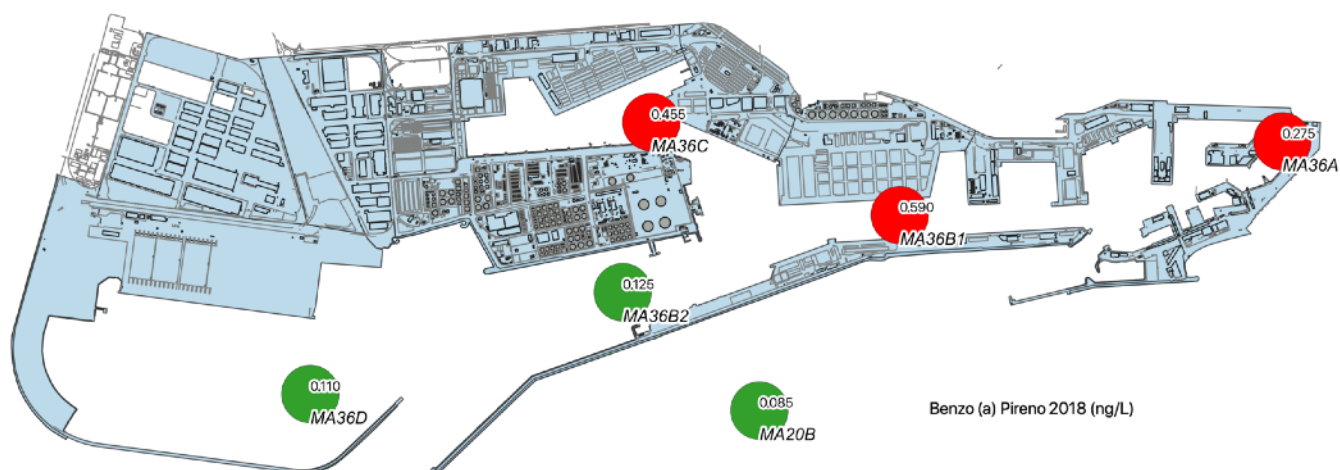
Mapa 6. Promedio de Plomo en agua (ug/L) 2018

Uno de los metales considerados en la DMA, el plomo en agua de mar se encuentra en trazas que no suelen ser superiores a 20 ppt. En aguas portuarias se encuentra en concentraciones superiores cuyo origen se puede achacar a las aguas continentales. En promedio, en 2018 se superó la NCA-MA fijado en 7,2 ug/L en MA36C.

Punto	Promedio Pb (ug/L) 2018
MA20B	2,67
MA36A	4,50
MA36B1	6,40
MA36B2	1,23
MA36C	7,77
MA36D	1,43
NCA-MA	7,2

Tabla 9. Resumen Plomo en agua (ug/L) 2018

## Benzo (a) pireno



Mapa 7. Promedio de Benzo (a) pireno en agua (ng/L) 2018

El benzo (a) pireno es una sustancia de la familia de los PAH, regulada en el RD 817/2015 con una NCA-MA de 0,17 ng/L. Es la sustancia regulada que más veces ha sobrepasado el nivel de referencia en el puerto (aguas abrigadas y abiertas) desde 2015 debido entre otros a los aportes de hidrocarburos por derrames, efluentes de buques y de las descargas del sistema de saneamiento de la ciudad (DSU). En 2018 se sobrepasó, en promedio, en MA36A, MA36B1 y MA36C.

Punto	Promedio - Benzo (a) pireno (ng/L) 2018
MA20B	0,085
MA36A	0,275
MA36B1	0,590
MA36B2	0,125
MA36C	0,455
MA36D	0,110
NCA-MA	0,170

Tabla 10. Resumen Benzo (a) pireno (ng/L) 2018

### Valoración Contaminantes específicos aguas

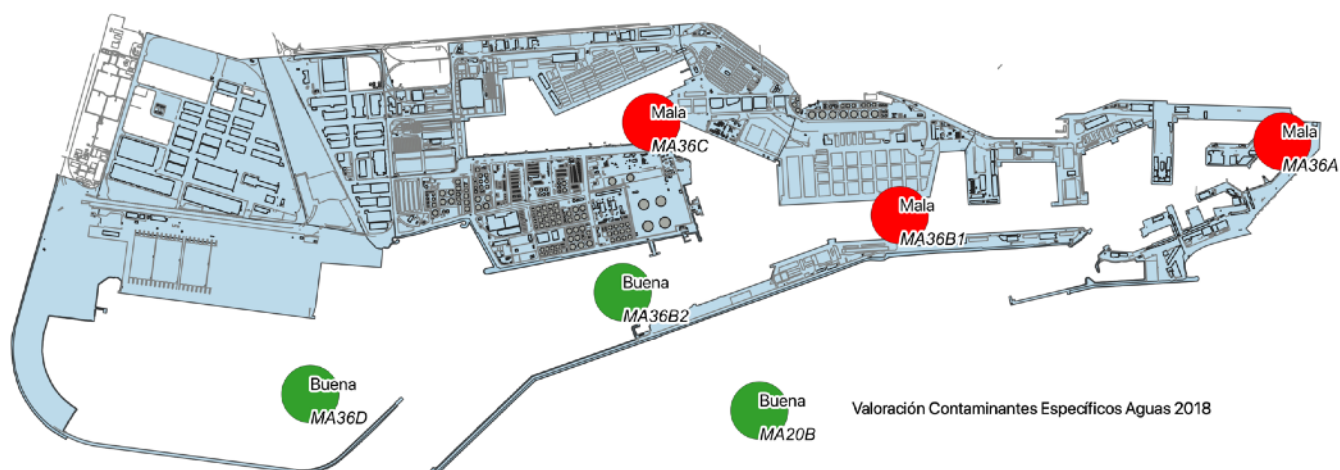
LA DMA sólo contempla dos estados en función de si la masa de agua sobrepasa el NCA de cualquier sustancia de las que figuran en el Anexo 3 de Real Decreto 817/2015:

