



# EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO DM ESTRECHO Y ALBORÁN

Tercer ciclo de estrategias marinas

## ANÁLISIS DE PRESIONES E IMPACTOS



Cofinanciado por  
la Unión Europea



VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO  
MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Fondos Europeos

ESTRATEGIAS  
MARINAS  
Protegiendo el mar para todos



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



**Aviso legal:** Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

**Edita:** © Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Madrid 2024.

**NIPO:** 665-25-050-2

**Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:** <https://cpage.mpr.gob.es>

**MITECO:** [www.miteco.es](http://www.miteco.es)



## **Autores del documento**

### **CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS. CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS (CEDEX-CEPYC)**

- Isabel María Moreno Aranda
- Pilar Zorzo Gallego
- Carla Murciano Virto
- Manuel Antequera Ramos
- Carmen Yagüe Muñoz
- Francisco Pérez del Sastre
- Ana Molina Marín
- José María Grassa Garrido
- Patricia Martín Gómez
- Marta Jiménez Saavedra

### **ASISTENCIA TÉCNICA DE TRAGSATEC**

- Miguel Gómez-Leal Martín
- Raúl Caballero García

### **COORDINACIÓN GENERAL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (SUBDIRECCIÓN GENERAL PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR)**

- Itziar Martín Partida
- Marta Martínez-Gil Pardo de Vera
- Lucía Martínez García-Denche
- Francisco Martínez Bedia
- Carmen Francoy Olagüe

### **COORDINACIÓN CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS. CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS (CEDEX-CEPYC)**

- José Francisco Sánchez González



## ÍNDICE

<b>Autores del documento .....</b>	<b>3</b>
------------------------------------	----------

### **PRESIONES FÍSICAS**

<b>1. Perturbaciones físicas (ESAL-PF-01).....</b>	<b>9</b>
1.1. Caracterización de la presión.....	9
1.1.1. Descripción de la presión .....	9
1.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	9
1.2. Fuentes de información.....	30
<b>2. Pérdidas físicas (ESAL-PF-02).....</b>	<b>31</b>
2.1. Caracterización de la presión.....	31
2.1.1. Descripción de la presión .....	31
2.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	31
2.2. Enfoque DPSIR.....	42
2.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	42
2.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	42
2.2.3. Efectos transfronterizos.....	42

### **PRESIONES BIOLÓGICAS**

<b>3. ESAL-PB-02. Introducción de organismos patógenos microbianos.....</b>	<b>44</b>
3.1. Caracterización de la presión.....	44
3.1.1. Descripción de la presión .....	44
3.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	45
3.2. Enfoque DPSIR.....	49
3.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	49
3.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	49
3.2.3. Efectos transfronterizos.....	49
3.2.4. Descriptores afectados .....	49
3.3. Fuentes de información.....	50

### **PRESIONES POR APOORTE DE SUSTANCIAS, BASURAS Y ENERGÍA**

<b>4. ESAL-PSBE-02. Aporte de materias orgánicas: Fuentes difusas y fuentes puntuales.....</b>	<b>52</b>
4.1. Caracterización de la presión.....	52
4.1.1. Descripción de la presión .....	52
4.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	52
4.2. Enfoque DPSIR.....	57
4.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	57





4.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	57
4.2.3. Efectos transfronterizos.....	58
<b>5. ESAL-PSBE-03. Aporte de otras sustancias: fuentes difusas, fuentes puntuales, deposición atmosférica, incidentes graves .....</b>	<b>59</b>
5.1. Caracterización de la presión.....	59
5.1.1. Descripción de la presión .....	59
5.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	60
5.2. Enfoque DPSIR .....	79
5.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	79
5.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	79
5.2.3. Efectos transfronterizos.....	80
5.3. Fuentes de información.....	81
<b>6. ESAL-PSBE-04. Aporte de basuras (basuras sólidas, incluidas microbasuras) .....</b>	<b>82</b>
6.1. Caracterización de la presión .....	82
6.1.1. Descripción de la presión .....	82
6.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	82
6.2. Enfoque DPSIR .....	89
6.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	89
6.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	89
6.2.3. Efectos transfronterizos.....	89
6.3. Fuentes de información.....	90
<b>7. ESAL-PSBE-06. Aporte de otras fuentes de energía: vertidos térmicos .....</b>	<b>91</b>
7.1. Caracterización de la presión.....	91
7.1.1. Descripción de la presión .....	91
7.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	92
7.2. Enfoque DPSIR .....	96
7.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	96
7.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	96
7.2.3. Efectos transfronterizos.....	96
7.2.4. Descriptores afectados .....	96
7.3. Fuentes de información.....	97
<b>8. ESAL-PSBE-07. Aporte de agua: fuentes puntuales (por ejemplo, salmuera).....</b>	<b>98</b>
8.1. Caracterización de la presión.....	98
8.1.1. Descripción de la presión .....	98
8.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	99
8.2. Enfoque DPSIR .....	102
8.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	102
8.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	102
8.2.3. Efectos transfronterizos.....	102
8.3. Fuentes de información.....	103



---

## PRESIONES FÍSICAS



Las actividades humanas pueden inducir 4 tipos de presiones físicas sobre el fondo marino:

- ◆ Abrasión: raspado del sustrato sin eliminación de sedimentos.
- ◆ Deposición: acumulación, vertido o aporte de sedimentos sobre los sustratos existentes.
- ◆ Eliminación: retirada neta de sustrato del fondo marino (por ejemplo, extracción de áridos, dragado de sedimentos, socavación alrededor de instalaciones).
- ◆ Sellado: recubrimiento del sustrato original con estructuras artificiales u otros materiales alóctonos.

Los dos primeros tipos de presión (abrasión y deposición) dan lugar a perturbaciones físicas y pueden llegar a provocar pérdidas físicas en función de la intensidad y/o persistencia de la presión. La eliminación y el sellado implican directamente una pérdida física.

La perturbación física implica modificaciones del fondo marino en su perfil o en su naturaleza. Si bien las perturbaciones producidas por estas actividades son temporales o reversibles, producen alteración de los hábitats y comunidades bentónicas.

Por otra parte, se entiende por pérdidas físicas en los ecosistemas marinos la desaparición o modificación permanente del sustrato o de hábitats motivada por el sellado, así como la variación del perfil del fondo por la retirada neta de sustrato.

En este contexto, el término permanente, que diferencia las pérdidas físicas de las perturbaciones físicas, ha sido definido en el Grupo de Trabajo de Fondos Marinos (TG Seabed) creado por la Comisión Europea en el marco de la Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina, DMEM) valorando si los impactos producidos son o no reversibles. Para que un cambio sea clasificado como permanente, y por tanto la presión se considere como pérdida física, debe cumplirse al menos una de las siguientes condiciones:

- ◆ La reversión de los efectos requiere de la intervención humana.
- ◆ Las tasas de recuperación natural son desconocidas o no están documentadas, o superan los 12 años.

Considerando las pérdidas físicas, el sellado de los fondos marinos viene provocado por la instalación sobre el sustrato de diferentes infraestructuras ocupando parte del mismo. También se considera sellado el recubrimiento del fondo con material alóctono. El sellado implica, por tanto, una ocupación del sustrato que puede ser considerada permanente, provocando la desaparición de las comunidades bentónicas que viven en el fondo ocupado. Entre las infraestructuras marítimas que producen sellado se encuentran:

- ◆ Las infraestructuras portuarias.

Las infraestructuras de defensa costera, fundamentalmente las transversales como espigones, y los diques exentos.

- ◆ Los arrecifes artificiales que se instalan sobre fondo marino con diferentes fines.
- ◆ Las plataformas de exploración y explotación de hidrocarburos.
- ◆ Los parques eólicos marinos (espacios cimentados sobre el fondo).
- ◆ Otras infraestructuras instaladas mar adentro, como plataformas científico-técnicas.
- ◆ La creación de playas artificiales.

Entre las actividades que producen la modificación del perfil de fondo y, en ocasiones también su naturaleza, debido a la retirada de sedimentos se encuentran:

- ◆ La extracción de sedimentos del fondo marino ya sea para regeneración de playas, para aumentar o mantener el calado de los puertos o como material de relleno para infraestructuras portuarias. Son varios los sistemas que se emplean en la extracción de materiales, dejando en los fondos marcas de diferente naturaleza. Así, por ejemplo, la succión de arrastre genera surcos menos



profundos pero que ocupan una mayor superficie que la succión estacionaria, donde los socavones son más localizados. La morfología final del lecho marino depende también del tipo de sustrato (arena o grava) y de la capacidad de las corrientes locales para redistribuir el sedimento.

- ♦ Dentro de las actividades de reestructuración del litoral con el fin de proteger la costa frente al cambio climático se considera que el trasvase de sedimentos entre playas diferentes supone una extracción de sedimentos. Por el contrario, las reacomodaciones de áridos en la misma playa se considera que generan una alteración del sistema, ya que no se produce una retirada del sedimento como tal, sino su recolocación.

Para las perturbaciones físicas se han considerado las siguientes actividades que pueden producir una modificación del fondo marino tanto en su perfil como en su naturaleza:

- ♦ Cables submarinos por la remoción de sedimentos creada al enterrar estas infraestructuras.
- ♦ Instalaciones de acuicultura por la acumulación de sedimentos que se produce por debajo de las instalaciones acuícolas.
- ♦ Fondeo de embarcaciones comerciales y deportivas por la abrasión del fondo provocada por las estructuras de fondeo.
- ♦ Vertido de material dragado por la deposición de sedimentos sobre los sustratos existentes
- ♦ aporte de áridos a playas por la deposición de sedimentos sobre los sustratos existentes.
- ♦ Pesca de arrastre por la abrasión del fondo marino producida por las artes de pesca de arrastre.

En este tercer ciclo de estrategias marinas se dispone de mejor información que en ciclos anteriores sobre la localización de las actuaciones que causan pérdidas o perturbaciones. Por un lado, porque se ha realizado un gran esfuerzo para establecer los mecanismos para recopilar esta información, que anteriormente no era solicitada de forma tan pormenorizada para algunas actividades. Sin embargo, todavía se siguen encontrando algunas limitaciones para estimar la superficie de fondo marino afectada por pérdida física, ya que en ocasiones los promotores o autoridades competentes:

1. No disponen de información geográfica de la zona afectada.
2. No se facilita como un polígono, sino como punto o tramo.
3. Proporcionan planos de detalle como imagen que son difíciles de georreferenciar por contener pocos puntos en tierra claramente identificables.
4. Ofrecen la información de proyecto, y no la superficie realmente afectada por las actuaciones..

Por otro lado, se han desarrollado mejoras de las metodologías para analizar algunos de los indicadores con el fin de caracterizar mejor, a mayor escala y con más precisión, las zonas potencialmente afectadas por perturbaciones o pérdidas, como es el caso de los fondeos, tanto comerciales como recreativos, o la pesca con artes demersales.



## 1. Perturbaciones físicas (ESAL-PF-01)

### 1.1. Caracterización de la presión

#### 1.1.1. Descripción de la presión

Esta ficha aborda las perturbaciones físicas. Su definición y la identificación de las actividades que causan esta presión se especifica en la introducción a las presiones físicas. Se describen a continuación los trabajos realizados para la cuantificación de la presión.

#### 1.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

En la valoración de la intensidad y variación espaciotemporal de esta presión sobre el medio marino se ha realizado seguimiento de las actividades humanas anteriormente mencionadas en base a los siguientes indicadores con el fin de calcular la superficie marina afectada por pérdidas físicas en el periodo 2016-2021:

- ♦ **PF-01-01.** Superficie del fondo marino perturbada por el vertido de material dragado ( $m^2$ )
- ♦ **PF-01-02.** Superficie del fondo marino perturbada por cables submarinos ( $m^2$ )
- ♦ **PF-01-03.** Superficie del fondo marino perturbada por instalaciones de acuicultura marina ( $m^2$ )
- ♦ **PF-01-04.** Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones comerciales ( $m^2$ )
- ♦ **PF-01-05.** Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones deportivas ( $m^2$ )
- ♦ **PF-01-06.** Superficie del fondo marino perturbada por pesca con artes de fondo ( $m^2$ )
- ♦ **PF-01-07.** Superficie del fondo marino perturbada por aporte de áridos a playas ( $m^2$ )

Se describen a continuación los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores mencionados. Estos deben ser interpretados con cierta cautela, teniendo en cuenta las especificaciones realizadas para cada uno de ellos.

##### 1.1.2.1. PF-01-01. Superficie del fondo marino perturbada por el vertido de material dragado ( $m^2$ ).

El vertido de material dragado al mar supone una perturbación del fondo marino por la llegada de nuevos sedimentos, que pueden tener una granulometría y composición diferente de la presente en el lugar de vertido, y también porque, entre otros efectos, puede provocar el enterramiento, total o parcial, de la biota asentada en el sustrato.

La información sobre los volúmenes de material vertido al mar y la localización de la zona en la que se produce el vertido se obtiene anualmente de diferentes fuentes. Las Autoridades Portuarias informan sobre las características de los dragados realizados por los puertos de interés general indicando, entre otros datos, los volúmenes y la localización del destino final de los materiales dragados, con especial detalle cuando han sido vertidos al mar. Para el caso de los puertos autonómicos, MITECO recopila la información de las comunidades autónomas con mediación de las capitanías marítimas.

A partir de la información recopilada de esta manera, anualmente se cumple con los requerimientos de notificación a los convenios internacionales de protección del medio marino.

Tradicionalmente, para indicar la localización del vertido al mar se proporcionaba el punto de vertido autorizado y no el área en la que la draga había realizado la operación de vertido. A partir del segundo ciclo de estrategias marinas, se adaptan los formularios enviados a las autoridades competentes



como hoja de cálculo, solicitando información sobre el área de vertido, con coordenadas o planos, para poder tener una mejor información con la que abordar este indicador.

Cuando el vertido se produce en un puerto, porque el material se reutiliza para relleno, o en una playa, para su regeneración, es más fácil ofrecer detalles sobre la localización. Por el contrario, cuando el vertido se produce en alta mar, establecer el área real de vertido es más difícil, dado que la draga realiza múltiples viajes y no siempre vierte en la misma posición. Por ello, para establecer las zonas de vertido conviven en estos momentos geometrías de tipo punto con geometrías de tipo polígono. Para estos últimos, se supone que toda la zona de vertido puede haber sido utilizada y que su fondo está perturbado por la llegada de nuevos sedimentos. No se establece área de influencia para tener en cuenta la posible dispersión por las corrientes.

Para los puntos de vertido se desconoce qué área del fondo marino se podría ver afectada, ya que depende de múltiples factores como el volumen vertido, la granulometría, la forma de realizar el vertido, la precisión en el posicionamiento en el momento de la descarga, el estado del mar, etc. Esta información va a ser utilizada en el descriptor D6 para evaluar la afección sobre los distintos tipos de hábitats, y se prefiere utilizar aquí el principio de precaución.

En el futuro está previsto desarrollar una metodología para explorar la información que se pudiese obtener a partir de las señales AIS emitidas por las dragas y evaluar si se puede obtener información más precisa para este indicador que solvante las dificultades encontradas hasta ahora.

Para la demarcación del Estrecho y Alborán se ha proporcionado para el periodo 2016-2021 un sólo punto de vertido, que han utilizado los puertos autonómicos de Estepona, La Duquesa y Marbella, y cuatro zonas donde la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras ha vertido al mar (Figura 1). En Barbate, el punto de vertido se sitúa justo en el límite entre las demarcaciones sudatlántica y del Estrecho y Alborán, y, por tanto, se menciona en ambas demarcaciones. La superficie ocupada por los polígonos de vertido es de 0,24 km<sup>2</sup>, por lo que se considera que el área del fondo marino perturbada en esta demarcación es, como mínimo, esa cantidad.

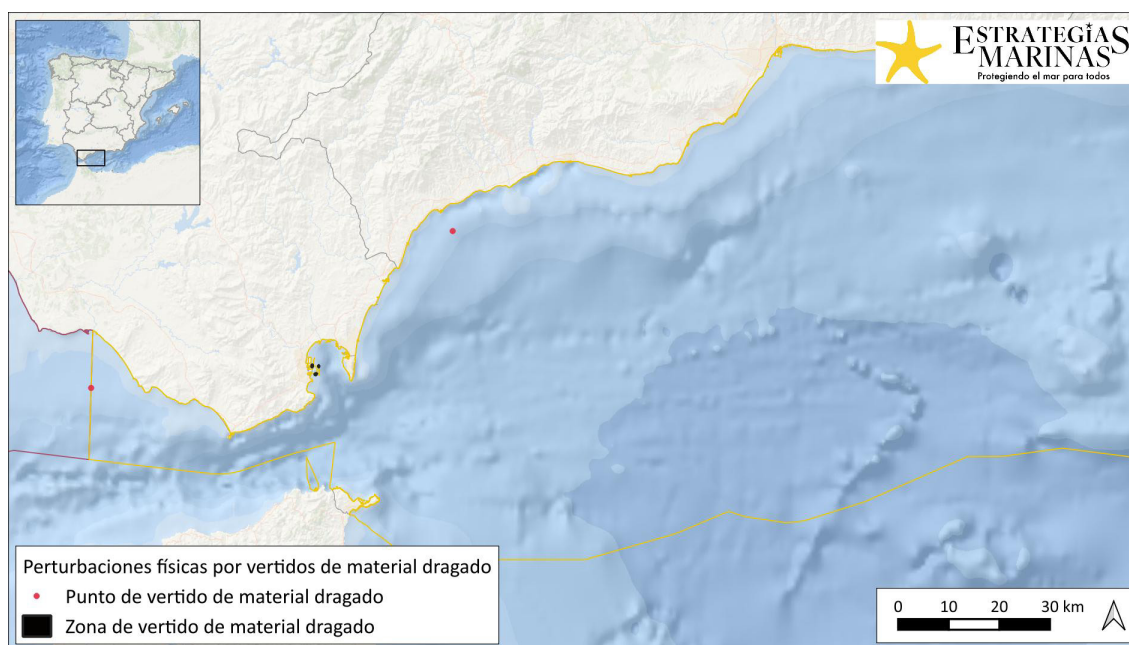


Figura 1. Localización de potenciales perturbaciones físicas por vertidos de material dragado. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de la información de Puertos del Estado y las comunidades autónomas)





### 1.1.2.2. PF-01-02. Superficie del fondo marino perturbada por cables submarinos (m<sup>2</sup>)

En la demarcación del Estrecho y Alborán, el tendido de cables submarinos incluye tanto cables de telecomunicaciones como eléctricos, predominantemente en dirección norte-sur, uniendo la península ibérica con el continente africano. Así, diversos cables conectan con las ciudades autónomas, Ceuta y Melilla, así como con Marruecos. Además, se hallan también cables tendidos en sentido este-oeste que interconectan los países ribereños del Mediterráneo con otros continentes, a través del estrecho de Gibraltar o del canal de Suez.

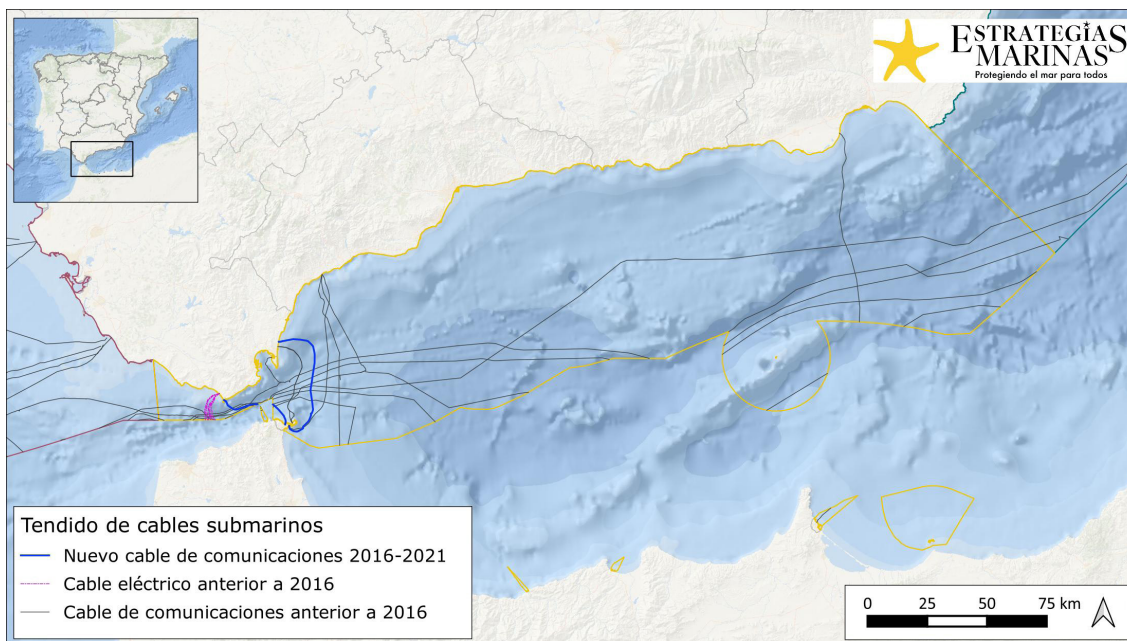


Figura 2. Ubicación aproximada de los cables tendidos en la demarcación del Estrecho y Alborán. En azul, se destacan los cables tendidos en el periodo 2016-2021. (Fuente: IHM)

Durante el periodo 2016-2021 el tendido de nuevos cables en la demarcación del Estrecho y Alborán se corresponde con la ampliación de la red de cables de fibra óptica DCI y DCII, propiedad de GTD España, denominados “Dos continentes” I y II que constituyen una doble conexión de fibra óptica, de una longitud de 95 km, entre la península (a través de los puntos de amarre de Tarifa y la Línea) y la Ciudad Autónoma de Ceuta (ficha A-12).