- Buena: no es sobrepasado ningún NCA
- Mala: Se sobrepasa en alguna o varias sustancias el NCA

Con este criterio, la calidad química derivada de los contaminantes específicos de cada estación de muestreo se refleja en la siguiente tabla y mapa:

Punto	Plomo	Benzo (a) pireno	Valoración global
MA20B	Buena	Buena	Buena
MA36A	Buena	Mala	Mala
MA36B1	Buena	Mala	Mala
MA36B2	Buena	Buena	Buena
MA36C	Mala	Mala	Mala
MA36D	Buena	Buena	Buena

Tabla 11. Calidad química agua por estación 2018

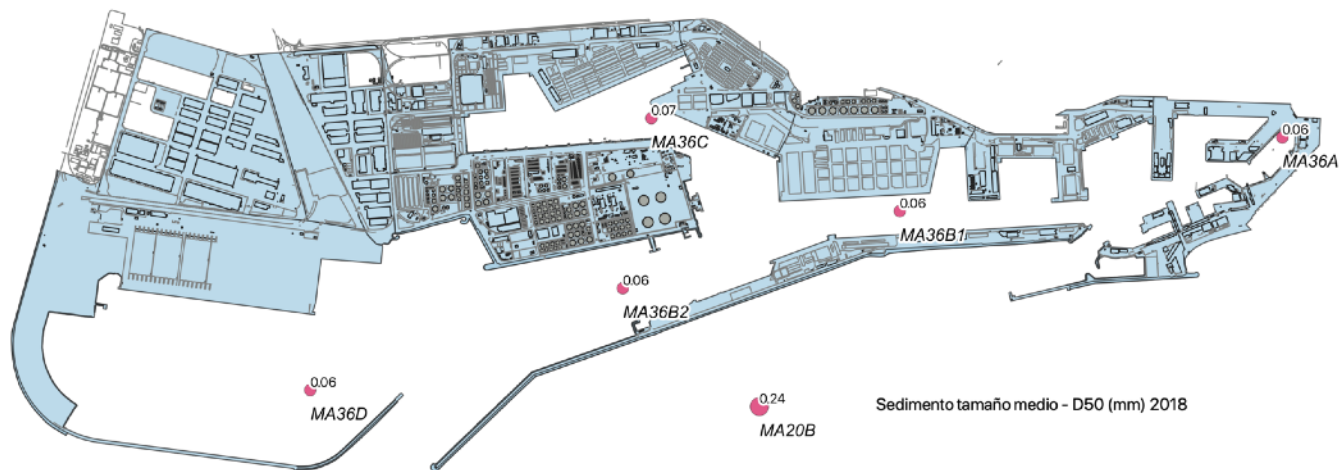


Mapa 8. Calidad química agua por estación 2018

### 3. Fisicoquímica sedimentos

#### 3.1. Condiciones generales sedimentos

Grano medio D-50



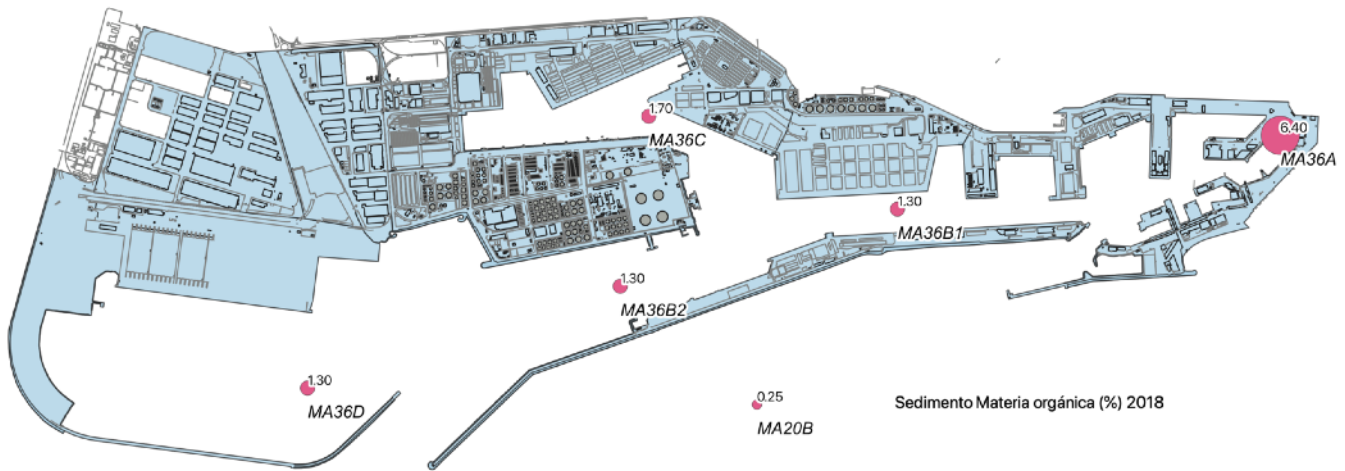
Mapa 9. Grano medio sedimentos (mm) 2018

Los resultados indican que en aguas abrigadas dominan los finos y en aguas abiertas en grano medio es mayor. Se explica por las características hidrodinámicas de las aguas confinadas que favorece la deposición de las partículas más pequeñas. También los aportes continentales favorecen el aporte de esas partículas más pequeñas al medio y por consecuencia su deposición en el sedimento.