La superficie de fondo marino perturbada se ha determinado mediante un área de influencia de 1,5 m a ambos lados de los cables. La Tabla 1 detalla la superficie de afección sobre el fondo marino de los nuevos tendidos, sumando 259.000 m<sup>2</sup> y correspondiendo al 0,002 % de la superficie total de la demarcación.

Tabla 1. Superficie de fondo marino perturbada por los nuevos cables tendidos en la demarcación del Estrecho y Alborán en el periodo 2016-2021. (Fuente: CEDEX a partir de información de IHM)

Nombre del cable	Tipo	Superficie afectada (m <sup>2</sup> )
DCI (Ceuta-La Línea)	Fibra óptica	178.000
DCII (Tarifa-Ceuta)	Fibra óptica	81.000



### 1.1.2.3. PF-01-03. Superficie del fondo marino perturbada por instalaciones de acuicultura marina (m<sup>2</sup>)

El indicador cuantifica el área de fondo marino perturbado por las actividades de acuicultura marina, descrita en las fichas de actividad A-17. Se incluye también en este apartado las perturbaciones potenciales que se pudiesen producir por marisqueo (ficha de actividad A-13).

Se considera que la acuicultura da lugar a una perturbación del fondo marino por la sedimentación y deposición en el fondo de materia orgánica y otras partículas, tanto debajo de las instalaciones flotantes como en un perímetro cercano. En el caso de los parques de cultivo, se considera que la perturbación viene por la remoción del sustrato para la búsqueda de moluscos.

Para evaluar la superficie del fondo marino perturbada en la demarcación se han seguido diferentes criterios, en función de las distintas casuísticas observadas. Se parte de la información geográfica disponible tanto de instalaciones como de recintos. Cuando los recintos están ocupados sólo por las bateas, fijas o flotantes, o por bateas y long-lines, se le supone un área de influencia de 150 m a cada instalación individual, para así no considerar como perturbada áreas donde no hay instalaciones. Para el resto de tipos de cultivo (jaulas, etc.), se selecciona el recinto en el que se ubican donde se entiende que toda la superficie ocupada por los mismos está potencialmente perturbada. Si en un recinto se ubican bateas y otros tipos de cultivo se considera afectado el recinto completo.

En el caso del marisqueo, todas las zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas que se localizan dentro de la demarcación se consideran como superficie potencialmente afectada, puesto que no es posible saber en cuáles de ellas se marisquea habitualmente y en cuáles no.

La Figura 3 muestra la localización de las zonas potencialmente perturbadas por las actividades de acuicultura y marisqueo, mientras que en la Tabla 2 se ofrece el resumen de las superficies afectadas individualmente por cada una de estas actividades, y en conjunto, puesto que varias instalaciones de acuicultura se sitúan en zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas (Figura 4). La superficie potencialmente perturbada por acuicultura y marisqueo se estima en 629 km<sup>2</sup>.

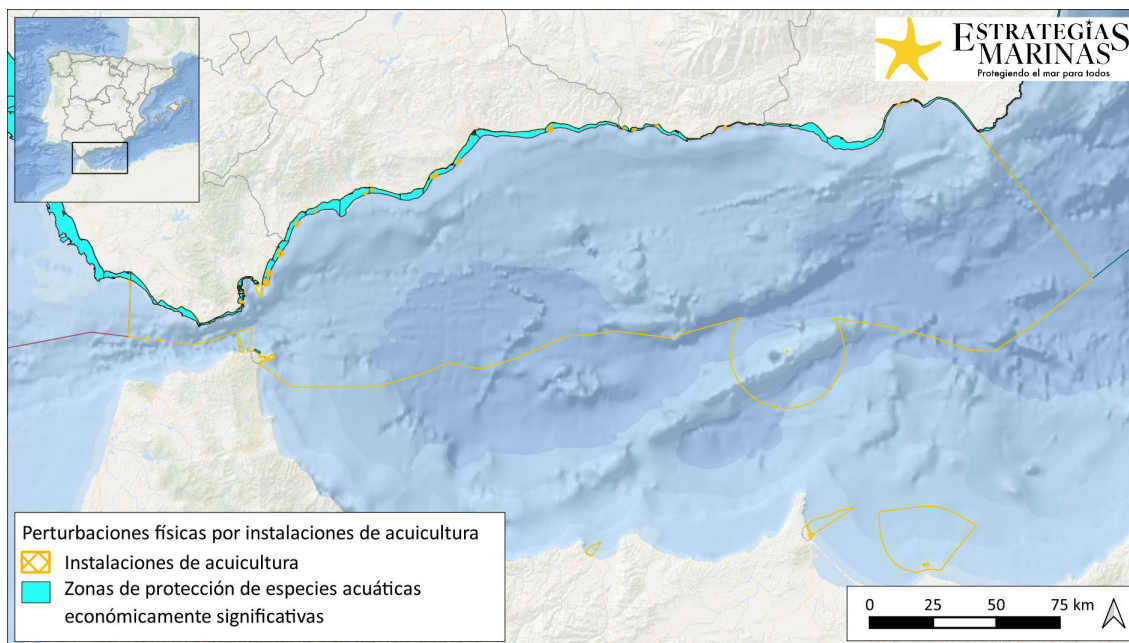


Figura 3. Localización de potenciales perturbaciones físicas por las actividades de acuicultura y marisqueo. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de la información de las fichas de actividad A-13 y A-17)





Figura 4. Ejemplo de zonas perturbadas por las actividades de acuicultura y marisqueo. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de la información de las fichas de actividad A-13 y A-17)

Tabla 2. Superficie potencialmente perturbada por actividades de acuicultura y marisqueo (km<sup>2</sup>). (Fuente: CEDEX)

Demarcación	Instalaciones de acuicultura	Zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas	Acuicultura y marisqueo	Porcentaje de la superficie de la demarcación marina potencialmente perturbada
Estrecho y Alborán	14,98 km <sup>2</sup>	628,91 km <sup>2</sup>	629,30 km <sup>2</sup>	2,29 %

#### 1.1.2.4. PF-01-04. Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones comerciales (m<sup>2</sup>)

El indicador cuantifica la superficie de fondo marino que podría verse afectada por el fondeo de embarcaciones comerciales. Se realiza a partir del tratamiento y análisis de señales emitidas por los sistemas de identificación automática que llevan instalados los buques (AIS, por sus siglas en inglés), que incluyen la geolocalización de los buques. En la ficha A-22 sobre tráfico marítimo se dan más detalles sobre este sistema y se indican los buques que obligatoriamente deben llevar este dispositivo. El CEDEX dispone de una base de datos histórica que contiene los mensajes AIS proporcionados por SASEMAR para el periodo 2012-actualidad.

Para evaluar este indicador las tipologías de buques consideradas son los siguientes buques comerciales: pasajeros (tipos 60-69 la Recomendación ITU-R M.1371-5), cargo (tipos 70-79) y tanques (tipos 80-89). El ámbito espacial analizado se corresponde con la zona II de los puertos de interés general.



El último criterio de selección considerado es que el estado de navegación indicado en el mensaje AIS sea fondeado (*navstatus=1*). El periodo de estudio comprende los años 2015-2022 y el intervalo de recuperación de datos es de 1 hora. Este intervalo se considera suficiente puesto que los buques comerciales suelen estar fondeados en los lugares habilitados para ello periodos de tiempo más amplios, de varias horas o días. Cada una de las áreas de estudio se ha discretizado usando una malla de 0,001 grados de resolución, por lo que el número final de filas y columnas del mallado dependerá del área de la zona II de cada puerto.

El resultado que se obtiene del procesado de la información anterior es el número de horas que los buques permanecen en las distintas celdas. Para facilitar la visualización se ofrecen mapas de polígonos con una duración de fondeos similar, de tal forma que los colores rojos indican una mayor ocupación temporal de la superficie marina, mayor cantidad de horas de fondeo.

A los resultados obtenidos se les realiza un control de calidad, derivado de las limitaciones de los datos empleados: el estado de navegación es un dato que la tripulación del buque introduce manualmente cuando cambia su estado, por ejemplo, de navegando a fondeado o viceversa, y no siempre lo hace en el instante preciso en el que se produce el cambio. Este control se realiza en dos fases. En la primera se utiliza la significancia estadística, y se omiten aquellos valores que están por debajo del primer cuantil de los tiempos de ocupación de cada celda, para tratar de eliminar los valores del estado de navegación incorrectamente introducidos. El intervalo restante se divide utilizando en 9 clases, que distan entre ellas un percentil de 7,5. En una segunda fase se analizan los resultados visualmente y se aplica el criterio de experto para validarlos o hacer pequeñas correcciones si fuese necesario. En este paso se utiliza también la información ofrecida por las cartas náuticas de contornos de fondeaderos.

Con esta metodología se obtiene la ocupación de los fondeaderos. No se puede conocer el número de anclas que se han lanzado al fondo en un periodo determinado, ni los daños causados, pero cabe presuponer que allí donde ha habido ocupación en superficie, ha habido también fondeo. Como ejemplo, la Figura 5 muestra la imagen del resultado obtenido en la bahía de Algeciras junto con la imagen de la carta náutica donde se delimitan las zonas de fondeo. En este caso los cuatro fondeaderos están completamente ocupados, aunque esto no siempre sucede, por lo que esta aproximación se considera más acertada a la hora de valorar la superficie perturbada que si se empleasen los polígonos de los fondeaderos.

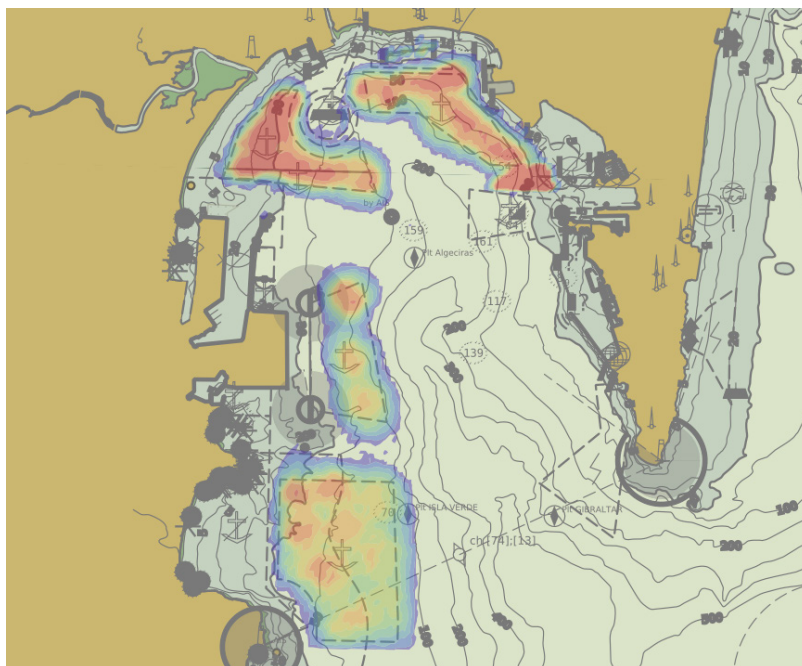


Figura 5. Fondeo comercial en los fondeaderos de la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras representados en las cartas náuticas. (Fuente: IHM y CEDEX)



Tras el análisis, y como conclusión, hay que mencionar que la superficie del fondo marino que se estima potencialmente afectada por perturbaciones físicas por fondeo comercial asciende a más de 41,5 km<sup>2</sup>. En la Figura 7 se muestra la intensidad de la ocupación de algunos puertos de interés general a modo de ejemplo.

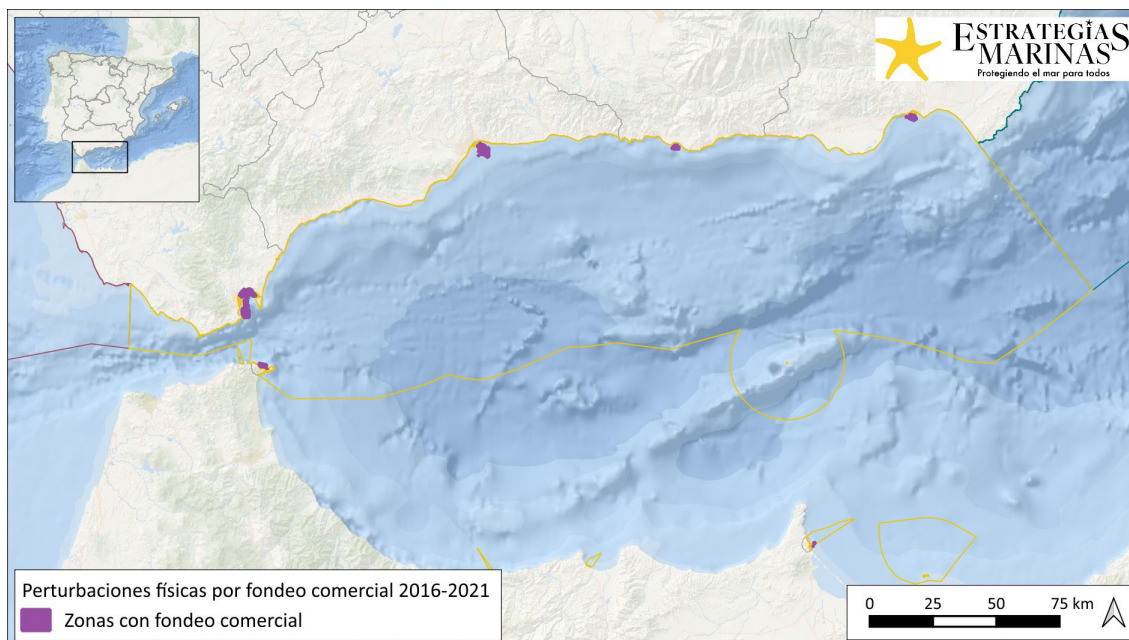
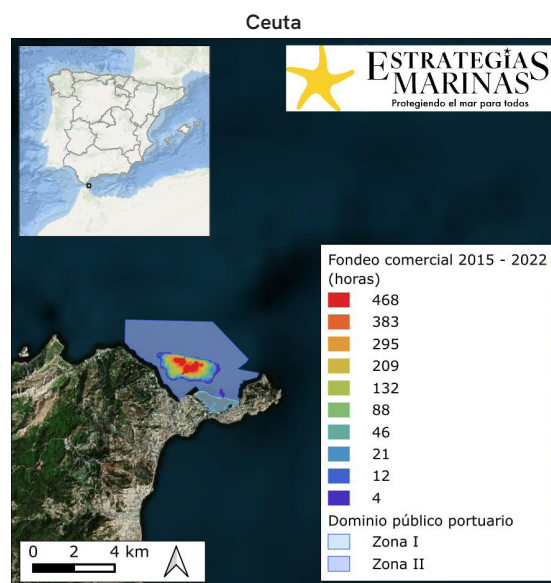
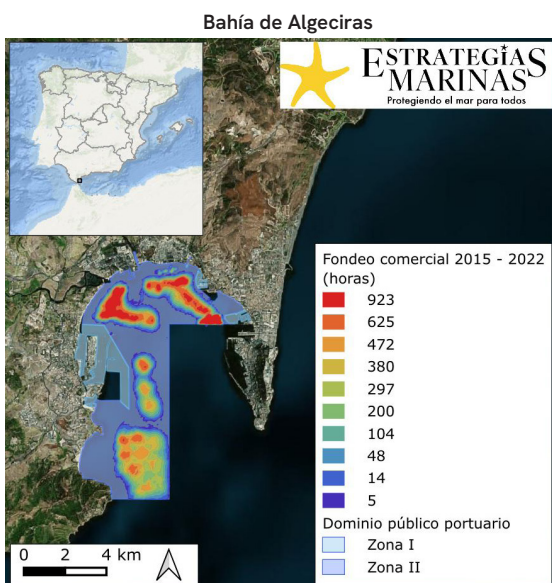


Figura 6. Zonas identificadas con potenciales perturbaciones físicas por fondeo comercial. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)





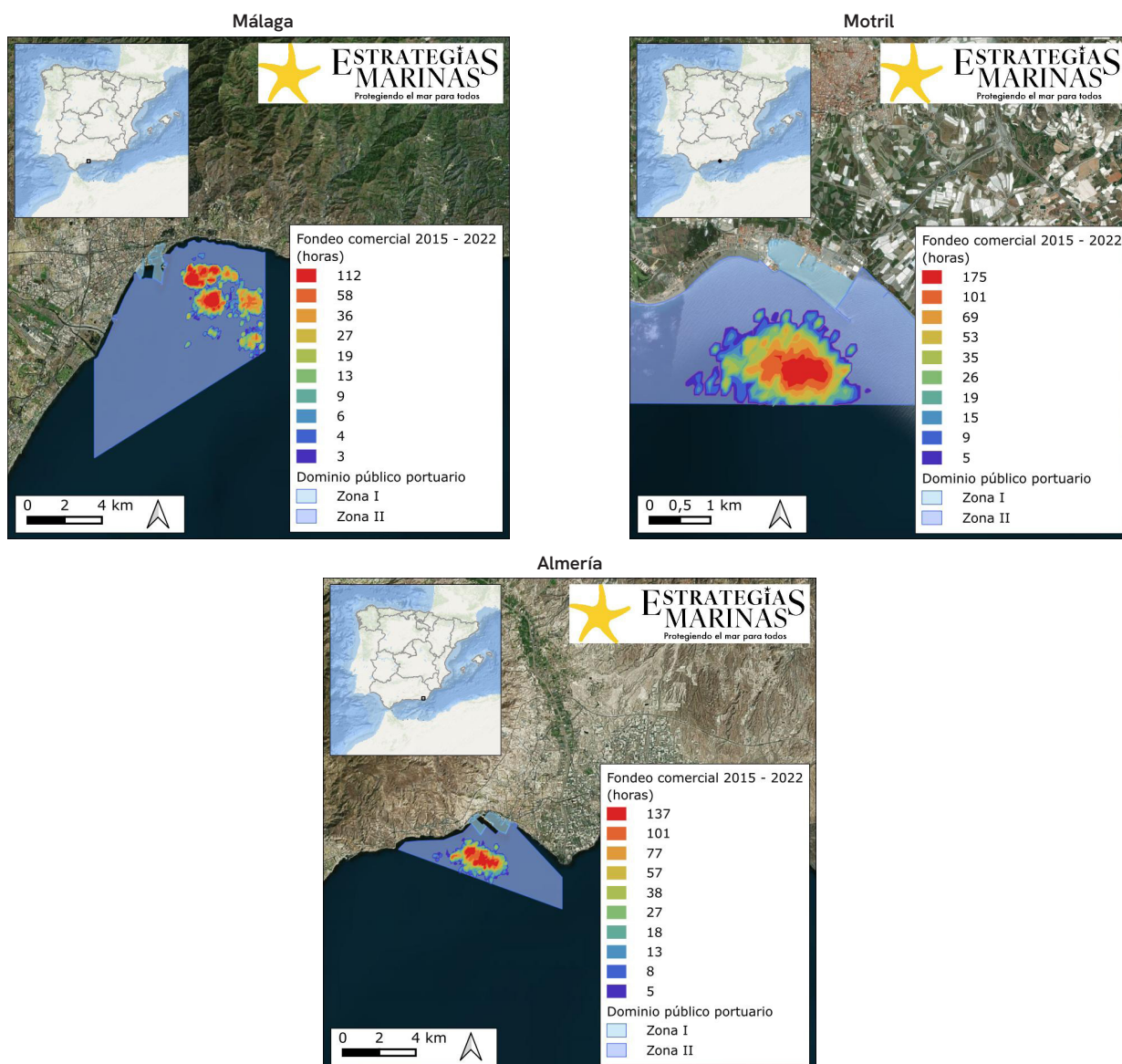


Figura 7. Horas de presencia de buques comerciales fondeados en el periodo 2015-2022. Nótese que las escalas son diferentes en cada figura.  
(Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)

#### 1.1.2.5. PF-01-05. Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones deportivas (m<sup>2</sup>)

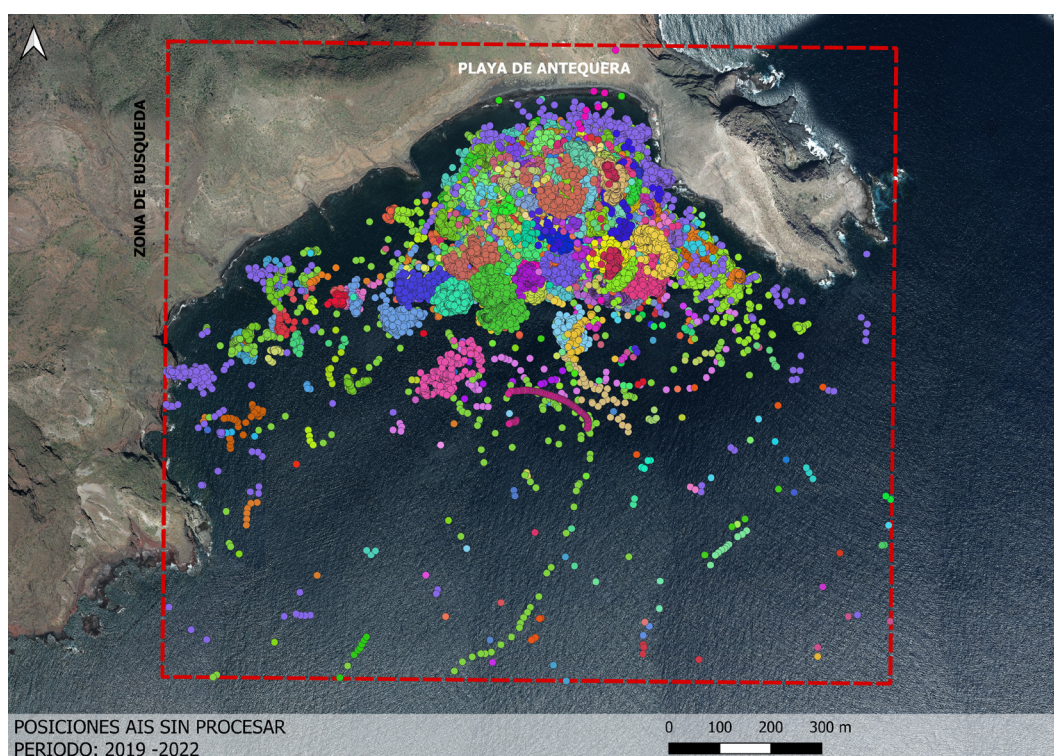
Otra de las actividades que causan una perturbación física del fondo marino es el fondeo de embarcaciones recreativas. Tanto el ancla como el arrastre de la cadena sobre el fondo originan una modificación del sustrato y la degradación de las especies que en él habitan. Esta es una actividad muy extendida por las costas españolas, y hasta hace unos años, no eran muchas las zonas habituales de fondeo donde existiesen sistemas de amarre regulado que impidiesen el impacto en los fondos. En los últimos años se está llevando a cabo una mayor regulación y vigilancia de esta actividad, realizándose estudios sobre capacidad de carga y habilitándose zonas de fondeo, permanentes o de temporada, que impidan que se causen daños.