Punto	D50 (mm) 2018
MA20B	0,24
MA36A	0,063
MA36B1	0,063
MA36B2	0,063
MA36C	0,07
MA36D	0,063

Tabla 12. Resumen grado medio D-50 (mm) 2018

## Materia Orgánica



Mapa 10. Materia orgánica en sedimentos (%) 2018

Los resultados de porcentaje de materia orgánica en sedimento son más elevados en la estación MA36A (6,4 %), apreciándose una gran diferencia respecto a las demás estaciones, en todas inferior a 2%. En aguas exteriores el valor se sitúa por debajo de 1%.

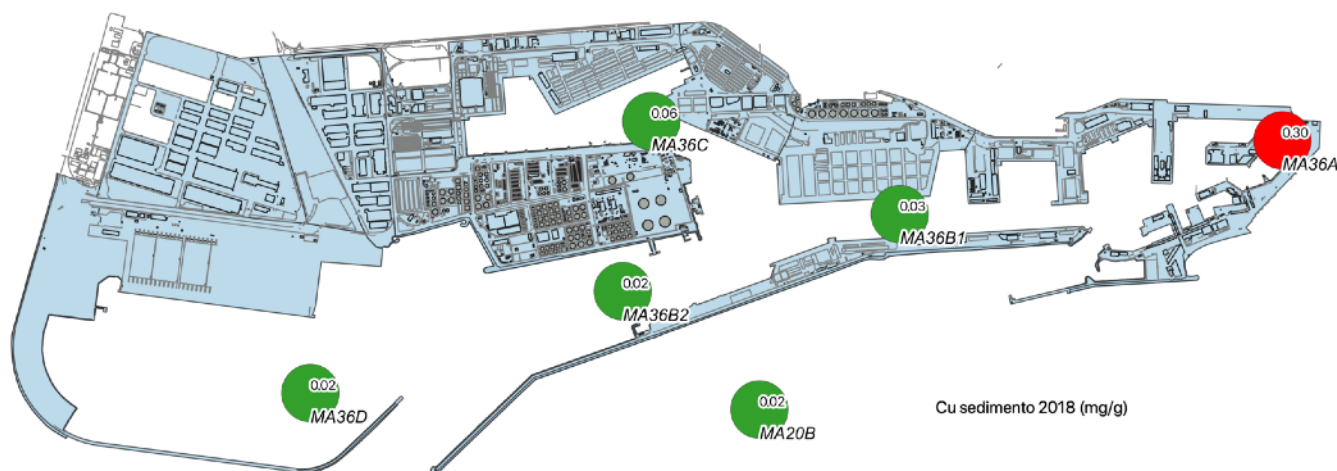
Punto	Materia_Organica (%) 2018
MA20B	0,25
MA36A	6,4
MA36B1	1,3
MA36B2	1,3
MA36C	1,7
MA36D	1,3

Tabla 13. Resumen materia orgánica (%) 2018

### 3.2. Contaminantes específicos sedimentos

En este apartado se muestran los contaminantes contemplados en las Directrices para la caracterización del material de dragado y su reubicación en aguas de dominio público marítimo-terrestre (DCMD), ya que la DMA contempla a los sedimentos marinos sin referencias del tipo NCA. Estas directrices se utilizarán en este informe sólo como referencias de calidad, ya que la caracterización de los sedimentos para su dragado incluye más condiciones y pruebas analíticas que no se contemplan en este documento.

#### Cobre



Mapa 11. Cobre en sedimentos (mg/g) 2018

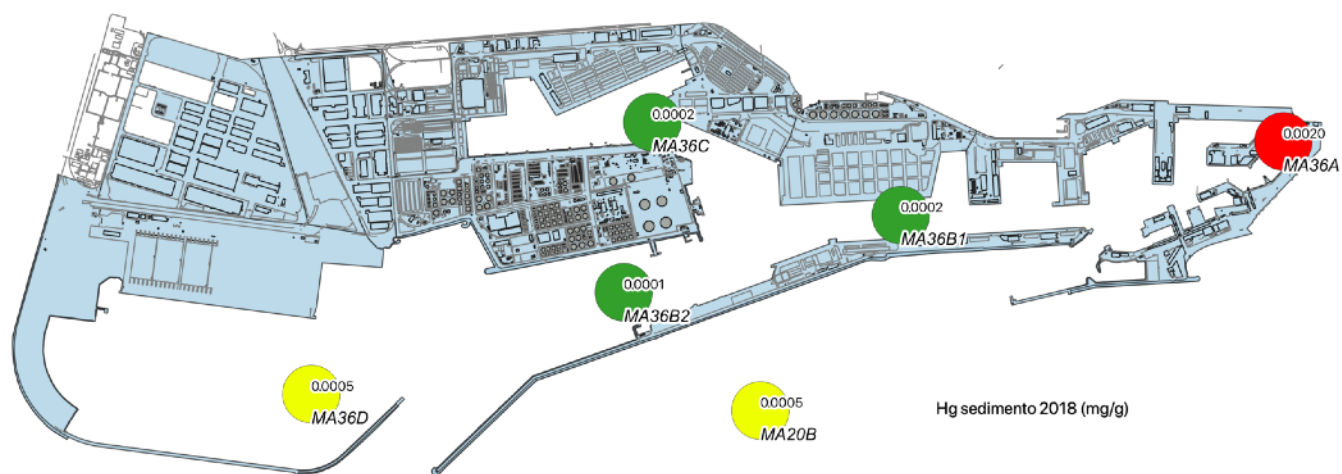
La concentración de cobre en los sedimentos supera el NAB (0,168 mg/g) en la estación MA36A, apreciándose una gran diferencia respecto a las demás estaciones, que oscila entre 0,02 y 0,05 mg/g. La concentración mínima se encuentra en aguas abiertas, MA20B (0,02 mg/g).