El CEDEX ha desarrollado una metodología para identificar barcos de recreo fondeados y el área de fondo afectada por el barrido de la cadena en Canarias en el marco del proyecto europeo Advancing Maritime Spatial Planning in the Outermost Regions (MSP-OR). Parte de los trabajos de Deter et al.



(2017) para la costa azul francesa, si bien ha sido modificada para adaptarla a la casuística de la costa española. Está basada en el análisis de datos AIS de los tipos 36, navegación a vela, y 37, turismo, de la Recomendación ITU-R M.1371-5, y tiene como principal ventaja el constituir un flujo continuo de datos, del que además se dispone de una serie histórica de más de 10 años. Por el contrario, la principal limitación de esta metodología es que sólo los buques recreativos, de más de 24 m de eslora, están obligados a llevar AIS (AIS A), y en España, la mayoría de los barcos recreativos son embarcaciones de menos de 24 m de eslora, donde la instalación del sistema AIS es voluntaria (AIS B). Deter et al. (2017) estimaron que sólo 1 de cada 20 barcos recreativos disponen de sistema AIS, con un sesgo a favor de los de mayor eslora. Está pendiente todavía la verificación de este dato para España, siendo necesario hacer un cálculo de la representatividad de este método para distintas zonas de la costa.

El análisis que se realiza con esta metodología es de alta resolución espacial y temporal. Por ello se extraen todas las posiciones y datos estáticos (nombre, identificador del buque, etc.) asociados tanto a los mensajes AIS A como AIS B para el periodo considerado en la zona de estudio designada. Un ejemplo se muestra en la Figura 8.



*Figura 8. Posiciones AIS sin procesar (los distintos colores muestran diferentes barcos recreativos). (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR para el proyecto europeo MSP-OR)*

Tras la adecuación de los datos, se definen una serie de criterios para distinguir cuando un barco está fondeado de cuando no lo está: velocidad máxima del barco inferior a 1 nudo, número mínimo de 10 posiciones, tiempo mínimo de presencia o tiempo y distancia máxima entre dos posiciones consecutivas. Con ello se hace una primera selección de los buques que están fondeados y se determina el número de fondeos de cada uno de ellos y su duración. Posteriormente, para cada fondeo se realiza el ajuste de sus posiciones a una circunferencia, y se considera que su centro es la posición del ancla. Para evaluar el área barrida por la cadena se realiza la envolvente de las posiciones de fondeo, considerando también la supuesta posición del ancla (en función de si cambia la corriente de marea o la dirección del viento, el área barrida puede aparentar el círculo completo o un sector circular), y se reduce el área del polígono obtenido en 1/3, manteniendo su forma, para no considerar como afectada la zona en la que la cadena se encuentra suspendida en el agua.



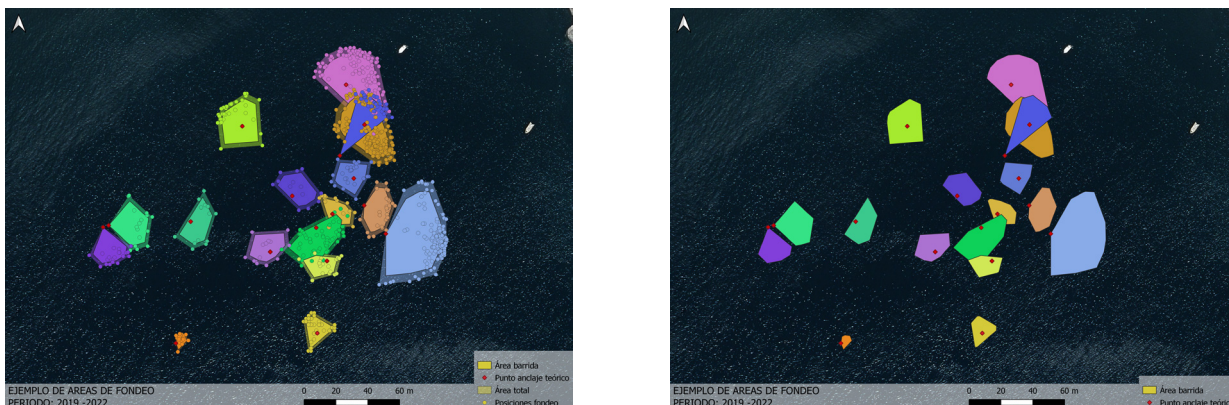


Figura 9. Posiciones AIS, envoltorio y área potencialmente perturbada (los distintos colores muestran diferentes fondos). (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR para el proyecto europeo MSP-OR)

La distribución de los fondeos se representa espacialmente en forma de malla, a través del número de anclas por celda o de la densidad de fondeos, esto es el número de veces que una celda, o parte de ella, ha sido barrida por una cadena y el tiempo que ha durado su ocupación. Otros resultados interesantes que se obtienen son un histograma de las esloras de los buques, de la duración de los fondeos, el número fondeos por días, días de la semana, meses y años, para poder evaluar las épocas de mayor ocupación de los fondeaderos.

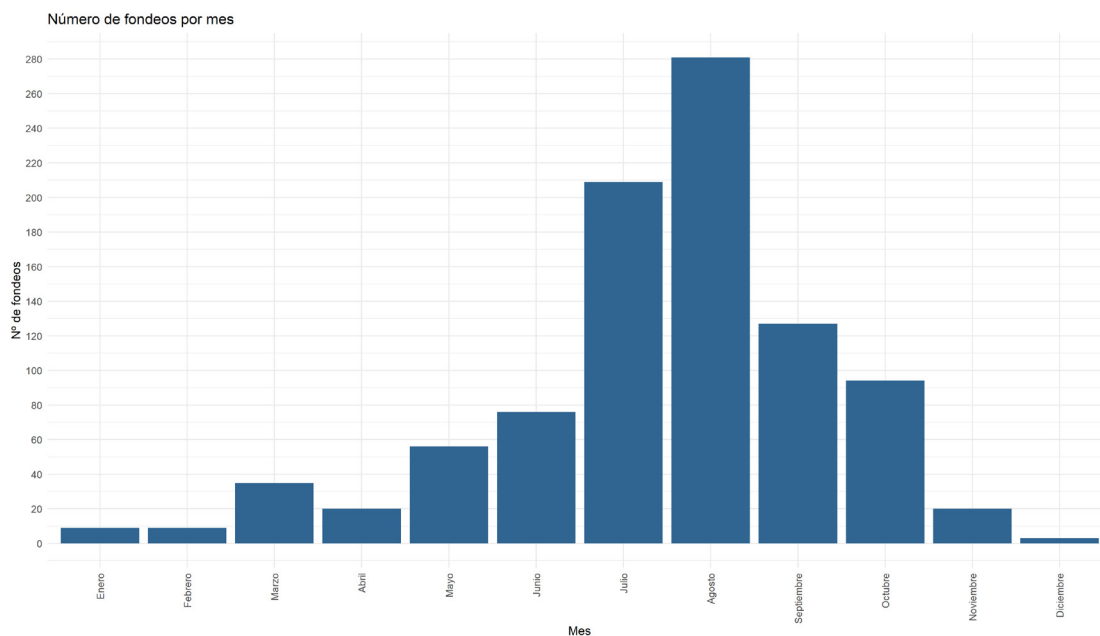
Dadas las dimensiones del litoral de la demarcación, esta metodología de detalle no puede ser aplicada en toda la demarcación, y se han seleccionado distintas zonas piloto para poder evaluar los resultados obtenidos. Se ha tratado de elegir zonas donde no existan sistemas de amarres que regulen el fondeo, para tratar de identificar las zonas potencialmente perturbadas. En el caso de la demarcación del Estrecho y Alborán, se ha seleccionado la zona comprendida entre Torrox (Málaga) y La Herradura (Almuñécar, Granada). En esta zona sí que existe una zona de fondeo regulada, la denominada Peña Parda, y según la información proporcionada por el Servicio Provincial de Costas de Granada cuenta con 6 boyas disponibles y un área de 100 m<sup>2</sup>. Esta zona de fondeo, junto con otras 7 que también se localizan en esta provincia, se muestran en la Figura 10. Para el resto de provincias y ciudades autónomas no se dispone de esta información.



Figura 10. Zonas de fondeo regulados en la provincia de Granada. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de la demarcación Provincial de Costas de Granada)



El número de posiciones AIS obtenidas para el periodo 2016-2021 en la zona piloto seleccionada es de 76.000, correspondientes a 811 barcos, con eslora más frecuente de 12 m. Después de aplicar la metodología descrita se contabilizan 924 fondeos, siendo julio y agosto los meses en los que se detecta un mayor número de ellos.



*Figura 11. Número de fondeos por meses en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)*

En cuanto a la distribución espacial, se muestran los resultados obtenidos en la zona de la Herradura por ser los más significativos. Se identifican cuatro zonas de fondeo donde los fondos marinos pueden estar potencialmente perturbados: Playa de la Herradura y Calaiza (Figura 12, playas de la izquierda) donde son esperables las mayores perturbaciones, playa de Cantarriján (playa situada en el centro de la Figura 12) y playa del Cañuelo (playa situada a la derecha de la Figura 12). Estas dos últimas playas se encuentran en el Paraje Natural Acantilados de Maro-Cerro Gordo, donde el fondeo no está permitido, salvo en las zonas de fondeo libre delimitadas (Junta de Andalucía), existiendo una en cada una de las playas mencionadas. La Figura 13 muestra la duración de la ocupación de las celdas por cadenas y anclas. Las conclusiones que se obtienen de la misma son similares a las ya expuestas.

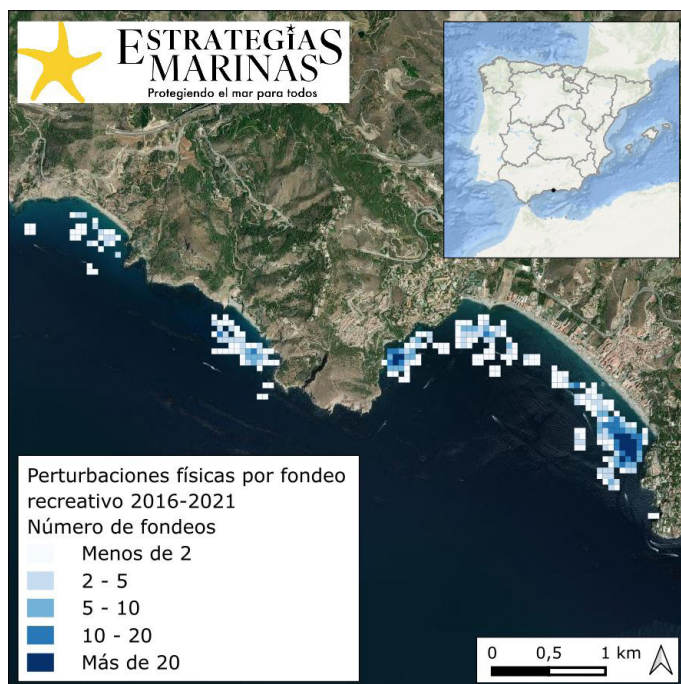


Figura 12. Número de fondeos (ancla o cadena) en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)

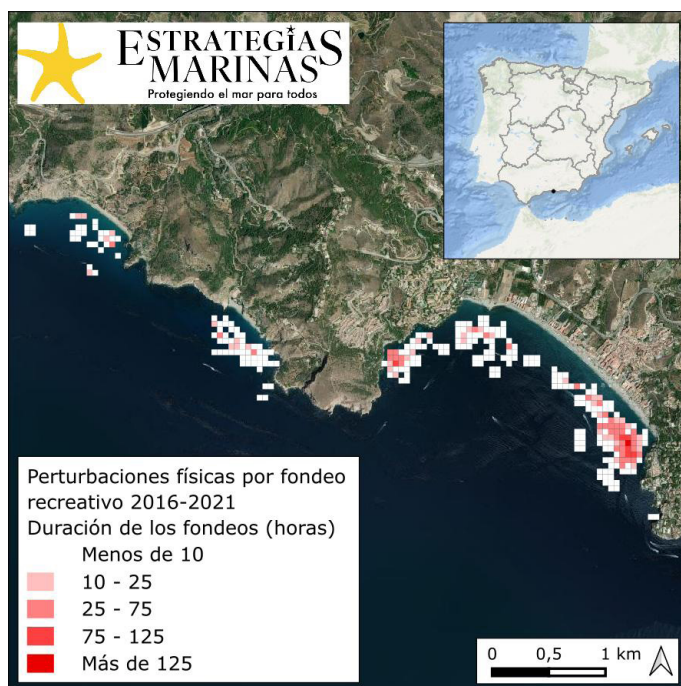


Figura 13. Horas de presencia de fondeos (anclas o cadena) en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)





Figura 14. Zonas de fondeo libre en el Parque Natural Acanalados de Maro-Cerro Gordo. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)

#### 1.1.2.6. PF-01-06. Superficie del fondo marino perturbada por pesca con artes de fondo (m<sup>2</sup>)

Para la obtención de la distribución espacial de una actividad pesquera por arte o por metier (metier, combinación de arte de pesca, caladero, época de pesca y caladero de pesca) es necesario combinar la información de los cuadernos de pesca o *logbooks* y los sistemas de seguimiento de buques (SSB), en este caso concreto la información contenida en los VMS (*Vessel Monitoring System*) (Fernández-Arcaya et al., 2024). Los reglamentos de la UE 2371/2002, 2244/2003, 1224/2009 y 404/2011, junto con sus trasposiciones a la legislación estatal, establecen que los buques de más de 15 m de eslora, posteriormente ampliada a los buques de 12 m con mareas de más de 24 horas, están obligados a llevar instalado el sistema de localización de buques por satélite (*Vessel Monitoring System*, VMS).

Según los reglamentos arriba mencionados, cada embarcación debe emitir una señal, al menos cada dos horas. Esta frecuencia puede ser cambiada bien por decisión del Estado miembro o ser reglamentado para zonas o pesquerías concretas. Con cada señal queda registrada (solo se reseña la útil para este trabajo):

- ◆ Identificación de la embarcación (Código CFR)
- ◆ Fecha y hora
- ◆ Posición en latitud y longitud
- ◆ Velocidad instantánea
- ◆ Rumbo
- ◆ Si está Activo (realizando pesca) o no

La información de si está pescando o no se gestiona desde el barco, siendo en la mayoría de las ocasiones incorrecta, por lo que no puede ser utilizada.

A esta información es necesario aplicarle determinados filtros que permitan identificar qué señales corresponden a pesca y cuáles no, lo que permite identificar claramente las zonas de pesca y el tiempo aproximado que la flota pasa en cada una de ellas. La identificación de si está o no pescando en un momento determinado se hace en base al arte de pesca que está utilizando y la velocidad media, que es particular de cada pesquería. Una vez que esta información se ha procesado, se puede combinar



con cualquier información contenida o derivada de los diarios de pesca. Así, se puede obtener la distribución espacial de las capturas por especie, o, al cruzar la información de los diarios de pesca con la de las hojas de venta diarias, la distribución espacial del valor económico obtenido (ganancia) por una pesquería de la venta de las descargas.

El procesado de la información se realiza en tres fases:

1. Control de calidad y preparación de la información de los VMS
2. Combinación con la información de los libros de pesca, que permite incorporar información de arte de pesca y metier a los VMS
3. Identificación de pesca o navegación

Para el procesado de la información y aplicación de filtros se usa una combinación de algoritmos propios y del paquete para R VMStools (Hintze et al, 2012)

En la primera fase se eliminan principalmente los puntos fuera de rumbo, en tierra y puntos que están en puerto. Para esto último se establece un umbral de distancia a puerto, que puede ser global o para cada puerto, por el que a menor distancia del umbral se considera que el punto está en el puerto y no hay que tenerlo en cuenta. Con carácter general se aplica un umbral de 3 mn. Posteriormente se calcula el tiempo transcurrido entre señales sucesivas del mismo barco y la distancia entre puntos sucesivos del mismo barco. Se establece un umbral de tiempo entre puntos a partir del cual se considera que ha existido un error de transmisión y por lo tanto no se puede tener en cuenta. Normalmente ese umbral es de 4 horas. A partir de la información de tiempo y distancia se calcula la velocidad media entre puntos sucesivos del mismo barco.

En la segunda fase se combina con los libros de pesca utilizando el código del barco (CFR) y la fecha de salida y de regreso (inicio y final de marea), para la asignar el arte de pesca a cada ping.

En función del arte de pesca y la velocidad media se identifica si el barco está pescando o en tránsito, los rangos de velocidad media para definir si está pescando o no son:

– Arrastre, en este caso la velocidad media está relacionada con el tiempo efectivo de pesca

♦ OTB y OTM:  $2,25 \leq v \leq 4,25$

♦ PTB:  $1,5 \leq v \leq 2,5$

– Resto de artes (PS, LHP, LLS, LLD, GNS, LHM, LTL, GTR, DRB, FPO, HMD, LA, LHP, LHM, SDN, LNB, LA, LHP, SV, SA), en estos casos la velocidad media está relacionada con el tiempo que la embarcación tarda en recoger los aparejos de pesca, es decir, no es tiempo efectivo de pesca.

♦  $0,01 \leq v \leq 2,1$

Dado que la información original ha sido alterada y filtrada, los resultados expuestos deben ser valorados como estimados, y por lo tanto no pueden ser evaluados como una cuantificación del esfuerzo total ejercido con un arte en una determinada área a lo largo de un año.

Posteriormente se realiza el cálculo del índice de superficie de abrasión (SAR), que es el número de veces que es arrastrada un área dada. Es decir, si el área barrida por todo el arrastre en una celda de 1 km<sup>2</sup> es de 2,5 km<sup>2</sup>, el SAR es de 2,5.

$$SAR_{A1} = \frac{\sum_{ping_{A1}=1}^n AB_{ping}}{Area_{A1}}$$



Siendo  $Area_{A1}$  el área medida en  $km^2$  del área dada  $A1$  y  $AB_{ping}$  el área barrida de un ping definido como pesca dentro del área  $A1$ . El área barrida de un ping dado es el producto de la velocidad media, el tiempo de pesca asignado al ping y al ancho del aparejo de arrastre.

La estimación del ancho del arte se puede realizar de dos formas distintas (Eigaard et al., 2015):

- ♦ Si se dispone de la información de las dimensiones de los distintos elementos de los aparejos (apertura horizontal del arte de pesca, longitud de las mallas y dimensiones de las puertas) se puede aplicar para el arrastre las ecuaciones 1-3 (Eigaard et al., 2015)
- ♦ En caso de que no se disponga de las medidas de los aparejos se pueden usar las ecuaciones, en función del metier, de la tabla 4 (Eigaard et al., 2015).

En este caso se ha utilizado la librería `sfdSAR` de R (Millar y Pinto, 2023) a partir de las ecuaciones de la Tabla 4 de Eigaard et al. (2015). Al no disponer de equivalencias entre los metier definidos en el paquete de R con los metier para la flota española en aguas del Atlántico nordeste y del Mediterráneo se han realizado las siguientes sustituciones según criterio experto:

Tabla 3. Equivalencias entre los metier definidos en el paquete de R con los de la flota española basadas en criterio experto.