Punto	Cu
MA20B	0,0199
MA36A	0,299
MA36B1	0,0327
MA36B2	0,0227
MA36C	0,0588
MA36D	0,0224

Tabla 14. Resumen cobre (mg/g) 2018



Mercurio



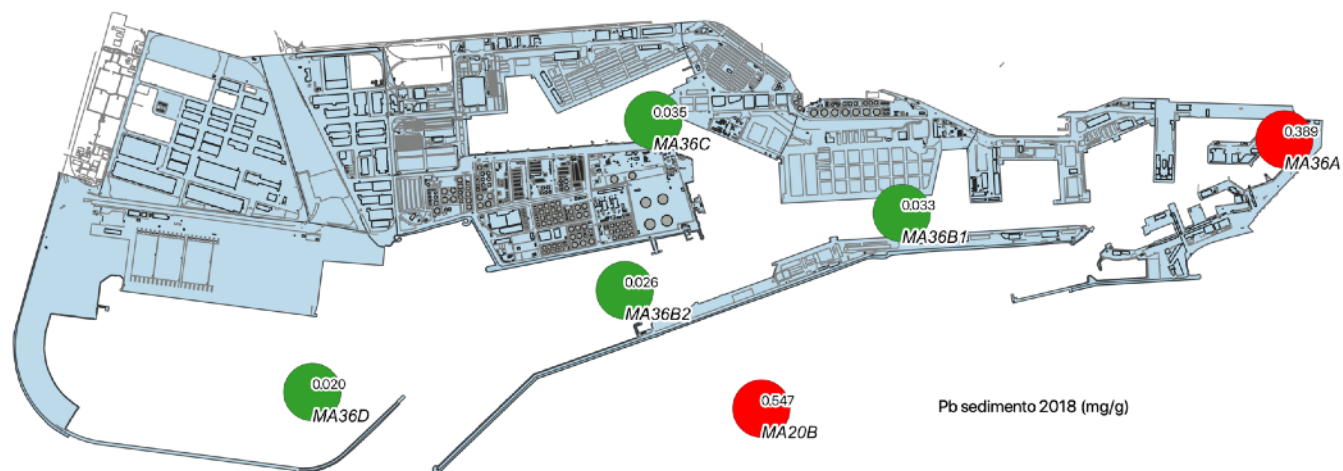
Mapa 12. Mercurio en sedimentos (mg/g) 2018

La concentración de mercurio en los sedimentos analizados supera el NAB (0,00071 mg/g) en la estación MA36A y el NAA (0,00035  $\mu\text{g/g}$ ) en MA36D y MA20B. Las restantes estaciones de muestreo presentan concentraciones inferiores que oscilan, entre 0,0001 y 0,00019 mg/g, por debajo del NAA.

Punto	Hg
MA20B	0,0005
MA36A	0,0020
MA36B1	0,0002
MA36B2	0,0001
MA36C	0,0002
MA36D	0,0005

Tabla 15. Resumen mercurio (mg/g) 2018

Plomo



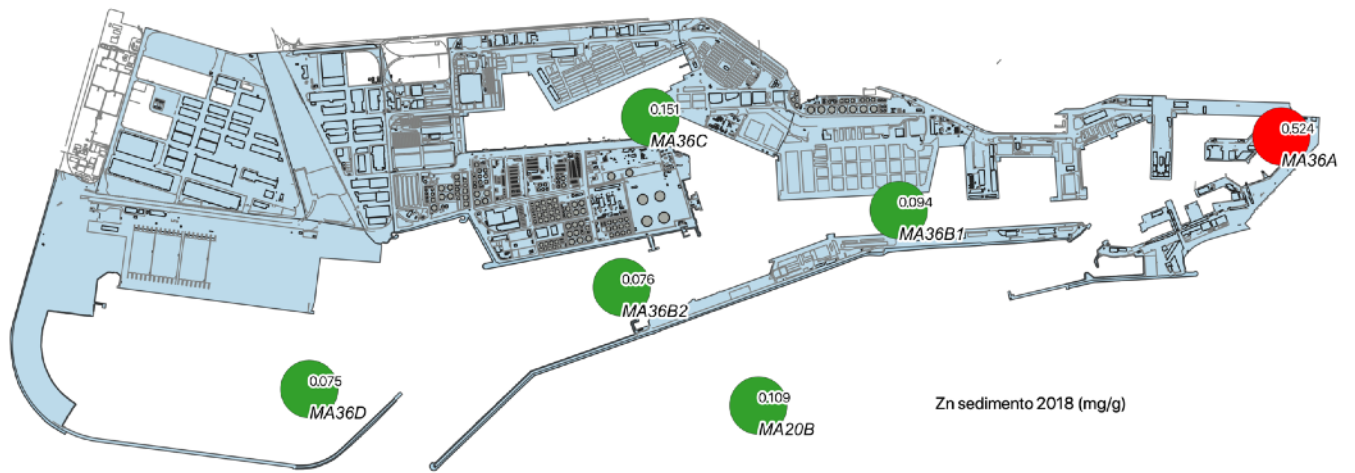
Mapa 13. Plomo en sedimentos (mg/g) 2018

La concentración de plomo en los sedimentos supera el NAA (0,080 mg/g) en MA36A (0,54 mg/g) y MA20B (0,54 mg/g). En las estaciones de muestreo la concentración oscila entre 0,02 y 0,03 mg/g.

Punto	Pb
MA20B	0,5470
MA36A	0,3890
MA36B1	0,0330
MA36B2	0,0260
MA36C	0,0350
MA36D	0,0200

Tabla 16. Resumen plomo(mg/g) 2018

Zinc



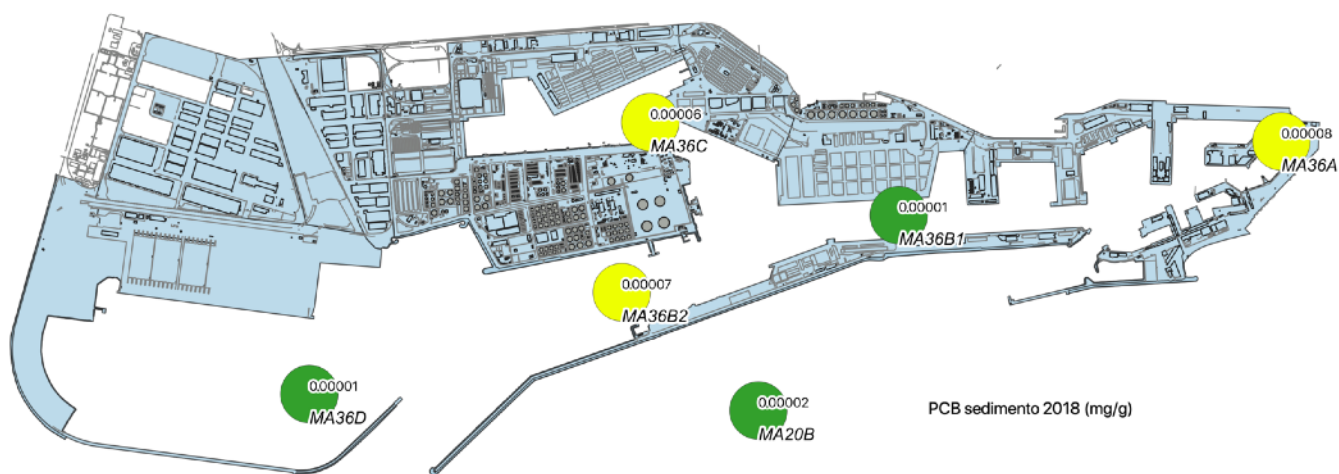
Mapa 14. Zinc en sedimentos (mg/g) 2018

La concentración de zinc en los sedimentos supera el NAB (0,41 mg/g) en la estación MA36A (395 mg/g), apreciándose una gran diferencia respecto a las demás estaciones con concentraciones entre 0,07 y 0,15 mg/g.

Punto	Zn
MA20B	0,1090
MA36A	0,5240
MA36B1	0,0940
MA36B2	0,0761
MA36C	0,1510
MA36D	0,0755

Tabla 17. Resumen zinc mg/g) 2018

Policlorobifenilos (PCB's)



Mapa 15. PCB's en sedimentos (mg/g) 2018

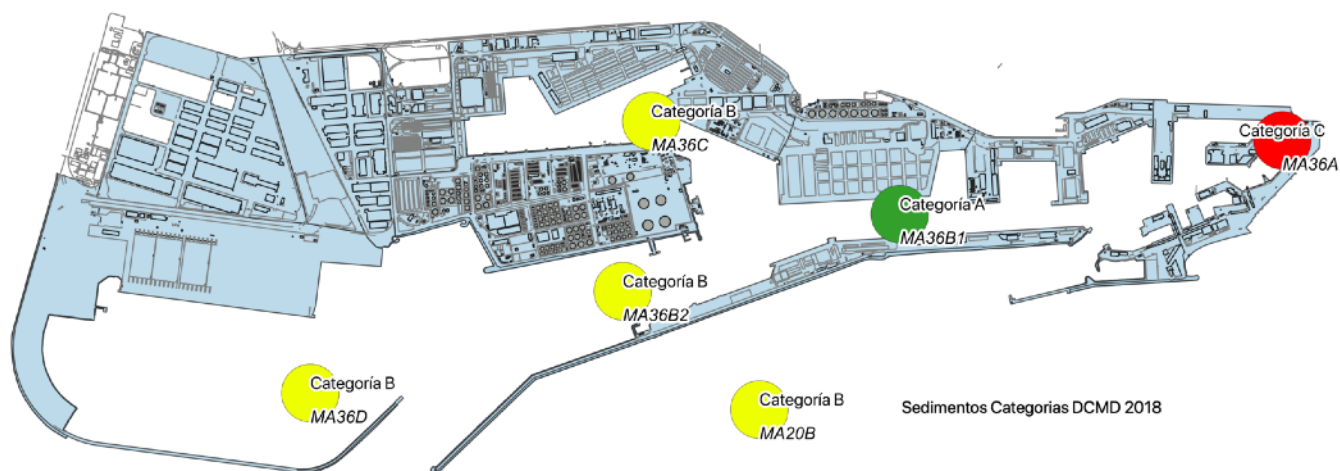
Los datos que se reflejan en la tabla y el gráfico de PCB son la suma de los congéneres IUPAC números 28, 52,101, 118, 138, 153 y 180.