Metier original	Metier estimación SAR
OTB_DEF	OT_DMF
OTB_DWS	OT_DMF
OTB_MDD	OT_DMF
OTB_MCD	OT_DMF
OTM_DEF	OT_DMF
OTB_MPD	OT_MIX_DMF_PEL
OTM_DEF	OT_MIX

El siguiente paso para obtener la distribución espacial en formato grid es realizar la suma de la unidad de esfuerzo asignada a cada ping agregada a nivel de celda del grid. Respecto a los grid y sus tamaños, se ha establecido como estándar para el análisis, visualización y almacenado de la información el formato c-square. Esta decisión se ha fundamentado principalmente en que: ha sido seleccionado como estándar por diversos organismos internacionales (por ejemplo, el ICES para el envío de datos de pesca); es escalable (permite aumentar o reducir el tamaño de las celdas, garantizando que los grids con celdas de menor tamaño estén contenidos en los de celdas de mayor tamaño); cada celda tiene un código único, que se va haciendo más grande según se gana en resolución; y es válido para cualquier parte del planeta. Los dos tamaños de grid que usamos normalmente son los de  $0,1^\circ$  (aproximadamente 10 km de lado para nuestra latitud),  $0,05^\circ$  (aproximadamente 5 km de lado) y  $0,01^\circ$  (aproximadamente 1 km de lado).

Con el fin de mantener la confidencialidad, de acuerdo con el WGSFD, los datos que estén en abierto siempre estarán disponibles a una resolución de  $0,05^\circ$  y solo se representarán aquellas celdas donde al menos hayan faenado 3 barcos.

Para calcular la superficie sometida a abrasión, se realiza el promedio anual del SAR para los años en los que se dispone de datos en el periodo 2016-2022, y se consideran aquellas celdas cuyo SAR promedio es superior a 0,1. Los resultados obtenidos para la demarcación marina del Estrecho y Alborán se muestran en la Figura 15.

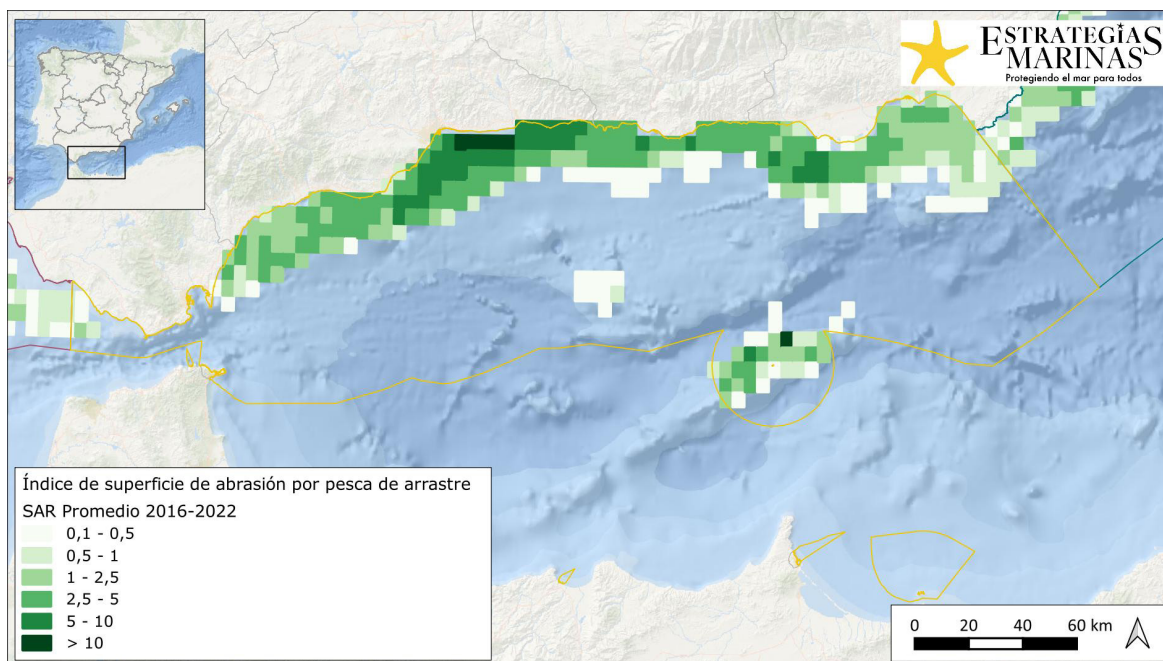


Figura 15. Índice de superficie de abrasión (SAR) por pesca de arrastre. Promedio anual en el periodo 2016-2022. (Fuente: IEO-CSIC)

Otros artes de pesca dirigidos a capturas especies demersales, como el palangre de fondo y el enmalle, también pueden causar la perturbación del fondo marino. En este caso se estima la superficie de fondo potencialmente perturbada partir del tiempo de pesca. En la Figura 16 se muestran las zonas donde el promedio anual del tiempo de pesca para el periodo 2016-2022 es superior a 0,1 horas para el palangre de fondo, y en la Figura 17 para el enmalle.

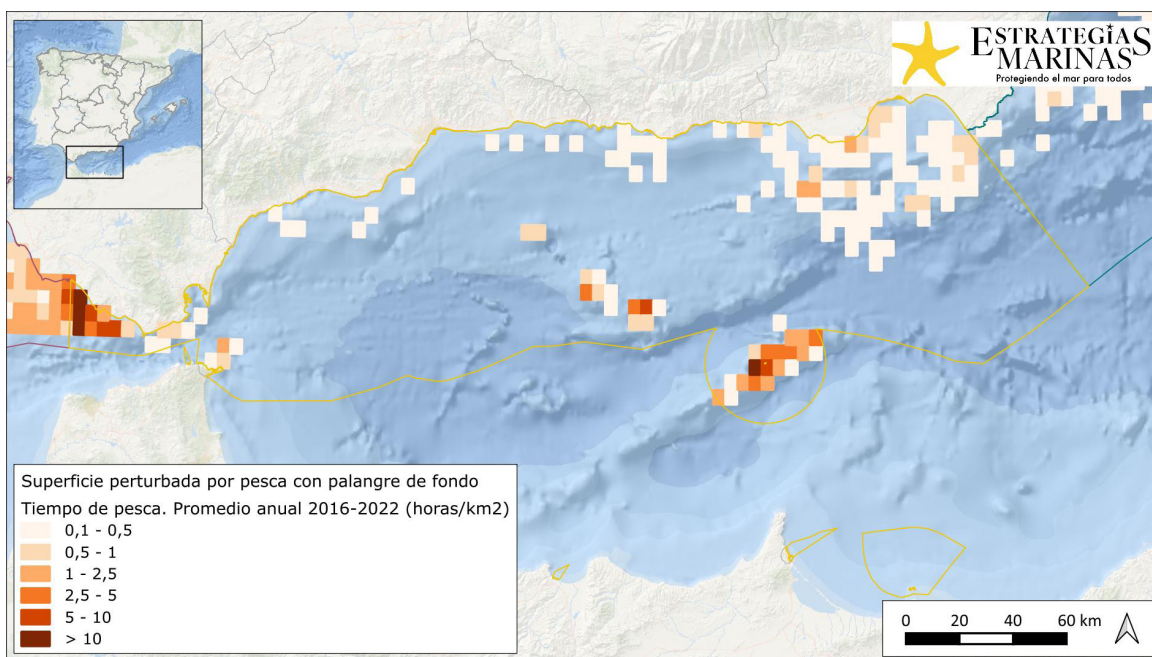


Figura 16. Superficie de fondo potencialmente perturbada por pesca con palangre de fondo. Promedio anual del tiempo de pesca por unidad de superficie en el periodo 2016-2022. (Fuente: IEO-CSIC)



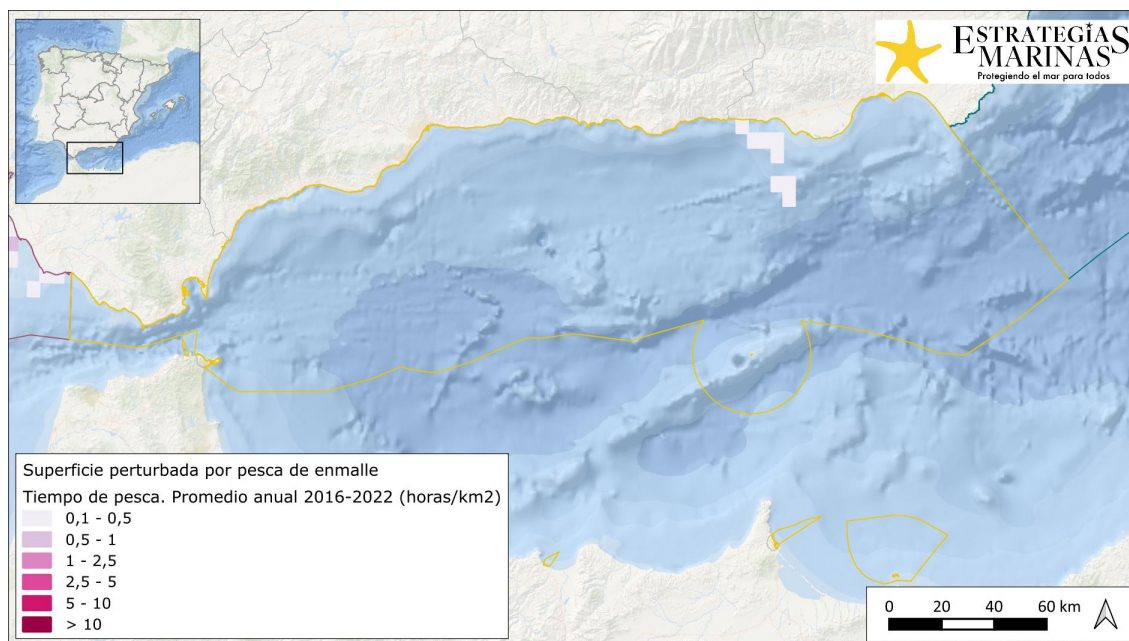


Figura 17. Superficie de fondo potencialmente perturbada por pesca de enmalle. Promedio anual del tiempo de pesca por unidad de superficie en el periodo 2016-2022. (Fuente: IEO-CSIC)

Un resumen de las superficies afectadas por cada una de estas artes se muestra en la Tabla 4. La superficie total potencialmente perturbada por pesca de arrastre, palangre de fondo y enmalle se estima en 9.252 km<sup>2</sup>, inferior a la suma de las artes por separado, puesto que una misma celda se puede ver afectada por más de un arte.

Tabla 4. Superficie potencialmente perturbada por actividades de pesca (km<sup>2</sup>). (Fuente: IEO-CSIC)

Arte	Superficie potencialmente perturbada (km <sup>2</sup> )
Arrastre	7.836
Palangre de fondo	3.767
Enmalle	197
Todas las artes	9.031

#### 1.1.2.7. PF-01-07. Superficie del fondo marino perturbada por aporte de áridos a playas (m<sup>2</sup>)

El indicador cuantifica la superficie del fondo marino afectada por el depósito de sedimentos para la regeneración de playas durante el presente periodo de evaluación. Hay que destacar que se considera que las reacomodaciones de áridos en la misma playa producen una perturbación física, ya que el material depositado se mantiene en el mismo sistema, no dando lugar a una pérdida neta de sedimentos en el mismo. Los datos proceden del Inventario de Extracciones de Áridos para Aporte a Playas en España, y han sido proporcionados por los diferentes servicios periféricos de costas; conviene recordar aquí que, en el Inventario de extracciones de áridos conviven dos modelos de datos diferentes para el periodo del tercer ciclo de estrategias marinas. El primero de ellos cubre el periodo 2016-2018, y los trasvases de áridos estaban incluidos en la categoría otros, sin embargo, desde 2019



suponen una categoría aparte. Entre las lagunas de información detectadas a la hora de valorar este indicador es interesante incidir en que la información geográfica sobre la distribución de los vertidos y de superficie afectada no siempre ha sido facilitada, siendo más escasa en el primero de los periodos mencionados. Por ello, para los registros que cuentan con información geográfica en puntos y el dato de la superficie (), se han representado con un radio calculado por la fórmula  $A = \pi r^2$ ; es decir, el radio de la aportación correspondiente a dichos registros viene dado por  $r = \sqrt{A/\pi}$ . Si no cuenta con información de la superficie, se asigna a esos registros la media de todos los registros de vertidos disponibles para el periodo 2016-2021. Si la información geográfica viene dada en tramos se calcula el ancho del buffer en función de la superficie y la longitud del tramo. Para aquellos registros que no cuentan con superficie, se utiliza, al igual que en el caso anterior, la media calculada para todos los registros del mismo tipo de extracción en el periodo 2016-2021. Además, en este caso no se considera sólo la superficie perturbada que está dentro de la demarcación, sino toda la zona regenerada.

Una vez se cuenta con polígonos para todos los registros reportados, se procede a disolver las geometrías, generando un único registro por demarcación. Así, se puede calcular el área afectada asegurando que no se contabiliza una misma superficie más de una vez. Por ello, en las figuras de detalle que se incluyen en este indicador, se muestra a la izquierda una figura con los polígonos correspondientes a las diferentes actuaciones, y a la derecha, una figura donde se muestra la superficie global afectada por las diferentes actuaciones acometidas.

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán y sus alrededores se han contabilizado 109 vertidos de material para regeneración de playas (Figura 18) susceptibles de causar perturbaciones en el fondo marino durante el periodo 2016-2021. Éstas suman, después de realizar la disolución de los polígonos que se solapan, un total de 1.899.536 m<sup>2</sup> de superficie. Esta cifra representa el 0,01 % de la superficie total de la demarcación marina del Estrecho y Alborán. Se muestran los detalles de las actuaciones en las playas de Benalmádena, en la costa de Málaga (Figura 19) y de las playas de Balanegra y Balerma, en Almería (Figura 20).

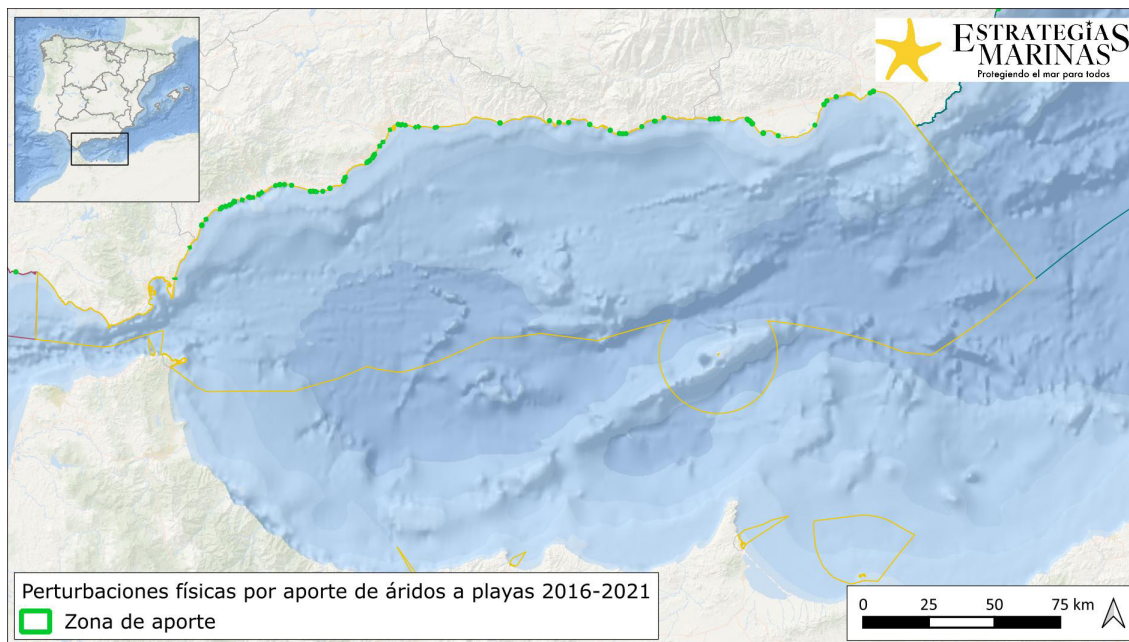


Figura 18. Perturbaciones físicas por aporte de áridos a playas en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)



Figura 19. Zonas de vertido para la regeneración de las playas de Benalmádena, en las costas de Málaga. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)

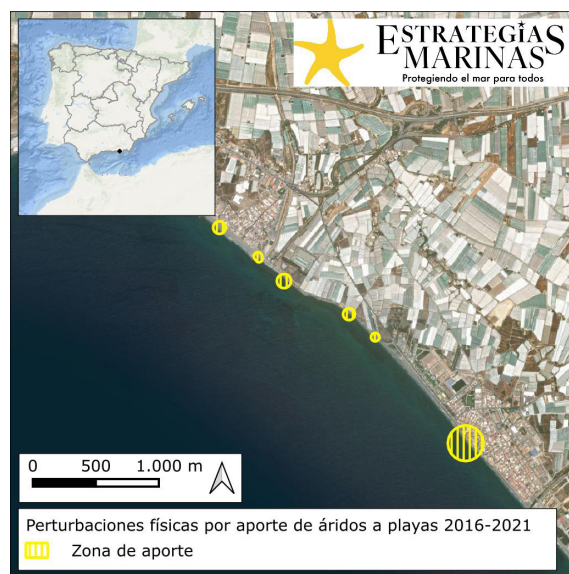
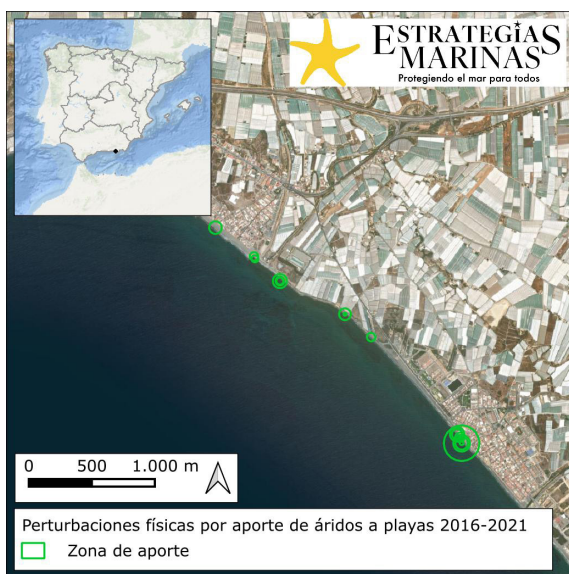


Figura 20. Zonas de vertido para la regeneración de las playas de Balanegra y Balerna, en las costas de Almería. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)

#### 1.1.2.8. Integración de indicadores y conclusiones

La superficie mínima del fondo marino de la demarcación marina del Estrecho y Alborán que ha sufrido algún tipo de perturbación durante el presente periodo de evaluación es de 9.470 km<sup>2</sup>, lo que representa el 33,6 % de la superficie de la demarcación.

En este tercer ciclo de estrategias marinas se ha realizado un gran esfuerzo de mejora de metodologías para poder tener información más precisa que en ciclos anteriores sobre la localización de las





actuaciones que causan perturbaciones físicas, ya sea por abrasión o por sedimentación. A pesar de ello, aún existen limitaciones y margen para mejorar, ya que no siempre se dispone de información geográfica sobre la ubicación de la presión y se aproxima a través de la localización de la actividad. Por ello los datos aquí proporcionados hay que interpretarlos con cierta precaución.

Las actividades que han causado perturbación física en la demarcación del Estrecho y Alborán en el tercer ciclo de estrategias marinas se indican en la Tabla 5 junto con una estimación de la superficie potencialmente perturbada según la información geográfica recopilada y considerando el tratamiento dado antes. Su distribución espacial se muestra en la Figura 26.

Tabla 5. Resumen de superficies potencialmente afectadas por perturbación física en la demarcación del Estrecho y Alborán en el periodo 2016-2021. (Fuente: CEDEX)

Actividad	Superficie potencialmente afectada (m²)
Vertido de material dragado	243.514
Tendido de cables	259.000
Acuicultura y marisqueo	629.299.265
Fondeo comercial	41.565.302
Fondeo recreativo (sólo zona piloto)	938.139
Pesca con artes demersales	9.031.943.305
Regeneración de playas	1.682.271
<b>Suma de las actividades individuales</b>	<b>9.705.930.796</b>
<b>Demarcación del Estrecho y Alborán</b>	<b>9.245.958.933</b>

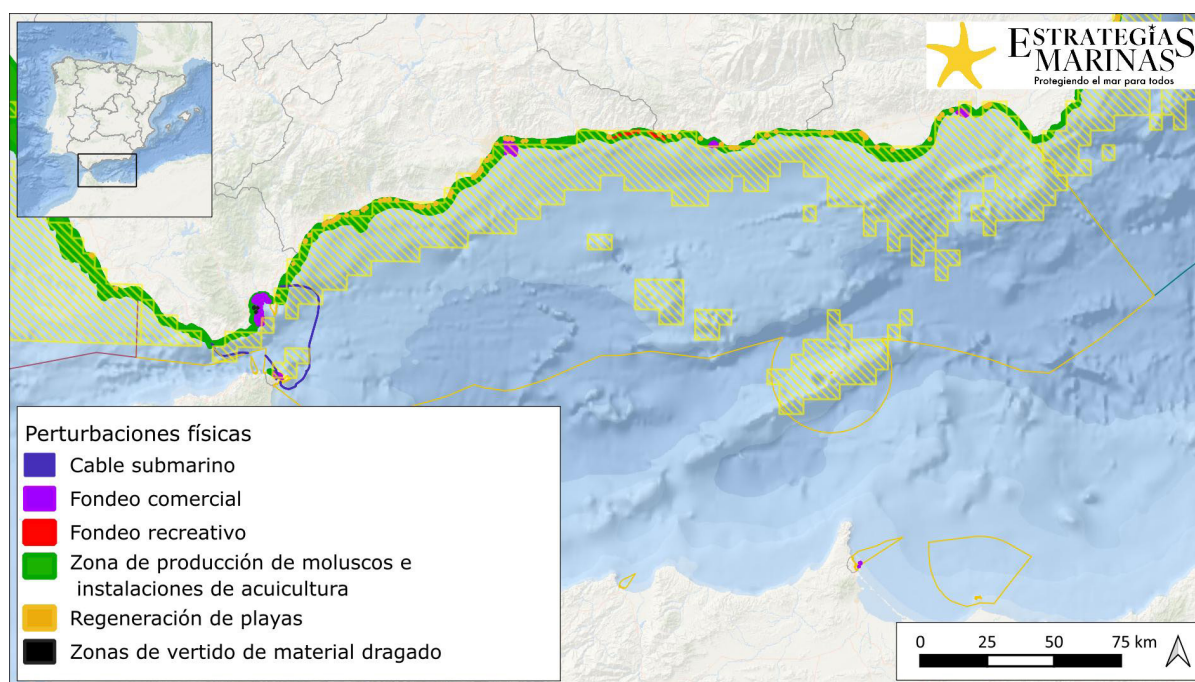


Figura 21. Localización de potenciales perturbaciones físicas del periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)





La superficie de la demarcación afectada por perturbación física es inferior a la suma de la superficie de las actividades por separado por coincidencias de actuaciones en el espacio en distintos momentos. La actividad que más contribuye a este valor es la pesca, al igual que sucede en el resto de las demarcaciones.



## 1.2. Fuentes de información

Instituto Hidrográfico de la Marina – IHM. Cartas náuticas. <https://ideihm.covam.es/portal/servicios-web/>

C-square. <http://csquares.sourceforge.net/>, <http://www.cmar.csiro.au/csquares/>

Deter, J. Lozuponea, X., Inacioa, A., Boisseryc, P., Holon, F. (2017) Boat anchoring pressure on coastal seabed: Quantification and bias estimation using AIS data. *Marine Pollution Bulletin* Volume 123, Issues 1-2, 175-181.

Eigaard, O. R., Bastardie, F., Breen, M., Dinesen, G. E., Hintzen, N. T., Laffargue, P., ... & Rijnsdorp, A. D. (2016). Estimating seabed pressure from demersal trawls, seines, and dredges based on gear design and dimensions. *ICES Journal of Marine Science*, 73(suppl\_1), i27-i43.

Eigaard, O. R., Bastardie, F., Hintzen, N. T., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R., ... & Rijnsdorp, A. D. (2017). The footprint of bottom trawling in European waters: distribution, intensity, and seabed integrity. *ICES Journal of Marine Science*, 74(3), 847-865.

Fernandez-Arcaya, U., Rodríguez-Basalo, A., Verísimo, P., Rodríguez, J., Ceballos, E., Gonzalez-Irusta, J. M., ... & Punzón, A. (2024). Bottom fishing beyond trawling. Spatio-temporal trends of mobile and static bottom fisheries on benthic habitats. *Marine Policy*, 159, 105805.

Hintzen, N. T., Bastardie, F., Beare, D., Piet, G. J., Ulrich, C., Deporte, N., ... & Degel, H. (2012). VMStools: open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS data. *Fisheries Research*, 115, 31-43.

Hintzen, N. T., Piet, G. J., & Brunel, T. (2010). Improved estimation of trawling tracks using cubic Hermite spline interpolation of position registration data. *Fisheries research*, 101(1-2), 108-115.

Lambert, G. I., Jennings, S., Hiddink, J. G., Hintzen, N. T., Hinz, H., Kaiser, M. J., & Murray, L. G. (2012). Implications of using alternative methods of vessel monitoring system (VMS) data analysis to describe fishing activities and impacts. *ICES Journal of Marine Science*, 69(4), 682-693.

Lee, J.; South, A. & Jennings, S. 2010 Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, Oxford University Press, , 67, 1260-1271

Millar, C. and Pinto, C. (2023). sfdSAR: Functions to calculate Swept area ratio and Surface and subsurface abrasion from VMS data\_. R package version 1.0.0.

Russo, T., D'Andrea, L., Parisi, A., & Cataudella, S. (2014). VMSbase: an R-package for VMS and logbook data management and analysis in fisheries ecology. *PLoS One*, 9(6), e100195.

Russo, T., Parisi, A., & Cataudella, S. (2011). New insights in interpolating fishing tracks from VMS data for different métiers. *Fisheries Research*, 108(1), 184-194.

Recomendación ITU-R M.1371-5 (2014). Características técnicas de un sistema de identificación automático mediante acceso múltiple por división en el tiempo en la banda de frecuencias de ondas métricas del servicio móvil marítimo. [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1371-5-201402-!#!PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1371-5-201402-!#!PDF-S.pdf)

Junta de Andalucía. Folleto sobre el Paraje Natural Acanilados de Maro-Cerro Gordo <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/documents/20151/a39fdf63-e233-04b5-981f-8b6ccb5119ff>



## 2. Pérdidas físicas (ESAL-PF-02)

### 2.1. Caracterización de la presión

#### 2.1.1. Descripción de la presión

Esta ficha aborda las pérdidas físicas en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. Su definición y la identificación de las actividades que causan esta presión se puede consultar en la introducción común de las presiones físicas. Se describen a continuación los trabajos realizados para la cuantificación de la presión.

#### 2.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

En la valoración de la intensidad y variación espaciotemporal de esta presión sobre el medio marino se ha realizado seguimiento de las actividades humanas anteriormente mencionadas en base a los siguientes indicadores con el fin de calcular la superficie marina afectada por pérdidas físicas en el periodo 2016-2021:

- ◆ **PF-02-01.** Superficie del fondo marino afectada por nuevas infraestructuras portuarias o por modificación de las existentes ( $m^2$ )
- ◆ **PF-02-02.** Superficie del fondo marino afectada por nuevas obras de defensa o por modificación de las existentes ( $m^2$ ). En el cálculo de la superficie sellada por espigones se ha considerado únicamente su parte emergida, debido a que la metodología empleada para su cartografiado se basa en la inspección de imágenes del PNOA.
- ◆ **PF-02-03.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevos arrecifes artificiales ( $m^2$ )
- ◆ **PF-02-04.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevas infraestructuras de extracción de petróleo y gas ( $m^2$ )
- ◆ **PF-02-05.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevos parques eólicos marinos ( $m^2$ )
- ◆ **PF-02-06.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevas plataformas científico-técnicas ( $m^2$ )
- ◆ **PF-02-07.** Superficie del fondo marino afectada por la extracción de sedimentos del fondo marino para regeneración de playas ( $m^2$ )
- ◆ **PF-02-08.** Superficie del fondo marino afectada por dragados portuarios ( $m^2$ )
- ◆ **PF-02-09.** Superficie del fondo marino afectada por la creación de playas artificiales ( $m^2$ )

Se describen a continuación los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores mencionados. Estos deben ser interpretados con cierta cautela, teniendo en cuenta las especificaciones realizadas para cada uno de ellos.

##### 2.1.2.1. PF-02-01. Superficie del fondo marino afectada por nuevas infraestructuras portuarias o por modificación de las existentes ( $m^2$ )

La superficie del fondo marino de la demarcación del Estrecho y Alborán sellada durante el presente periodo de evaluación es de unos 37.000  $m^2$ . La bahía de Algeciras es la zona de la demarcación donde se produce la mayor pérdida de superficie del fondo marino por ampliación de infraestructuras portuarias, ya que hay que contabilizar las ampliaciones realizadas tanto por la Autoridad Portuaria de Algeciras como por el puerto de Gibraltar. Parte de esta cifra procede también de trabajos de ampliación o remodelación de los puertos realizados en 2016, por ejemplo, en el de Málaga, por lo que no se puede realizar una comparación con la superficie sellada en el ciclo anterior, ya que el año 2016 se encuentra incluido en ambos ciclos.



El detalle de estos datos se proporciona en la Tabla 6, mientras que la distribución espacial en el ámbito de la demarcación se muestra en la Figura 22. Los trabajos de remodelación de los puertos también dan lugar a la retirada de algunas infraestructuras, y esta superficie también ha sido contabilizada, si bien en la demarcación del Estrecho y Alborán en este periodo no han sido de mucha entidad en el global de la demarcación. Si se desciende al detalle, se puede resaltar, por ejemplo, que las infraestructuras demolidas en el puerto de Málaga en este ciclo ocupan más superficie que las nuevas construidas.

Tabla 6. Superficie del fondo marino de la demarcación marina del Estrecho y Alborán sellada por infraestructuras portuarias en el periodo 2016-2021

Puerto	Tipo de infraestructura	Superficie ocupada (m <sup>2</sup> )	Superficie retirada (m <sup>2</sup> )
Puerto de Algeciras	Puerto de interés general	15.602	1.420
Puerto de Gibraltar		12.243	
Puerto de Málaga	Puerto de interés general	1.171	5.053
Puerto de Almería	Puerto de interés general	6.197	
Puerto de Ceuta	Puerto de interés general	1.291	
Puerto de Tarifa	Puerto de interés general	382	440
Puerto de Melilla	Puerto de interés general	453	
<b>Demarcación del Estrecho y Alborán</b>		<b>37.339</b>	<b>6.913</b>

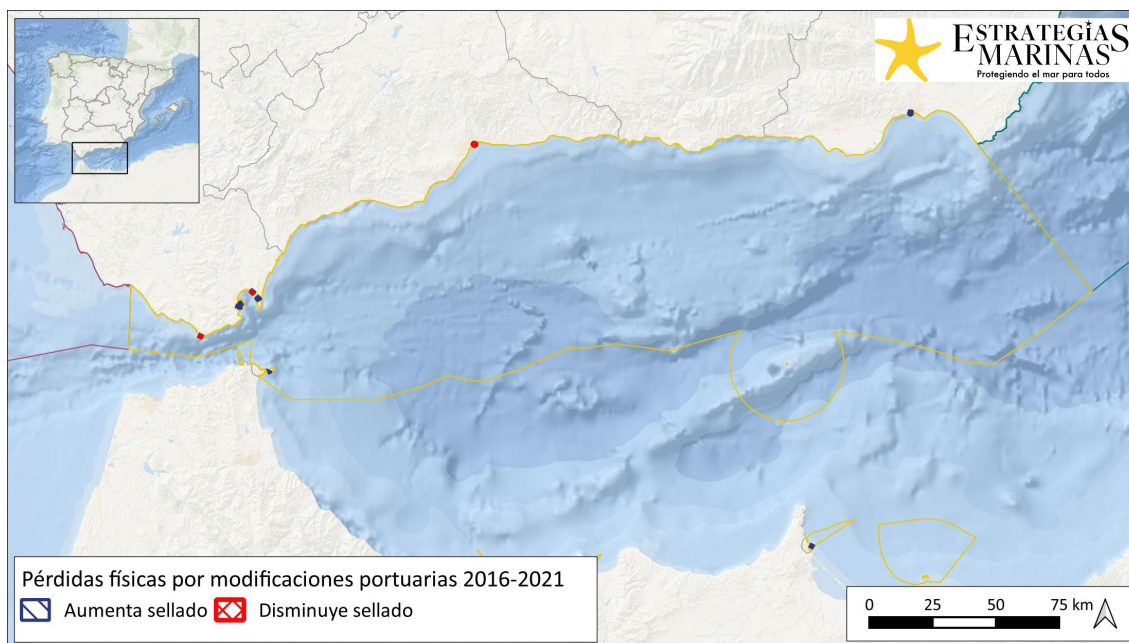


Figura 22. Localización de pérdidas físicas por modificaciones portuarias para el periodo 2016-2021 en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)





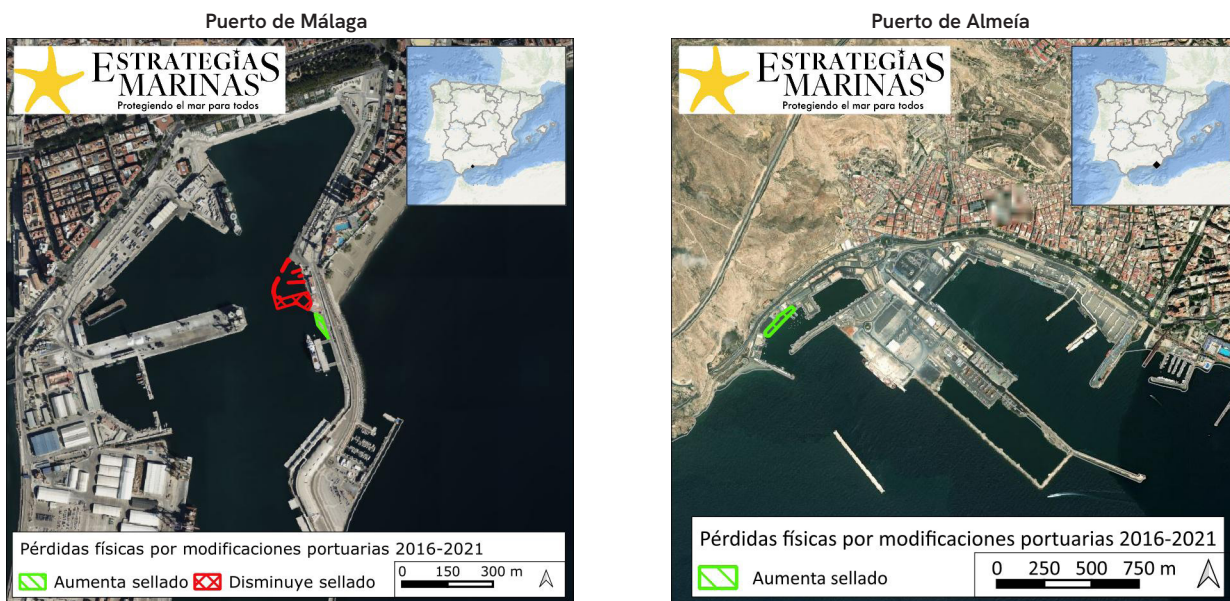


Figura 23. Detalle de las modificaciones portuarias de los puertos de Algeciras, Gibraltar, Málaga y Almería para el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)

#### 2.1.2.2. PF-02-02. Superficie del fondo marino afectada por nuevas obras de defensa o por modificación de las existentes (m<sup>2</sup>)

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán sólo se ha llevado a cabo una actuación que implica la modificación de infraestructuras rígidas de protección de la costa, en concreto la remodelación de un espigón en la playa de la Misericordia de Málaga. En esta actuación se produce la retirada de escollera en la parte sur (3.545 m<sup>2</sup>) y el reperfilado de su parte más exterior, que implica la ocupación del fondo por la zona norte, estimada en unos 160 m<sup>2</sup>.



Figura 24. Modificación del fondo sellado por estructuras de protección de la costa para el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)



#### **2.1.2.3. PF-02-03. Superficie del fondo marino ocupada por nuevos arrecifes artificiales (m<sup>2</sup>)**

Durante el tercer ciclo de estrategias marinas no se tiene constancia de que se hayan instalado nuevos arrecifes artificiales en la demarcación marina del Estrecho y Alborán, por lo que no se han producido nuevas pérdidas físicas debido a esta actividad.

#### **2.1.2.4. PF-02-04. Superficie del fondo marino ocupada por nuevas infraestructuras de extracción de petróleo y gas (m<sup>2</sup>)**

En el periodo 2016-2021 no se han construido nuevas infraestructuras de extracción de petróleo y gas en la demarcación marina del Estrecho y Alborán, por lo que no se han producido nuevas pérdidas físicas debido a esta actividad.

#### **2.1.2.5. PF-02-05. Superficie del fondo marino ocupada por nuevos parques eólicos marinos (m<sup>2</sup>)**

En el periodo 2016-2021 no se han construido parques eólicos offshore, por lo que esta actividad no ha dado lugar a sellado del fondo marino.

#### **2.1.2.6. PF-02-06. Superficie del fondo marino ocupada por nuevas plataformas científico-técnicas (m<sup>2</sup>)**

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán no se han instalado plataformas científico-técnicas fijas.

#### **2.1.2.7. PF-02-07. Superficie del fondo marino afectada por la extracción de sedimentos del fondo marino para regeneración de playas (m<sup>2</sup>)**

Para evaluar la superficie de fondo marino afectada por la extracción de sedimentos para la regeneración de playas se emplea la información del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España, proporcionada por los Servicios Periféricos de Costas de MITECO. Se considera que la extracción de áridos de yacimientos submarinos, el dragado portuario para la regeneración de playas y el trasvase de áridos entre diferentes playas son las tipologías de extracciones que dan lugar a una pérdida del sustrato por retirada de sedimentos. Se considera, sin embargo, que las reacomodaciones de áridos en la misma playa producen una perturbación física, ya que el material depositado se mantiene en el mismo sistema, no dando lugar a una pérdida neta de sedimentos en el mismo. La categoría otros, dada su indefinición en ocasiones y por precaución, se ha incluido en las extracciones que producen perturbación física, y por tanto tampoco son tenidas en cuenta a la hora de valorar este indicador. Conviene recordar aquí que en el Inventario de extracciones de áridos conviven dos modelos de datos diferentes para el periodo del tercer ciclo de estrategias marinas. El primero de ellos cubre el periodo 2016-2018, y los trasvases de áridos estaban incluidos en la categoría otros. Desde 2019 suponen una categoría aparte. Entre las lagunas de información detectadas a la hora de valorar este indicador, es interesante incidir en que la información geográfica sobre la distribución de las extracciones y de superficie afectada no siempre ha sido facilitada, siendo más escasa en el primero de los periodos mencionados.

Realizadas estas consideraciones generales, en la demarcación del Estrecho y Alborán y sus alrededores se han contabilizado 17 extracciones susceptibles de causar pérdida física en el periodo 2016-2021, 8 en Almería, 5 en Granada, 3 en Cádiz y 1 en Málaga. 13 se corresponden con trasvases entre playas y 4 con dragados portuarios. En esta demarcación no se han producido extracciones de yacimientos submarinos, y es frecuente el uso de áridos de cantera o de sedimentos de ríos para realizar las regeneraciones de playas, por eso el número de actuaciones que causan pérdida física en el fondo marino no es muy numeroso. La suma de las superficies de las 17 extracciones individuales introducidas en el Inventario proporciona un total de casi 114.000 m<sup>2</sup>. Sin embargo, no se puede concluir que esta sea la superficie de la demarcación realmente afectada, ya que de 3 de ellas no se dispone de información geográfica y, por tanto, no se puede saber si todas las extracciones se han



llevado a cabo en sitios diferentes o si pudiera haber varias que hayan extraído arena en la misma zona del fondo marino. Por ejemplo, en el puerto deportivo de Sotogrande (Cádiz) se han realizado 2 extracciones en el periodo de interés y de ninguna de ellas se dispone información geográfica.

Cuando solo se dispone de información geográfica, en ocasiones se cuenta con las coordenadas de un punto identificativo de la zona (tipo de información más frecuente en el periodo 2016-2018), otras veces se dispone de un tramo, y otras de un polígono. En los dos primeros casos, al no disponerse de información sobre la superficie afectada, se ha supuesto que dicha superficie es igual a la media de la superficie afectada para el resto de actuaciones de España en que sí se dispone de este dato. En cuanto a la geometría de dicha superficie, se ha supuesto que es circular si se dispone de información puntual y rectangular si se dispone de información sobre el tramo. Es decir, para los casos con información puntual se calcula el radio del círculo con área igual a la superficie media de las extracciones del periodo 2016-2021. Para los casos con información sobre el tramo se calcula la anchura que debería tener el rectángulo para obtener esa superficie media de 2016-2021. Para las 14 actuaciones de las que se dispone de información geográfica se realiza la disolución de los polígonos obtenidos, para evitar, como se ha comentado antes, que las áreas ocupadas por polígonos superpuestos se contabilicen más de una vez. La superficie de fondo que se estima como potencialmente afectada por pérdidas físicas debido a estas extracciones de áridos es de casi 68.000 m<sup>2</sup>, inferior a la suma de las superficies de proyecto, que dan un total de más de 101.000 m<sup>2</sup>. Estas diferencias se deben fundamentalmente a la superposición de varias extracciones y también a un dragado donde la superficie de proyecto es de 50.000 m<sup>2</sup> y la superficie del polígono que la representa es de 30.000 m<sup>2</sup>.



Figura 25. Zona de extracción de áridos en el entorno de El Ejido (Almería) en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de información de MITECO)

#### 2.1.2.8. PF-02-08. Superficie del fondo marino afectada por dragados portuarios (m<sup>2</sup>)

Los dragados portuarios también suponen una presión para el fondo marino, ya que dan lugar a una pérdida física de sustrato por extracción de material. La información geográfica sobre las zonas afectadas por esta actividad se obtiene, por un lado, del Inventario de dragados en los puertos españoles, que aglutina la información de los puertos de interés general (Puertos del Estado), y por otro, de los informes sobre vertidos al mar para el reporting a convenios internacionales que realiza el CEDEX por encargo de la Dirección General de la Costa y el Mar del MITECO, y que incluye los dragados en puertos autonómicos. En el proceso de recopilación de información se solicita, entre otros datos:





- ♦ La superficie dragada (cifra)
- ♦ La localización del dragado (información espacial, polígono)

Si bien se va mejorando con el transcurrir de los años, la información contenida en estas bases de datos no es completa ni homogénea, ni siempre es facilitada en la forma adecuada para evaluar la distribución espacial. A veces sólo se dispone de la superficie dragada como dato numérico, de proyecto o afectada, por lo que no se puede identificar la zona del fondo marino realmente dragada.