El sumatorio de concentración de PCB's en los sedimentos portuarios supera el NAA (0,00005 mg/g) en la estación de muestreo MA36A (0,114 µg/g) MA36B2 y MA36C. Las restantes estaciones de muestreo presentan una concentración de PCB's menor que oscila entre 0,0065 y 0,047 µg/g.

Punto	Suma_PCB
MA20B	0,000017
MA36A	0,000084
MA36B1	0,000006
MA36B2	0,000069
MA36C	0,000059
MA36D	0,000006

Tabla 18.. Resumen PCB (mg/g) 2018

## Categorías DCMD sedimentos



Mapa 16. Categorías DCMD de los sedimentos 2018

Para asignar una categoría a los sedimentos, se han utilizado los niveles de acción que figuran en las DCMD que clasifican los materiales en tres categorías diferentes (A, B y C) según la concentración del contaminante correspondiente.

Según estos criterios los sedimentos de las estaciones de muestreo MA36B1 se clasifican como materiales de categoría A, la estación MA36B2, MA36C, MA36D y MA20B se clasifican como material de categoría B, y los sedimentos de la estación MA36A se clasifica como material de categoría C.

Punto	Cu	Hg	Pb	Zn	Suma_PCB	Categoría DCMD
MA20B	Categoría A	Categoría B	Categoría C	Categoría A	Categoría A	Categoría B
MA36A	Categoría C	Categoría C	Categoría C	Categoría C	Categoría B	Categoría C
MA36B1	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría A
MA36B2	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría B	Categoría B
MA36C	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría B	Categoría B
MA36D	Categoría A	Categoría B	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría B

Tabla 19. Categorías de los sedimentos 2018

En conclusión, se puede afirmar que en la estación MA36A el sedimento analizado presenta fuerte contaminación por cobre, mercurio plomo y zinc y moderada de PCB's; la estación MA36B1 no presentan contaminación destacable y el resto de estaciones (MA36B2, MA36C, MA36D y MA20B) presentan contaminación moderada en alguno de estos contaminantes.

## 4. Elementos Biológicos

### 4.1. Fitoplancton

En este apartado se utilizan los indicadores recogidos en el documento Protocol d'avaluació de l'estat ecològic i químic de les aigües costaneres, de la ACA, administració ambiental competente y responsable de la aplicación de la DMA en la demarcación hidrográfica de Conques internes de Catalunya.

#### Clorofila a

La clorofila es el pigmento fotosintético mayoritario de los productores primarios, que permite hacer una estimación de la biomasa fitoplanctónica, indicador que se utiliza en la mayor parte de normativas relativas a los mares y océanos, siempre relacionada con posibles problemáticas originadas por enriquecimiento con nutrientes o eutrofización

Los valores de la Clorofila-a oscilan entre 0,15 y 1,8 µg/L en aguas abiertas, y de entre 0,43 y 9,07 µg/L en las abrigadas. Es en agosto donde se hayan los máximos de clorofila a y los mínimos en diciembre; en cambio, en aguas abiertas el máximo de clorofila se encuentra en marzo. En promedio la clorofila en cada estación de muestreo se muestra en la siguiente tabla:

Punto	Promedio Clorofila_a (ug/L) 2018
MA20B	0,68
MA36A	1,88
MA36B1	0,86
MA36B2	0,81
MA36C	1,06
MA36D	0,76

Tabla 20. Resumen clorofila a (µg/L) 2018

Para utilizar la clorofila a como indicador es necesario conocer la influencia de los aportes continentales mediante la salinidad promedio y comparándola con los siguientes valores:

- Influencia elevada: Salinidad promedio inferior a 34,5
- Influencia moderada: salinidad entre 34,5 y 37,5 PSU
- Influencia baja: Salinidad superior a 37,5

Los valores de referencia de clorofila a para masas de agua de baja influencia continental, en función de la proximidad a la costa y la profundidad (Campo Próximo y Campo Medio) son (en ug/L o mg/m<sup>3</sup>):

Valores de referencia Clorofila a					
Influencia continental elevada		Influencia continental moderada		Influencia continental baja	
Campo Próximo	Campo Medio	Campo Próximo	Campo Medio	Campo Próximo	Campo Medio
4,69	2,25	1,82	0,90	1,12	0,52

Tabla 21. Valores de referencia Clorofila a (µg/L)

El siguiente paso es calcular el EQR de Campo Próximo y Campo Medio para cada punto según la siguiente fórmula:

$$EQR = \text{Clorofila de referencia} / \text{Clorofila promedio}$$

Con estos valores se asignan los niveles de calidad del campo cercano y del campo medio de cada punto, a partir del valor de la EQR obtenido, según las tablas de evaluación para las diferentes tipologías (o Types UE) que se resumen a continuación:

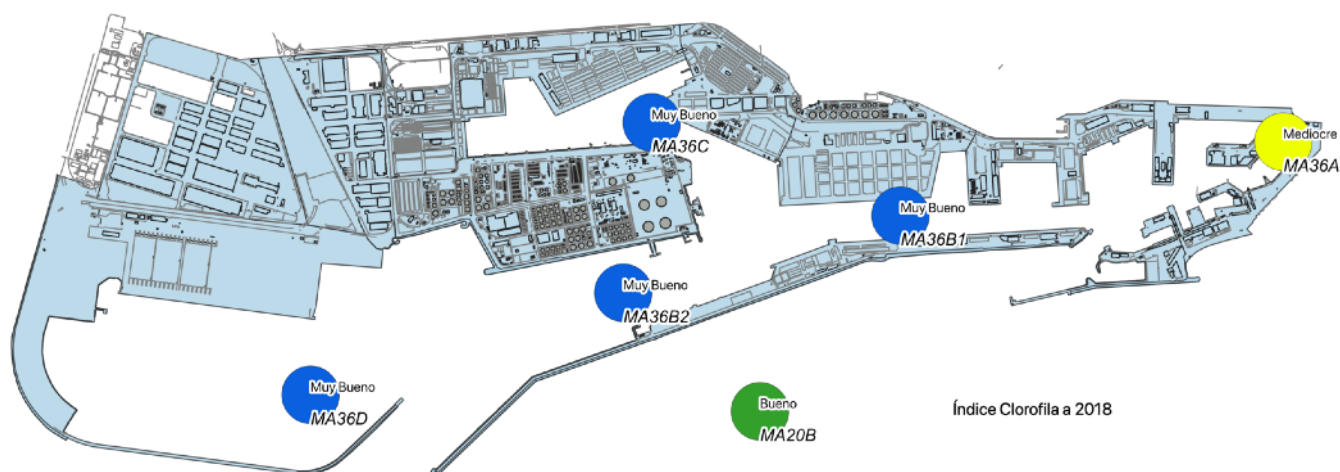
NIVEL DE CALIDAD	Influencia continental elevada	Influencia continental moderada	Influencia continental baja
Muy bueno	$EQR \geq 0,82$	$EQR \geq 0,83$	$EQR \geq 0,85$
Bueno	$0,47 \leq EQR < 0,82$	$0,54 \leq EQR < 0,83$	$0,61 \leq EQR < 0,85$
Mediocre	$0,33 \leq EQR < 0,47$	$0,40 \leq EQR < 0,54$	$0,50 \leq EQR < 0,61$
Deficiente	$0,25 \leq EQR < 0,33$	$0,33 \leq EQR < 0,40$	$0,42 \leq EQR < 0,50$
Malo	$EQR < 0,25$	$EQR < 0,33$	$EQR < 0,42$

Tabla 22. Niveles de calidad según EQR de clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )

Con estas herramientas ya se puede evaluar el nivel de calidad de cada estación de muestreo:

Punto	Promedio Salinidad (PSU) 2018	Influencia Continental	Referencia	Valor Referencia Clorofila	Promedio Clorofila_a ( $\mu\text{g/L}$ ) 2018	EQR	Nivel Calidad Clorofila 2018
MA20B	38,118	Influencia Baja	Campo Medio	0,52	0,68	0,768	Bueno
MA36A	38,071	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	1,88	0,596	Mediocre
MA36B1	38,233	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	0,86	1,309	Muy Bueno
MA36B2	38,253	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	0,81	1,383	Muy Bueno
MA36C	38,191	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	1,06	1,052	Muy Bueno
MA36D	38,097	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	0,76	1,483	Muy Bueno

Tabla 23. Niveles de calidad según promedio clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) 2019



Mapa 17. Valoración del nivel de calidad de Clorofila a en agua ( $\text{mg/m}^3$ ) 2018

## 4.2. Macroinvertebrados bentónicos

### Índice MEDOCC

Existen varios índices para evaluar la calidad ambiental basados en el estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de fondos blandos. Para las estaciones muestreadas dentro del Puerto de Barcelona y la zona exterior se ha aplicado el índice MEDOCC (Pinedo et al. 2015), desarrollado por investigadores del Centro de Estudios Avanzados de Blanes CEAB-CSIC.

La base del índice MEDOCC, es la capacidad que tienen los organismos de responder a las variaciones en el enriquecimiento en materia orgánica según la sucesión descrita por Pearson & Rosenberg (1978).

La metodología se basa en asignar un grupo ecológico en cada una de las especies de macroinvertebrados presentes en la comunidad según la bibliografía existente y el criterio experto: GE1: especies sensibles; GE2: especies indiferentes; GE3: especies tolerantes y GE4: especies oportunistas. A partir de la abundancia de las especies se calcula el valor del índice MEDOCC.

$$MEDOCC = [(0 \times \%GE1) + (2 \times \%GE2) + (4 \times \%GE3) + (6 \times \%GE4)]/100$$

### Condiciones de referencia

Para que las valoraciones obtenidas con las métricas o índices escogidos sean comparables entre los diferentes elementos o entre diferentes métodos utilizados en un mismo elemento, la DMA propone trabajar con los Ecological Quality Ratios (EQRs), que representan la relación entre los valores observados en el medio y los valores de referencia para el índice en cuestión. La escala de los EQRs varía entre 0 y 1, siendo el EQR más cercano a 1 lo que más se parezca al valor observado en la referencia, y más cercano a 0 lo que más alejado esté de esta condición (European Commission, 2000 y 2005). De esta manera se relaciona el estado ecológico medido en la zona de estudio con el estado ecológico potencial, es decir el mejor estado ecológico que se podría alcanzar en aquella zona.

El CEAB ha trabajado con condiciones de referencia en aguas costeras de la costa catalana y las masas de agua de transición muy modificadas (como las del puerto). Es decir, la condición de referencia, en este caso máximo potencial ecológico, de la masa de agua del puerto se ha definido empíricamente en base a las comunidades de macrofauna bentónica que se han encontrado.

Así, para el grupo de estaciones de aguas abrigadas se aplica un valor de MEDOCC = 2,4 (25% de especies sensibles, 40% de especies indiferentes, 25% de especies tolerantes y 10% de especies oportunistas) obtenida con los datos obtenidos en el muestreo de 2018. En aguas abiertas se ha aplicado la misma condición de referencia que en el resto de la costa catalana (MEDOCC = 0,2).