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán son 4 los dragados de puertos de interés general para los que se ha facilitado información numérica sobre la superficie dragada de los 6 ejecutados en el periodo 2016-2021 para tres autoridades portuarias: Bahía de Algeciras, Málaga y Melilla. Suman una superficie total de 216.130 m<sup>2</sup>. En el caso de los puertos autonómicos se han notificado dragados en los puertos de la Duquesa, Estepona y la Bajadilla. Sólo se ha facilitado información numérica sobre superficie para este último, siendo cercana a los 39.000 m<sup>2</sup>.

Sin embargo, esta área no tiene por qué corresponderse con área de fondo afectada, ya que cuando los dragados se realizan en canales de navegación, para primer establecimiento y después para mantenimiento o mejora de calados, o incluso con fines ambientales, la localización a veces es la misma, por lo que el impacto es más limitado y localizado que si el dragado se produjese cada vez en un sitio diferente.

Cuando se realiza el cálculo a partir de la información geográfica facilitada, la superficie dragada asciende a 387.618 m<sup>2</sup> tras disolver los polígonos que se solapan, que se desglosan por autoridad portuaria como se muestra en la Tabla 7, en las localizaciones que se indican en la Figura 26.

Tabla 7. Dragados portuarios que causan pérdida física en el periodo 2016-2021. (Fuente: Puertos del Estado)

Autoridad portuaria	Superficie dragada (m <sup>2</sup> )
Bahía de Algeciras	343.252
Málaga	41.690
Melilla	2.676
<b>Demarcación Estrecho y Alborán</b>	<b>387.618</b>

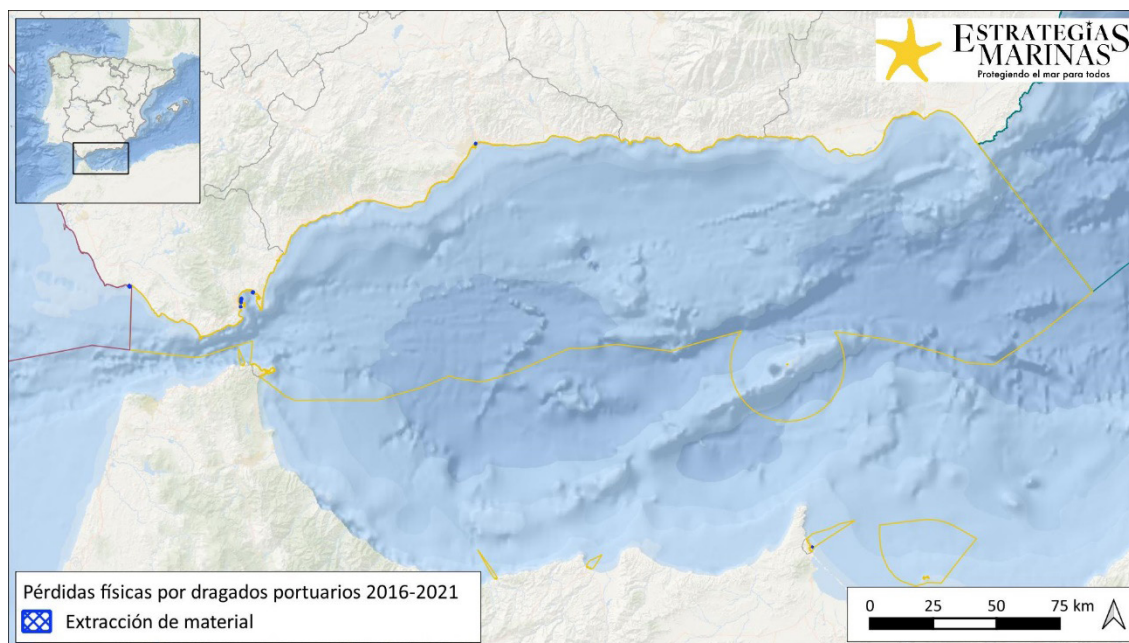


Figura 26. Zonas portuarias dragadas en la demarcación del Estrecho y Alborán en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de información de Puertos del Estado)

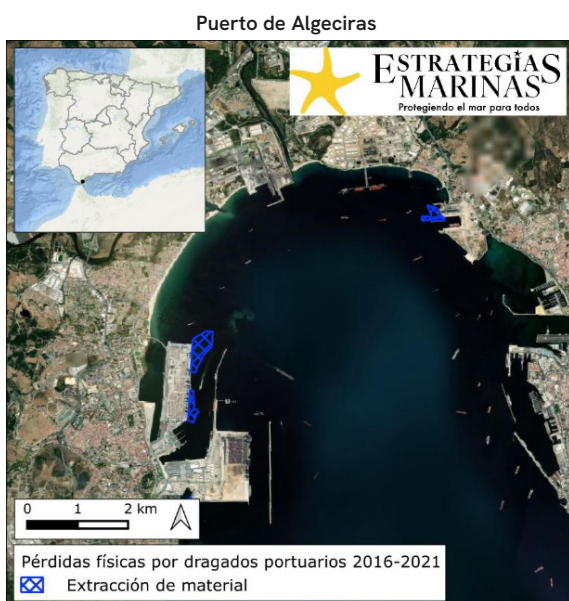




Figura 27. Detalle de las zonas dragadas en las Autoridades Portuarias de Bahía de Algeciras, Málaga y Melilla para el periodo 2016-2021.  
(Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de información de Puertos del Estado)

#### 2.1.2.9. PF-02-09. Superficie del fondo marino afectada por la creación de playas artificiales (m<sup>2</sup>)

En este ciclo no se ha conseguido recopilar la información necesaria para valorar este indicador en esta demarcación.

#### 2.1.2.10. Integración de indicadores y conclusiones

En este tercer ciclo de estrategias marinas se dispone de mejor información que en ciclos anteriores sobre la localización de las actuaciones que causan sellado o modificación del perfil de fondo por extracción de material, si bien todavía existen algunas limitaciones, ya que no de todos los proyectos se dispone de información geográfica sobre la superficie afectada, se proporciona la información de proyecto o la información facilitada no es un polígono. Por esta razón los datos aquí proporcionados deben interpretarse con cierta precaución, atendiendo a las explicaciones dadas en cada caso.

En el periodo 2016-2021 no se han instalado nuevos arrecifes artificiales, parques eólicos marinos, infraestructuras de investigación y/o experimentación o instalaciones relacionadas con la explotación de hidrocarburos, y no se ha obtenido información sobre nuevas playas artificiales construidas. Por tanto, las actividades que han ocasionado pérdida física en la demarcación Estrecho y Alborán en el tercer ciclo de estrategias marinas son la modificación de las infraestructuras portuarias y de protección de la costa frente a la erosión y el cambio climático, la extracción de áridos para regeneración de playas (de yacimientos submarinos, dragados portuarios y trasvase), y los dragados portuarios para mantenimiento y mejora de calados y mejora de las infraestructuras.





Figura 28. Localización de potenciales pérdidas físicas en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)

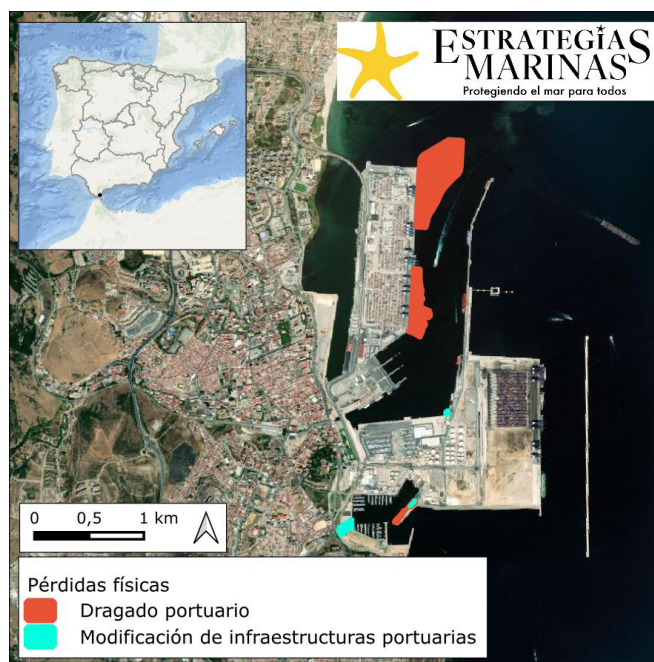


Figura 29. Detalle de potenciales pérdidas físicas en el Puerto de Algeciras en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)

La superficie potencialmente afectada por cada una de las actividades mencionadas, en base a la información geográfica que se ha conseguido recopilar y teniendo en cuenta el tratamiento dado a la misma especificado anteriormente, se presenta a modo de resumen en la Tabla 8. La superficie de la demarcación afectada por pérdida física es de 491.669 m<sup>2</sup>, inferior a la suma de la superficie de las actividades por separado (492.980 m<sup>2</sup>), por coincidencias de actuaciones en el espacio en distintos momentos. La actividad que más contribuye a este valor son los dragados portuarios, seguidos de





las extracciones de áridos para regeneración de playas. Es conveniente comentar que estas dos actividades están muy relacionadas en ocasiones, ya que una de las fuentes de las que se obtienen los áridos para regeneración de playas son los dragados portuarios.

Tabla 8. Actividades que causan pérdida física en el periodo 2016-2021 y superficie potencialmente afectada. (Fuente: CEDEX)

Actividad	Superficie potencialmente afectada (m <sup>2</sup> )
Infraestructuras portuarias	37.339
Protección de la costa	160
Extracción de áridos para regeneración de playas	67.863
Dragados portuarios	387.618
<b>Suma de las actividades individuales</b>	<b>492.980</b>
<b>Demarcación del Estrecho y Alborán</b>	<b>491.669</b>



## 2.2. Enfoque DPSIR

### 2.2.1. Actividades humanas que generan la presión

- ♦ Defensa costera y protección contra las inundaciones (A-03)
- ♦ Infraestructuras mar adentro (excepto las destinadas a explotación de petróleo, gas o energías renovables) (A-04)
- ♦ Reestructuración de la morfología del fondo marino, incluido el dragado y el depósito de materiales (A-05)
- ♦ Extracción de minerales (roca, minerales metálicos, grava, arena, conchas) (A-06)
- ♦ Infraestructura de transportes (A-21)
- ♦ Infraestructuras de turismo y ocio (A-28)

### 2.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

Los impactos relacionados con las pérdidas físicas se abordan en el criterio D6C4 de la Decisión 2017/848 formulado como “la extensión de la pérdida del tipo de hábitat, resultante de presiones antropogénicas, no supera una proporción especificada de la extensión natural del tipo de hábitat en el área de evaluación” y se describen en la ficha de evaluación inicial del descriptor 6.

### 2.2.3. Efectos transfronterizos

La pérdida física es una presión localizada que no presenta efectos transfronterizos.



---

# PRESIONES BIOLÓGICAS



### 3. ESAL-PB-02. Introducción de organismos patógenos microbianos

#### 3.1. Caracterización de la presión

##### 3.1.1. Descripción de la presión

La introducción de organismos patógenos microbianos (virus, bacterias y hongos patógenos, huevos de parásitos intestinales y bacterias fecales) en el medio marino se produce a través de las aguas sin depurar, de las aguas residuales con un tratamiento de depuración insuficiente o de las especies cultivadas.

El establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales y la construcción de estructuras de emisarios submarinos han disminuido el potencial de contaminación microbiológica, a pesar de que aún existen zonas con problemas. Se sabe que los altos niveles de enterococos en aguas marinas recreativas (costas, playas, lugares turísticos, etc.) indican la presencia de patógenos humanos provocados por descargas no tratadas al medio ambiente marino y son la causa de infecciones humanas. Por lo tanto, las concentraciones de enterococos se utilizan con frecuencia como indicadores generales de contaminación fecal. En particular, las especies *E. faecalis* y *E. faecium* están relacionadas con infecciones del tracto urinario, endocarditis, bacteriemia, infecciones neonatales e infecciones del sistema nervioso central, abdominales y pélvicas. También se ha demostrado una correlación entre los niveles elevados de enterococos y los riesgos de gastroenteritis humana. La abundancia en heces humanas y animales y la sencillez de los métodos analíticos para su medición, han favorecido el uso de enterococos como indicador del buen estado ecológico. En esta línea, la Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño establece como indicadores de la calidad de las aguas de baño los enterococos intestinales y la bacteria *Escherichia coli* y fija una serie de valores de calidad (excelente, buena, suficiente e insuficiente) para aguas costeras y de transición.

Para evitar que las posibles contaminaciones microbiológicas que puedan sufrir los organismos marinos vivos (moluscos bivalvos, equinodermos, tunicados y gasterópodos) comercializados para consumo se trasladen al ser humano, se establecen tres tipos de zonas de producción de moluscos (Reglamento (UE) 2015/2285 de la Comisión, de 8 de diciembre de 2015, Reglamento (CE) 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004):

- ◆ Zonas de clase A: aquellas en las que se pueden recolectar moluscos bivalvos vivos para el consumo humano directo. Los moluscos bivalvos vivos comercializados procedentes de estas zonas deberán cumplir las correspondientes normas sanitarias contempladas en la sección VII, capítulo V, del anexo III del Reglamento (CE) no 853/2004.
- ◆ Zonas de clase B: aquellas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse para el consumo humano tras su tratamiento en un centro de depuración o su reinstalación, de modo que cumplan las normas sanitarias exigidas en las zonas de clase A.
- ◆ Zonas de clase C: aquellas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse para el consumo humano tras su reinstalación durante un período prolongado, de modo que cumplan las normas sanitarias exigidas en las zonas de clase A.

Los centros de depuración son establecimientos dotados de las instalaciones necesarias para conseguir la eliminación de gérmenes patógenos en los moluscos vivos para el consumo humano.





### 3.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

Para la valoración de la intensidad y variación espaciotemporal de esta presión sobre el medio marino no se cuenta con información sobre la introducción de patógenos microbianos desde fuentes puntuales en el espacio, por lo que se emplean indicadores de estado para establecer las zonas en las que pudiese haber problemas. En concreto, se consideran los siguientes indicadores:

- ◆ PB-02-01. Número de zonas con calidad de las aguas de baño insuficiente
- ◆ PB-02-02. Número de contaminaciones de corta duración
- ◆ PB-02-03. Duración máxima de los episodios de cierre de zonas de producción de moluscos

Los resultados de la valoración de los 3 indicadores definidos se presentan a continuación.

#### 3.1.2.1. PB-02-01. Número de zonas con calidad de las aguas de baño insuficiente

La Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño indica que los Estados miembros clasificarán las aguas de baño en función de su calidad. Este indicador aglutina todas aquellas zonas de baño costeras que en el periodo de evaluación han sido clasificadas algún año como con calidad insuficiente, esto es, para los enterococos intestinales percentil 90 > 185 UFC/100 ml y para *E. coli* percentil 90 > 500 UFC/100 ml.

Por su parte, el Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño de transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2006/7/CE establece la elaboración por parte de la autoridad competente del censo de zonas de aguas de baño anualmente que contendrá, entre otra, información sobre los puntos de muestreo en cada zona de aguas de baño, la temporada de baño, su duración prevista y el calendario de control para cada uno de los puntos de muestreo. A este respecto, se tomará una muestra de las aguas de baño antes del comienzo de la temporada de baño y durante toda la temporada de baño se tomarán, de manera general, al menos ocho muestras. Las fechas de muestreo deberán distribuirse a lo largo de toda la temporada de baño y el intervalo entre las fechas de los muestreos nunca podrá exceder de un mes.

La información se obtiene de las notificaciones anuales realizadas por España a la Unión Europea y que ha sido descargada de la Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente (EIONET), portal que la Unión Europea utiliza para la notificación de las directivas relacionadas con el medio ambiente.

Durante el periodo 2016-2021 ningún punto de muestreo de las zonas de baño ha sido clasificado como de calidad insuficiente en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. Hay que indicar que en la demarcación existen 226 puntos de muestreo (número medio en el periodo considerado) de la calidad de las zonas de aguas de baño.

#### 3.1.2.2. PB-02-02. Número de contaminaciones de corta duración

El indicador identifica las aguas de baño costeras expuestas a contaminación de corta duración durante el periodo de interés, según lo notificado por España a la Comisión Europea en el marco de la Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño. Una contaminación de corta duración es aquella cuyas causas sean claramente identificables, que normalmente se prevea no afecte a la calidad de las aguas por un período superior a unas 72 horas y para la cual la autoridad competente haya establecido procedimientos de predicción y gestión.

En el periodo 2016-2021 se han producido 37 contaminaciones de corta duración en la demarcación marina del Estrecho y Alborán, 6 en 2018, 16 en 2019, 5 en 2020 y 10 en 2021. La localización de estos episodios se presenta en la Figura 30. Las playas que han estado expuestas a un mayor número de



contaminaciones de corta duración han sido la playa de San Miguel – Las Conchas en Almería (cinco episodios en los años 2020 y 2021), y la playa Guadarranque en San Roque, Cádiz (tres episodios entre los años 2019 y 2021).

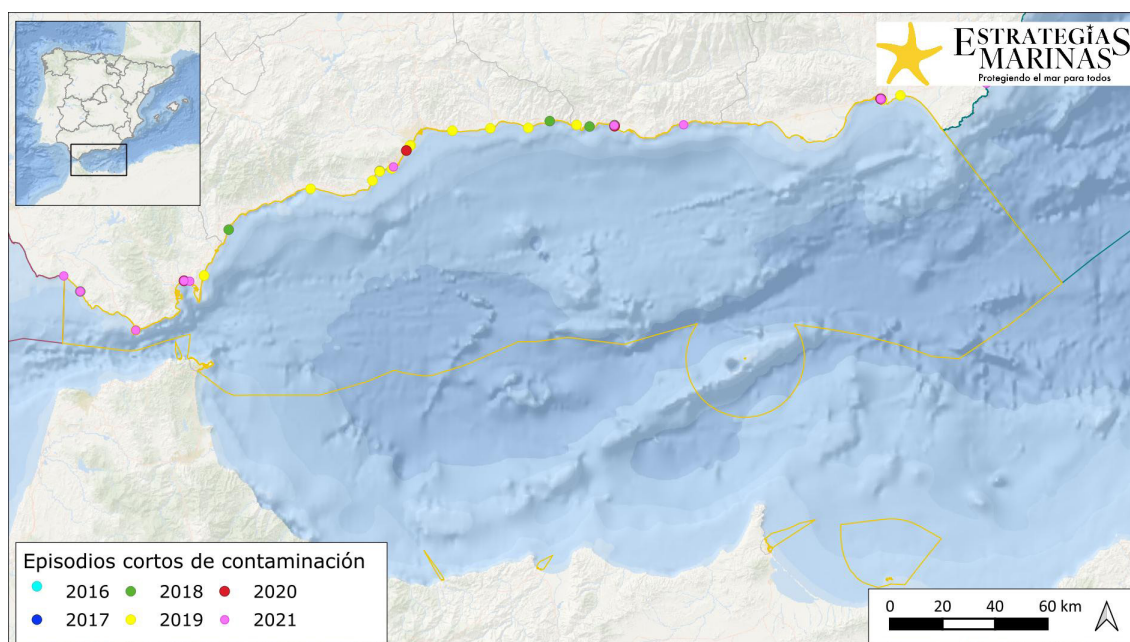


Figura 30. Localización de los episodios cortos de contaminación de la demarcación del Estrecho y Alborán durante el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de EIONET)

### 3.1.2.3. PB-02-03. Duración máxima de los episodios de cierre de zonas de producción de moluscos

El indicador identifica aquellos casos en los que el cierre de zonas de producción de moluscos y de otros organismos marinos vivos sea debido a la superación de los niveles establecidos para los microorganismos patógenos en base a la legislación vigente. Esta información se consultará a las comunidades autónomas y se calcula como número máximo de días de cierre en cada zona de producción para un periodo determinado.

A este respecto, el Real Decreto 345/1993, de 5 de marzo, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos, transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2006/113/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la calidad exigida a las aguas para cría de moluscos, establece las normas que deberán aplicarse a la calidad exigible tanto a las aguas como a la producción de moluscos bivalvos vivos, moluscos gasterópodos, tunicados y equinodermos marinos vivos, en orden a una mejora y protección de las aguas que permita salvaguardar su vida y crecimiento, así como garantizar su buena calidad para el consumo humano directo o previa transformación.

Es aplicable a las aguas costeras y salobres dedicadas a la producción de moluscos bivalvos vivos, moluscos gasterópodos, tunicados y equinodermos vivos que sean declaradas a tales efectos. En este sentido, con carácter bienal, se publica la orden ministerial que hace pública la ubicación y los límites de las zonas de producción y de reinstalación de moluscos bivalvos vivos, así como su clasificación microbiológica y las especies criadas en estas zonas. La última actualización de estas zonas queda recogida en la Orden APA/798/2022, de 5 de agosto, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español. Con posterioridad a esta publicación, Andalucía ha publicado la Resolución de 8 de marzo de 2023,



de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se modifica el anexo de la Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas.