Los valores obtenidos como referencia del índice MEDOCC y EQR para establecer el estado/potencial ecológico para aguas litorales costeras y de transición figuran en la siguiente tabla:

Estado/Potencial Ecológico	MEDOCC (0-6)	EQR
Muy bueno	$0 < MEDOCC < 1,60$	$EQR > 0,73$
Buena	$1,6 \leq MEDOCC < 3,2$	$0,47 < EQR \leq 0,73$
Mediocre	$3,20 \leq MEDOCC < 4,77$	$0,20 < EQR \leq 0,47$
Deficiente	$4,77 \leq MEDOCC < 5,5$	$0,08 < EQR \leq 0,20$
Malo	$5,50 \leq MEDOCC \leq 6$	$EQR \leq 0,08$

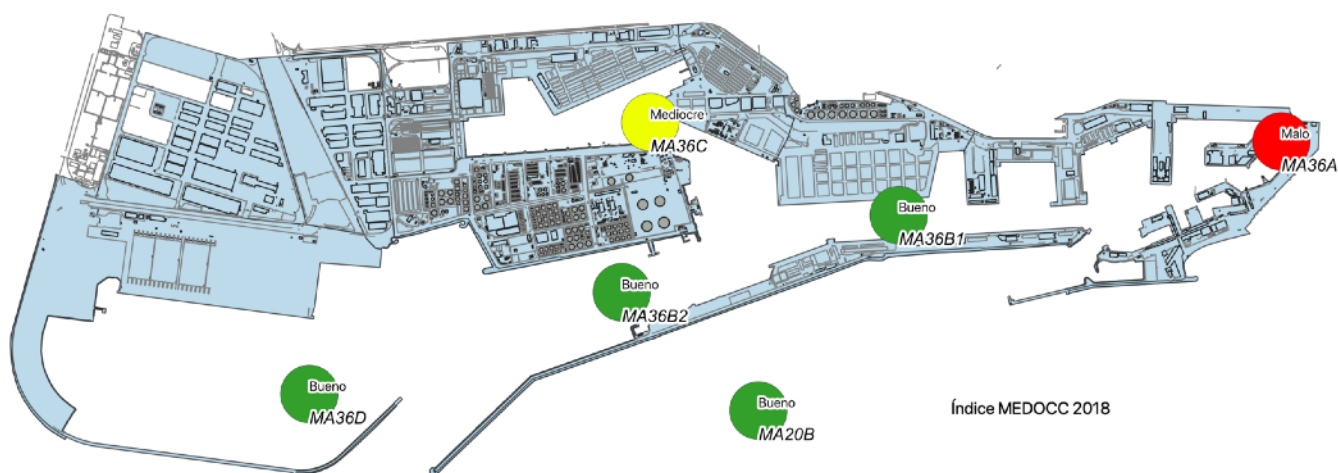
Tabla 24. Criterios de valoración MEDOCC y EQR

Con la Tabla 26 se pueden asignar el estado ecológico/potencial ecológico de los sedimentos muestreados en 2019 en el puerto:



Punto	Condicion de Referencia	MEDOCC	EQR	Estado/Potencial ecológico 2018
MA20B	0,2	2,16	0,66	Bueno
MA36A	2,4	5,80	0,06	Malo
MA36B1	2,4	3,55	0,68	Bueno
MA36B2	2,4	3,43	0,71	Bueno
MA36C	2,4	5,15	0,24	Mediocre
MA36D	2,4	3,51	0,69	Bueno

Tabla 25. Clasificación sedimentos portuarios según los datos de 2018



Mapa 18. Índice MEDOCC de la comunidad bentónica 2018

## 5. Conclusiones

La valoración de las aguas portuarias por estación de muestreo se resume en la siguiente tabla que engloba todos los índices y niveles de calidad de cada grupo de parámetros ya mostrados:

Punto	índice FAN (físicoquímica aguas)	Calidad Química Agua (físicoquímica aguas)	Categoría DCMD (físicoquímica sedimentos)	Nivel de Calidad Clorofila a (Elementos Biológicos)	Índice MEDOCC Bentos (Elementos Biológicos)
MA20B	Bueno	Buena	Categoría B	Bueno	Bueno
MA36A	Mediocre	Mala	Categoría C	Mediocre	Malo
MA36B1	Mediocre	Mala	Categoría A	Muy Bueno	Bueno
MA36B2	Mediocre	Buena	Categoría B	Muy Bueno	Bueno
MA36C	Deficiente	Mala	Categoría B	Muy Bueno	Mediocre
MA36D	Deficiente	Buena	Categoría B	Muy Bueno	Bueno

Tabla 26. Indicadores utilizados para determinar el estado ecológico de las masas de agua portuaria.

Las actividades portuarias, la intensa urbanización y uso del territorio donde se ubica el puerto de Barcelona tienen sus consecuencias en la calidad del medio marino con una reducción del nivel de calidad. Esto es especialmente remarcable en la estación más interior, Port Vell (MA36A), pero también se muestra en el resto del puerto, con niveles no óptimos en la calidad físico-química de aguas y sedimentos.

En cuanto a los indicadores biológicos, la clorofila a y el índice MEDOCC de las comunidades bentónicas, sí que muestran un nivel aceptable de calidad en las aguas abrigadas, con la excepción de la zona de Port Vell.

Las aguas abiertas son de mejor calidad, con la excepción de los sedimentos, que hacen bajar su clasificación en esta matriz ambiental.

Junio 2020