La información respecto a los periodos de cierre de las zonas de producción de moluscos de la demarcación marina del Estrecho y Alborán se ha obtenido de la página web de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía que incluye información sobre la causa de los cierres (*E. coli* o *Salmonela*), las zonas de producción (código y nombre), las especies (nombre común y científico), las fechas de inicio y fin de los cierres, y el número de días de cierre.

Hay que indicar que los datos se han desagregado en dos periodos: de 2016 hasta mediados de mayo de 2018 y desde mediados de mayo de 2018 hasta 2021, ya que las zonas de producción de moluscos cambiaron a raíz de la publicación de la Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas.

Según se puede observar en la Tabla 9, la duración máxima de los episodios de cierre de zonas de producción de moluscos costeras de la demarcación marina del Estrecho y Alborán en el periodo 2016-2021 ha sido de 677 días, concretamente por *E. coli* en el erizo de mar (*Paracentrotus lividus*) en la zona de producción denominada Motril.

De las 47 zonas de producción de moluscos costeras de la demarcación marina del Estrecho y Alborán consideradas, teniendo en cuenta las zonas de producción definidas antes y después de la publicación de la Orden de 27 de abril de 2018, 28 zonas han sufrido algún episodio de cierre en el periodo 2016-2021, lo que representa el 60 % de las zonas de producción de moluscos de la demarcación.

Tabla 9. Número máximo de días de cierre de las zonas de producción de moluscos costeras de la demarcación marina del Estrecho y Alborán durante el periodo 2016-2021. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos de la Junta de Andalucía) \*: Denominación de la zona de producción según la Orden de 27 de abril de 2018

Zona de producción		Causa	Núm. máximo de días de cierre
Código	Nombre		
AND 21	Bahía De Algeciras	<i>E. coli</i>	5
AND 24-1	La Atunara	<i>E. coli</i>	21
AND 24-2	San Roque	<i>E. coli</i>	55
AND 26	Litoral Cádiz li	<i>E. coli</i>	6
AND 27	Sabinillas	<i>E. coli</i>	110
AND 28	Guadalmazza (Bancos Naturales)	<i>E. coli</i>	130
AND 28-1	Guadalmazza (Cultivos Suspendidos)	<i>E. coli</i>	6
AND 29	Marbella I (Bancos Naturales)	<i>E. coli</i>	17
AND 30	Marbella li	<i>E. coli</i>	37
AND 31	Cala Del Moral	<i>E. coli</i>	112
AND 32	Fuengirola	<i>E. coli</i>	161



Zona de producción		Causa	Núm. máximo de días de cierre
Código	Nombre		
AND 33	Torremolinos	<i>E. coli</i>	73
AND 34	Rincón De La Victoria	<i>E. coli</i>	343
AND 35	Torrox-Nerja	<i>E. coli</i>	100
AND 36	Motril	<i>E. coli</i>	677
AND 37	Playa De La Juana	<i>E. coli</i>	17
AND 38	Almerimar	<i>E. coli</i>	22
AND 49	Puerto De Marbella	<i>E. coli</i>	26
AND 52	Caleta De Vélez	<i>E. coli</i>	8
AND 203*	La Línea-Bahía	<i>E. coli</i>	33
AND 204*	La Atunara-La Alcaidesa	<i>E. coli</i>	20
AND 210*	Conil Cultivos	<i>E. coli</i>	25
AND 301*	Punta Chullera-Torre De La Sal	<i>E. coli</i>	7
AND 302*	Torre De La Sal-Guadalmansa	<i>E. coli</i>	7
AND 303*	Guadalmansa-Marbella	<i>E. coli</i>	6
AND 305*	Cabopino-Calaburras	<i>E. coli</i>	14
AND 307*	Benalmádena-Málaga	<i>E. coli</i>	7
AND 308*	Málaga-Rio Vélez	<i>E. coli</i>	16

#### 3.1.2.4. Conclusiones

En la caracterización de la presión de introducción de organismos patógenos microbianos cabe indicar que durante el periodo 2016-2021 no ha sido clasificada de calidad insuficiente ningún punto de muestreo de las zonas de baño costeras en la demarcación marina del Estrecho y Alborán, mientras que ha habido 37 contaminaciones de corta duración en la demarcación marina del Estrecho y Alborán, 6 en 2018, 16 en 2019, 5 en 2020 y 10 en 2021. Las playas que han estado expuestas a un mayor número de contaminaciones de corta duración han sido la playa de San Miguel – Las Conchas en Almería (cinco episodios en los años 2020 y 2021), y la playa Guadarranque en San Roque, Cádiz (tres episodios entre los años 2019 y 2021).

Respecto a la calidad de las zonas de producción, la duración máxima de los episodios de cierre de zonas de producción de moluscos de la demarcación marina del Estrecho y Alborán en el periodo 2016-2021 ha sido de 677 días, concretamente por *E. coli* en el erizo de mar (*Paracentrotus lividus*) en la zona de producción denominada Motril. Hay que indicar que el 60 % de las zonas de producción de moluscos de la demarcación han sufrido algún episodio de cierre en el periodo 2016-2021.





## 3.2. Enfoque DPSIR

### 3.2.1. Actividades humanas que generan la presión

Las actividades humanas que generan esta presión son:

- ♦ Acuicultura marina (A-17)
- ♦ Transporte marítimo (A-22)
- ♦ Usos urbanos (A-25)
- ♦ Usos industriales (A-26)
- ♦ Actividades de turismo y ocio (A-29)

### 3.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

La introducción de organismos patógenos microbianos (virus, bacterias y hongos patógenos, huevos de parásitos intestinales y bacterias fecales) en el medio marino puede provocar la acumulación de estos patógenos en organismos acuáticos, pudiendo alterar la estructura de las comunidades biológicas, y la posible transmisión de enfermedades infecciosas al hombre a través de su ingestión.

### 3.2.3. Efectos transfronterizos

No se considera que esta presión tenga efectos transfronterizos debido al periodo de supervivencia de los organismos patógenos en el medio marino y a que la venta de productos del mar a otros países tiene que pasar controles sanitarios que limitarían el efecto de los organismos patógenos microbianos.

### 3.2.4. Descriptores afectados

Los descriptores más relevantes a efectos de esta presión son:

Descriptores de presión:

- ♦ **Descriptor 8.** Contaminantes y sus efectos
- ♦ **Descriptor 9.** Contaminantes en los productos de la pesca

Descriptores de estado:

- ♦ **Descriptor 1.** Biodiversidad



### 3.3. Fuentes de información

EIONET, Central Data Repository, Bathing Water Directive 2006/7/EC. <https://cdr.eionet.europa.eu/es/eu/bwd>

Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Situación legal de las zonas de producción. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/moluzonasprodu/>



---

## PRESIONES POR APORTE DE SUSTANCIAS, BASURAS Y ENERGÍA



## 4. ESAL-PSBE-02. Aporte de materias orgánicas: Fuentes difusas y fuentes puntuales

### 4.1. Caracterización de la presión

#### 4.1.1. Descripción de la presión

Por aportes de materia orgánica al medio marino se entiende no la generada en el propio medio marino por la muerte de organismos o sus excreciones, sino aquella que llega al sistema desde el exterior. En este caso, únicamente se evalúa la materia orgánica aportada desde fuentes puntuales terrestres, ya que no se dispone de información sobre los aportes difusos de materia orgánica que pudieran llegar al medio desde ríos o por escorrentía directa.

Fundamentalmente, los vertidos de materia orgánica desde tierra tienen su origen en las aguas residuales de naturaleza urbana. Los que mayores cargas aportan son aquellos no sometidos a depuración, o los que poseen únicamente un tratamiento primario, aunque también hay procesos industriales que tienen emisiones de este tipo como subproductos.

En lo que se refiere a la acuicultura marina, tampoco se presenta información de este tipo de fuente difusa, ya que en la Encuesta de Establecimientos de Acuicultura se ofrece información sobre la cantidad de comida aportada a las instalaciones de acuicultura, pero se desconoce qué proporción es consumida, ni la materia orgánica aportada al medio por las especies cultivadas.

La información que se emplea para estimar la carga de materia orgánica que llega al medio marino desde vertidos terrestres es la contenida en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR). Este registro no es exhaustivo y sólo contiene información de los complejos de cierta entidad. Dentro de las emisiones para las que hay datos en este registro, las relacionadas con la materia orgánica son la demanda química de oxígeno (DQO) y el carbono orgánico total (COT). El Real Decreto 508/2007 establece que, para el COT (como C total o DQO/3) el umbral a partir el cual es necesario hacer pública la información sobre las emisiones al agua es de 50.000 kg/año. La DQO está incluida entre las sustancias para las que los complejos notificarán las emisiones, aunque no serán incluidas, en principio, en la información que el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en cumplimiento de los requisitos de información, deba remitir a organismos europeos o cualquier otro de carácter internacional.

Se han seleccionado los complejos con emisiones de DQO y COT al litoral. De los obtenidos, se han descartado aquellos que, una vez ubicados en un mapa, se localizan alejados de la costa.

#### 4.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

En este apartado se evalúa cómo varían las cargas aportadas de materia orgánica al medio marino en la demarcación. Para ello se emplean los siguientes indicadores:

- ◆ PSBE-02-01. DQO aportada por instalaciones que notifican al Registro PRTR (kg/año): Este indicador evalúa las emisiones al litoral de demanda química de oxígeno (DQO) para aquellas instalaciones con obligación de aportar esta información al Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR).
- ◆ PSBE-02-02. COT aportado por instalaciones que notifican al Registro PRTR (kg/año): Este indicador cuantifica las emisiones al litoral de carbono orgánico total (COT) para aquellas instalaciones con obligación de aportar esta información al Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR).





Para el análisis se consideran además el número anual de complejos para los que hay datos y la localización de los complejos. En esta presión no se analizan los indicadores por separado sino conjuntamente.

#### 4.1.2.1. PSBE-02-01. DQO aportada por instalaciones que notifican al Registro PRTR y PSBE-02-01. COT aportado por instalaciones que notifican al Registro PRTR

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán el número de complejos que aportan datos al PRTR en el periodo que comprende el tercer ciclo de las estrategias marinas (2016-2021) es de 24 en total, 16 para DQO y varía entre 22 y 24 para COT (Figura 31). Ninguno de ellos se localiza en Ceuta.

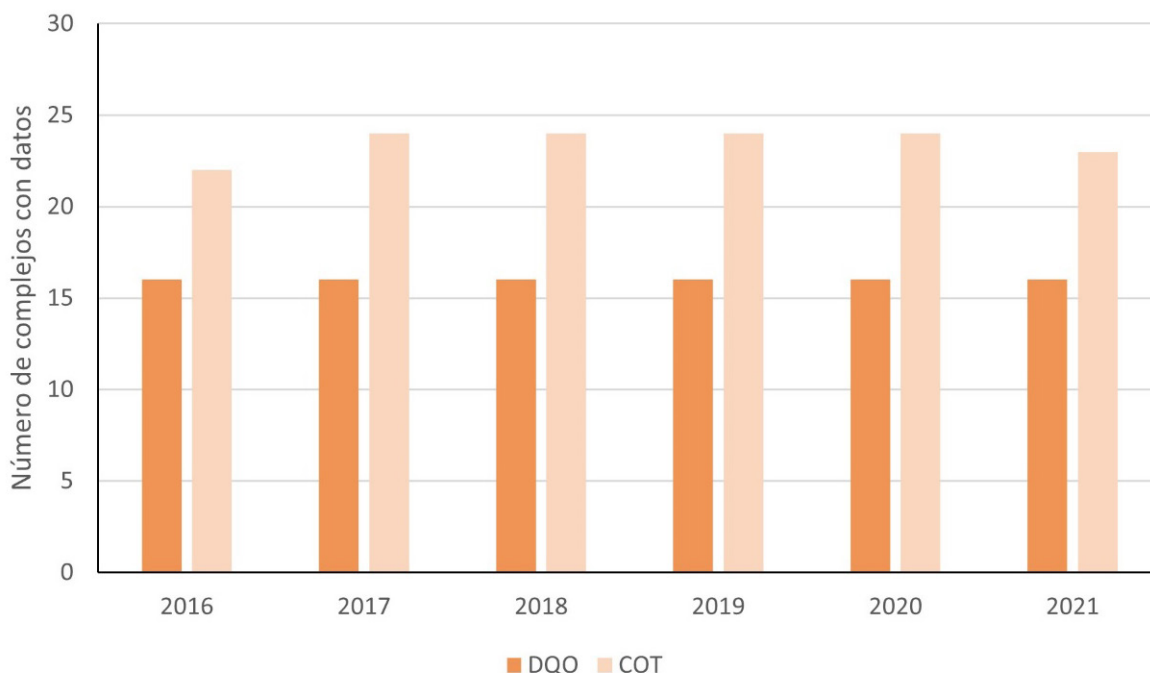


Figura 31. Número de complejos que aportan datos de DQO y COT al Registro PRTR. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

La Figura 32 ofrece datos sobre la variación de la DQO por años para el litoral de esta demarcación. En ella se observa como los valores más elevados se encuentran en la provincia de Málaga, donde los valores anuales oscilan entre 5.000.000 kg/año y 6.300.000 kg/año, siendo los valores del resto de provincias más bajos, y no alcanzando en ningún caso los 2.000.000 kg/año. La DQO total aportada para el global del periodo 2016-2021 es de unos 52 millones de kg.

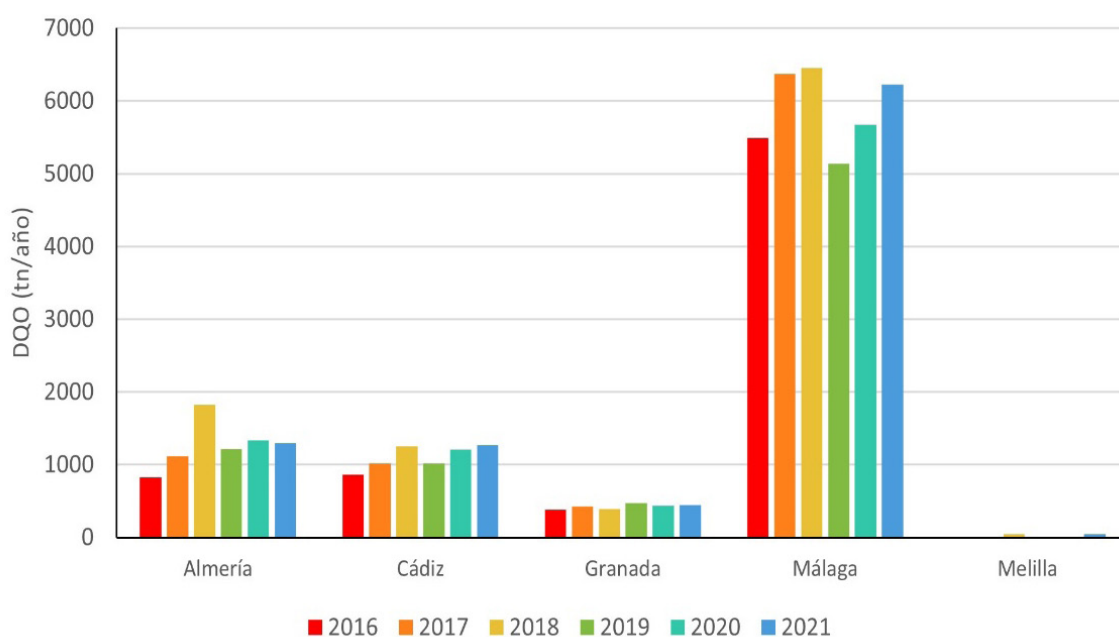


Figura 32. DQO aportada a la demarcación por complejos que notifican al Registro PRTR. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

En el caso del COT aportado a la demarcación (Figura 33), en el periodo que comprende el tercer ciclo de las estrategias marinas (2016-2021), los valores más altos también los presenta Málaga con más de 2 millones de kg en 2017, 2018 y 2021. El total es de más de 17 millones de kg.

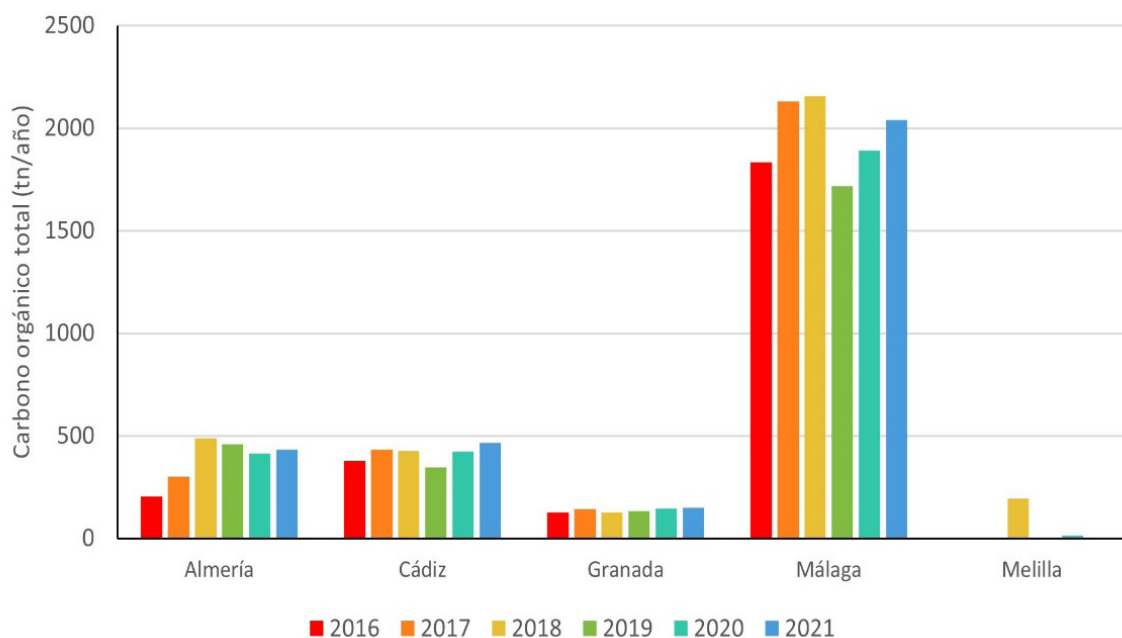


Figura 33. COT aportado a la demarcación por complejos que notifican al Registro PRTR. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)



La localización de los complejos se muestra en la Figura 34. En ella se puede observar cómo hay una concentración en la zona de bahía de Algeciras y una presencia significativa en la provincia de Málaga. No hay ningún complejo en Ceuta que informe al PRTR. De los 24 complejos mostrados, 13 son estaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas. Estas instalaciones tienen obligación de informar sobre sus emisiones al registro PRTR cuando poseen una capacidad de 100.000 habitantes-equivalentes o superior.

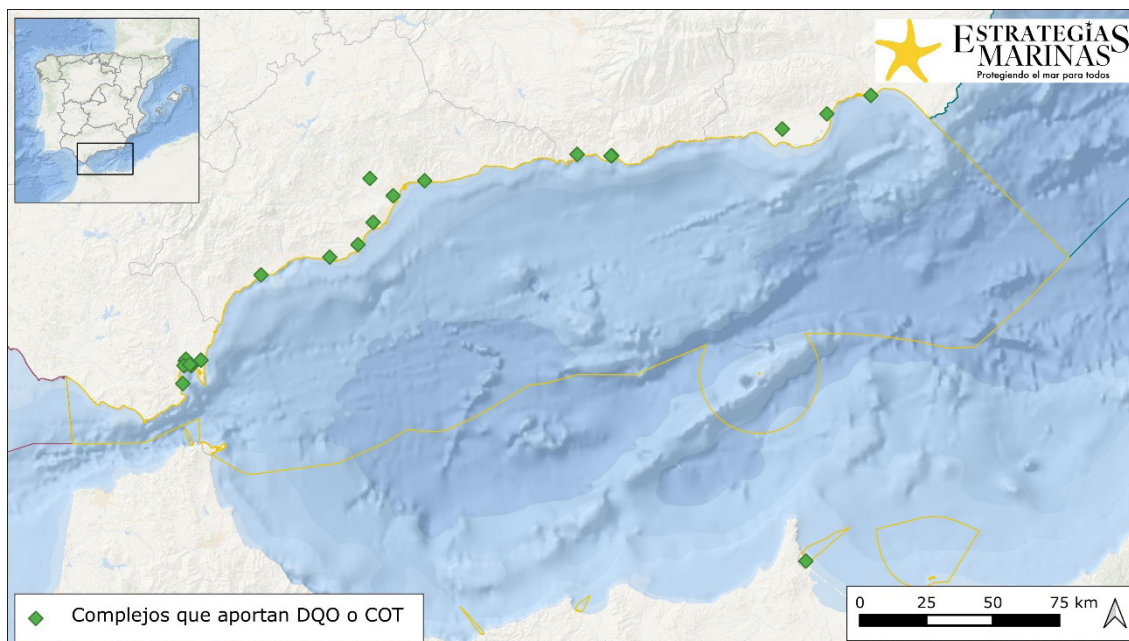


Figura 34. Localización de complejos que notifican al Registro PRTR emisiones de DQO o COT al litoral (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

El Ministerio para la Transición Ecológica ofrece la localización de los puntos de vertido activos de estaciones depuradoras clasificadas por carga orgánica entrante en el periodo enero 2019 – diciembre 2020 (Figura 35). En esta demarcación se localizan 32 puntos, habiendo sido el agua depurada antes de ser vertida con tratamiento secundario en todos ellos salvo en dos: Nerja y Popolos-La Mamola. En Nerja durante este ciclo se han realizado los trabajos para la construcción de una nueva depuradora, habiendo sido recepcionada por MITECO en 2021.

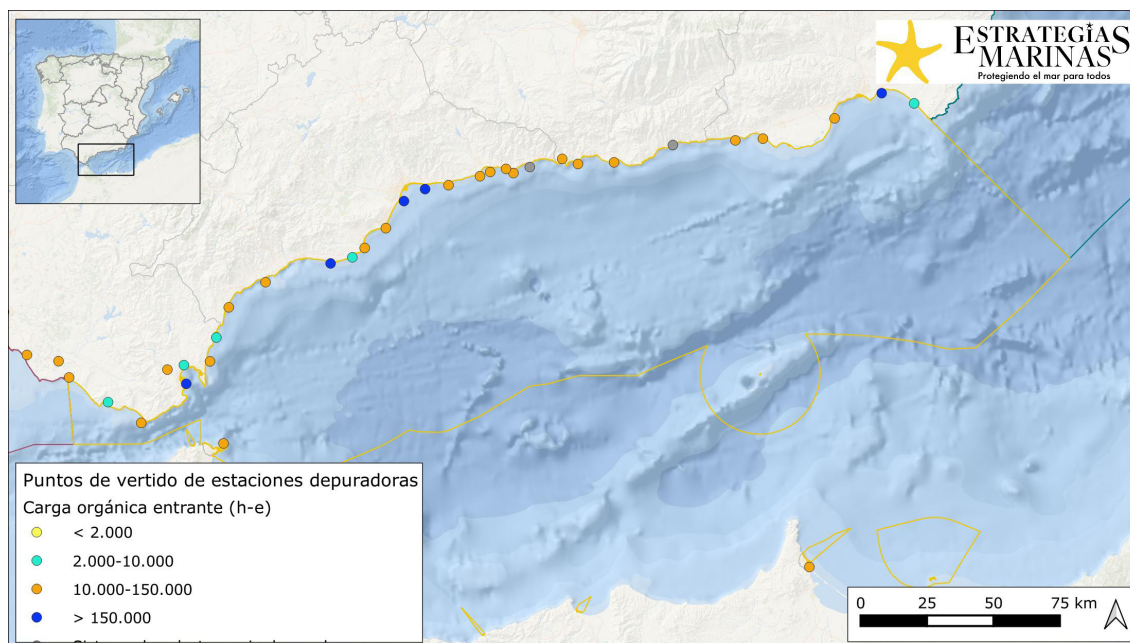


Figura 35. Puntos de vertido activos de estaciones depuradoras clasificadas por carga entrante en el periodo enero 2019 – diciembre 2020.  
(Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO. Directiva 91/271, informe Q2021)

#### 4.1.2.2. Conclusiones

Una de las vías de entrada al medio marino de la materia orgánica generada por la actividad humana son las emisiones que se realizan desde fuentes puntuales. La única fuente de datos pública que ofrece información cuantitativa sobre emisiones al mar de carbono orgánico total (COT) y demanda química de oxígeno (DQO) es el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR). Este registro no es exhaustivo y sólo contiene información de las instalaciones de cierta entidad. Para la demarcación del estrecho y Alborán se ha obtenido información para 24 complejos, de los cuales 13 son estaciones depuradoras de aguas residuales si bien hay 32 vertidos de aguas residuales urbanas en la misma.

El número de instalaciones que aportan datos al PRTR en el periodo que comprende el tercer ciclo de las estrategias marinas (2016-2021) es de 16 para DQO y varía entre 22 y 24 para COT. El valor global de carga de COT aportado en la demarcación en el periodo 2016-2021 es de 17.551.467 kg, siendo la media anual de 2.925.245 kg/año, mientras que para la DQO la carga total aportada es de 52.230.884 kg, siendo la media anual de 8.705.147 kg/año. Málaga es la provincia donde se producen las mayores aportaciones tanto de DQO como de COT.





## 4.2. Enfoque DPSIR

### 4.2.1. Actividades humanas que generan la presión

Las principales actividades que generan esta presión son:

- ♦ Usos urbanos
- ♦ Usos industriales
- ♦ Acuicultura marina

### 4.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

El aporte de materia orgánica al mar puede suponer un aumento de la actividad de los organismos descomponedores, que se alimentan de la misma, pudiendo causar una disminución del oxígeno disponible para el resto de seres vivos, volviéndose el medio anaerobio, con las consecuencias que ello conlleva.

La Dirección General del Agua ofrece información sobre las masas de agua costeras y de transición que presentaron impactos por materia orgánica durante el tercer ciclo de planificación hidrológica. En esta demarcación, el Puerto de Ceuta ha sido la única masa de agua identificada (Código ES-150MSPF417060003, Figura 36 y Figura 37). Las presiones que darían origen a este impacto no se identifican en el Plan Hidrológico vigente.

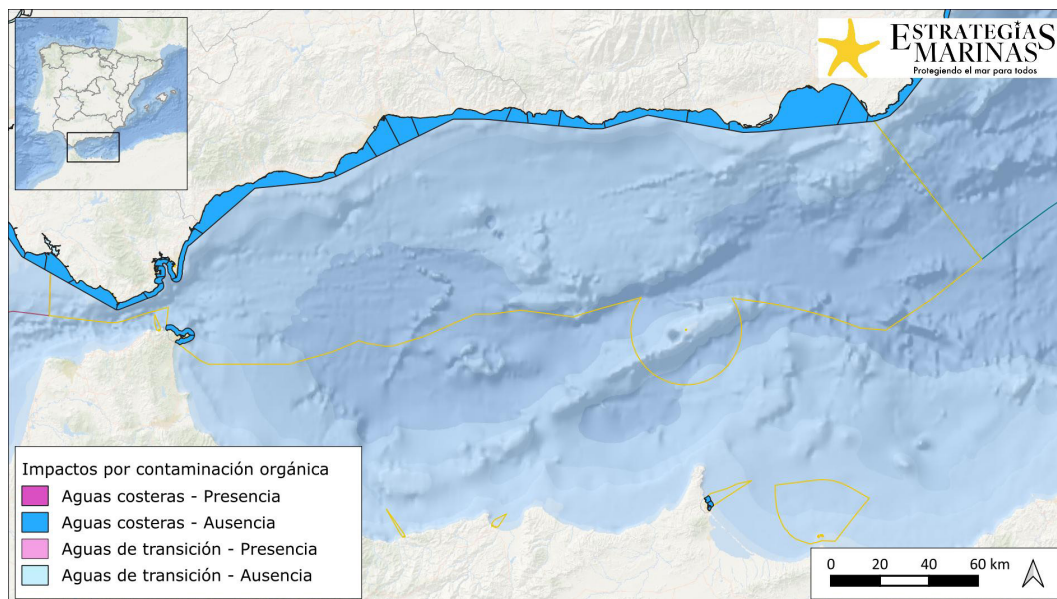


Figura 36. Masas de agua costeras y de transición impactadas por materia orgánica en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. (Fuente: Mapa elaborado por el CEDEX con datos de la Dirección General del Agua)

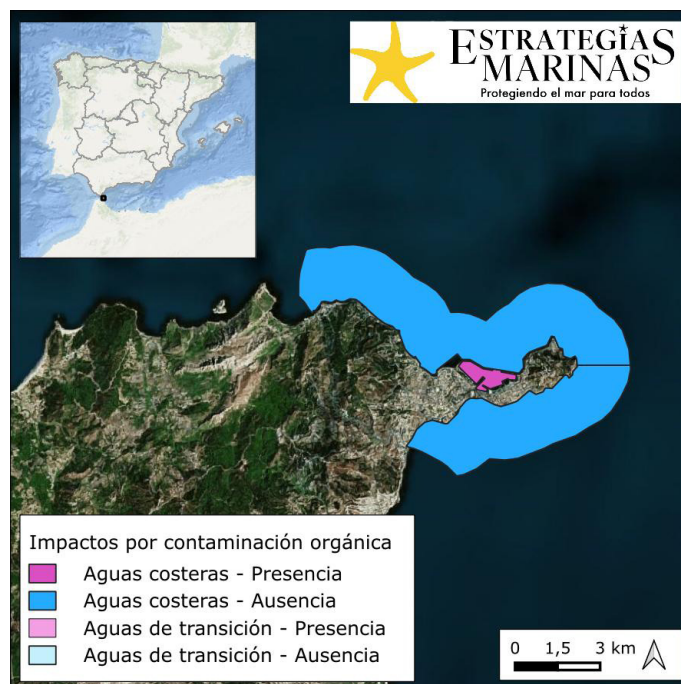


Figura 37. Detalle de las masas de agua costeras y de transición impactadas por materia orgánica en la zona de Ceuta. (Fuente: Mapa elaborado por el CEDEX con datos de la Dirección General del Agua)

El descriptor principalmente relacionado con esta presión es el descriptor 4, redes tróficas: todos los elementos de las redes tróficas marinas, en la medida en que son conocidos, se presentan en abundancia y diversidad normales y en niveles que pueden garantizar la abundancia de las especies a largo plazo y el mantenimiento pleno de sus capacidades reproductivas. Aportes abundantes de materia orgánica, debido a su descomposición, pueden causar una disminución del oxígeno disuelto o incluso anoxia, con el consiguiente cambio en las especies presentes en el medio marino. Esto también puede tener incidencia sobre el descriptor 1: “Se mantiene la biodiversidad, la calidad y la frecuencia de los hábitats y la distribución y abundancia de especies están en consonancia con las condiciones fisiográficas y climáticas reinantes”.

#### 4.2.3. Efectos transfronterizos

A la vista de que única masa de agua es la identificada como con impactos por materia orgánica y que está rodeada por masas sin impactos, no se estima que esta presión pueda tener efectos transfronterizos.



## 5. ESAL-PSBE-03. Aporte de otras sustancias: fuentes difusas, fuentes puntuales, deposición atmosférica, incidentes graves

### 5.1. Caracterización de la presión

#### 5.1.1. Descripción de la presión

El aporte de contaminantes al medio marino constituye una presión, sobre todo, para los organismos que en él habitan. Los efectos que tiene sobre los mismos dependen, entre otros factores, del tipo de contaminante. En la Directiva marco sobre la estrategia marina se ponen como ejemplo los contaminantes de tipo sintético, no sintético o radionucleidos. Los aportes de contaminantes pueden ser:

- ♦ De origen terrestre: vertidos urbanos, industriales, piscícolas, ríos y escorrentía superficial
- ♦ De origen marino: buques, plataformas, piscícolas
- ♦ De origen aéreo: deposiciones atmosféricas

Los vertidos desde tierra se caracterizan en base a la información ofrecida por el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (Registro PRTR). No todas las instalaciones que realizan vertidos al mar están obligadas a enviar información a este Registro, sino sólo aquellas que superan los umbrales que se especifican en el Real Decreto 508/2007, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas, y sus modificaciones posteriores. La información que se ofrece no es, por tanto, exhaustiva, sino que tiene en cuenta las instalaciones de mayor entidad. De este Registro, se seleccionan aquellos complejos que vierten al litoral, y se le asocian las cargas de nutrientes y contaminantes de las que han informado en el periodo 2016-2021. La definición de litoral es entendida en el mismo en sentido amplio, incluyendo también el dominio público marítimo-terrestre al que dan lugar las aguas de transición. Después de un análisis, se obvian aquellas instalaciones que están situadas lejos de la costa.

Los aportes desde ríos se analizan con información facilitada por la Dirección General del Agua correspondiente al año 2020, que recopila información sobre el volumen de vertido y las cargas totales aportadas de las siguientes sustancias: cadmio, mercurio, cobre, plomo, zinc,  $\gamma$ -hexaclorociclohexano, amonio, nitratos, fosfatos, nitrógeno total, fósforo total y sólidos en suspensión. Las demarcaciones hidrográficas que intersecan con la demarcación marina son Cuencas Mediterráneas Andaluzas y Guadalete-Barbate, Ceuta y Melilla. De la primera se han seleccionado aquellos que desembocan en la demarcación del Estrecho y Alborán y no se dispone de datos para el resto de las demarcaciones hidrográficas. Se considera que los ríos canalizan buena parte de la escorrentía difusa de contaminantes que se pudiesen generar en terrenos de uso agrícola y/o ganadero que existan aguas arriba de las estaciones de muestreo. Sin embargo, como se ha comentado, no todas las cuencas están monitorizadas. Existe un cierto número de cursos de agua que no están monitorizados y para sus cuencas, no se dispone de información sobre los posibles aportes difusos.

Los derrames accidentales que se hayan podido producir, ya sea desde tierra o desde buque, se tratan en detalle en el descriptor 8, criterio 3. En esta demarcación no se ubica ninguna plataforma y, por lo tanto, no hay vertidos desde este tipo de infraestructuras. Las instalaciones de acuicultura se caracterizan también a través de la información contenida en el Registro PRTR y se tratan junto con los vertidos desde complejos localizados en tierra.

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán no hay vertidos directos de radionucleidos al medio marino. La información sobre los niveles medidos en mar abierto también es publicada anualmente por el Consejo de Seguridad Nuclear, organismo competente en la materia.

Como última fuente de entrada de vertidos en el mar se contemplan los vertidos de material dragado, ya que en ocasiones contienen diversas cargas de contaminantes.



Para evaluar las deposiciones atmosféricas se emplean los datos del Programa Concertado de Vigilancia y Evaluación del Transporte a Larga Distancia de los Contaminantes Atmosféricos en Europa (programa EMEP). Este programa modela la deposición anual en el océano de dos contaminantes orgánicos persistentes: dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/Fs) y benzo-alfa-pirenos (B[α]P) y de tres metales pesados: cadmio, mercurio y plomo. Para este ciclo (2016-2021) no se ha podido acceder a los datos de los dos contaminantes orgánicos.

### 5.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

En este apartado se evalúa cómo varían las cargas aportadas de contaminantes al medio marino en la demarcación.

El número de indicadores definidos en los programas de seguimiento de segundo ciclo asciende a 49, puesto que se desglosan por tipo de sustancia y origen. No se van a listar aquí los citados indicadores y se van a desarrollar uno a uno como se hace en otras fichas, sino que, para facilitar la comprensión y lectura, se realiza un análisis en función del origen. Se seguirá para el análisis el mismo orden especificado en el apartado anterior, comenzando así por las fuentes de origen terrestre.

#### 5.1.2.1. Aportes desde tierra–aportes directos

Se seguirá para el análisis el mismo orden especificado en el apartado anterior, comenzando así por las fuentes incluidas en el Registro PRTR, tanto las de origen terrestre como las instalaciones de acuicultura. Se han analizado las cargas anuales sólo del periodo que abarca el tercer ciclo de estrategias marinas (2016-2021). Es necesario aclarar que el número de complejos no es igual todos los años, sino que hay variaciones importantes entre años. Para mostrar esta casuística se muestra la información relativa a los cloruros, que es el contaminante con mayor carga en esta demarcación. En la Figura 38 se muestra el número de complejos, que varía entre 20 y 22 en función del año, mientras que las cargas de cloruros aportadas al litoral se recogen en la Figura 38. En ella se puede apreciar cómo las mayores cargas, que se producen en 2017 en Melilla (93 kt), no se corresponde con un aumento de complejos ya que el número de complejos en Melilla es 1 en todo el periodo.

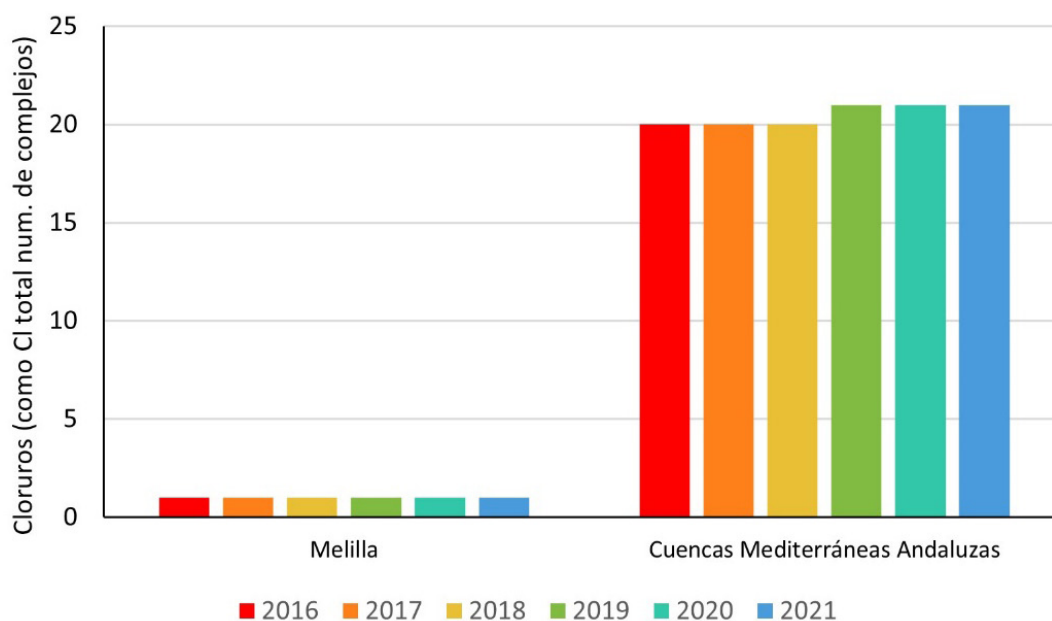


Figura 38. Número de complejos que vierten cloruros al litoral. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)



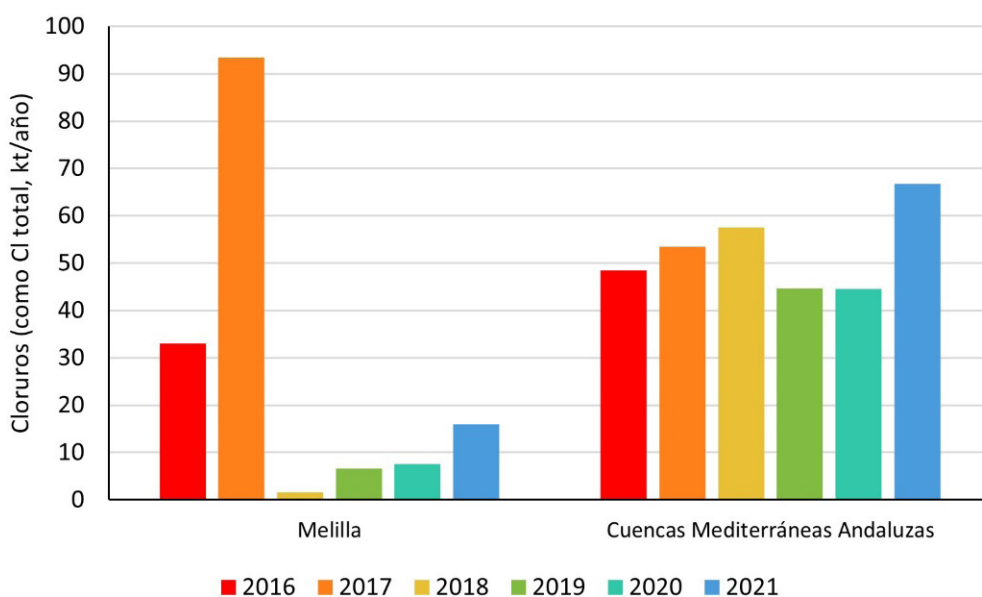


Figura 39. Carga de cloruros vertidos al litoral. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

Se muestran en la Tabla 10 las cargas aportadas por complejos que informan al PRTR para los metales pesados y otros compuestos similares por año.

La información sobre las cargas de contaminantes orgánicos aportadas se ofrece para el global de la demarcación marina en la Tabla 11. Los compuestos orgánicos halogenados y los fenoles son las sustancias con mayor carga.



Tabla 10. Cargas aportadas de metales pesados y otros compuestos por complejos que informan al Registro PRTR. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

Cargas aportadas de metales pesados y otros compuestos (kg/año)							
Compuestos	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
Arsénico y compuestos (como As)	100	167	191	271	211	259	1.200
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	100	167	191	271	211	259	1.200
Cadmio y compuestos (como Cd)	24	24	22	18	14	10	111
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	24	24	22	18	14	10	111
Cianuros (como CN total)	274	350	259	282	386	657	2.208
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	274	350	259	282	386	657	2.208
Cobre y compuestos (como Cu)	420	306	1.979	910	1.048	3.261	7.559
Melilla	0	0	73	0	0	0	73
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	420	306	1.542	910	1.048	3.261	7.487
Cromo y compuestos (como Cr)	224	285	186	627	206	164	1.692
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	224	285	186	627	206	164	1.692
Fluoruros (como F total)	45.923	45.445	41.089	42.111	35.975	27.194	237.737
Melilla	0	1103	2	0	0	0	1.105
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	45.923	44.342	41.087	42.111	35.975	27.194	236.632



Cargas aportadas de metales pesados y otros compuestos (kg/año)							
Compuestos	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
Mercurio y compuestos (como Hg)	2	1	1	6	9	1	20
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	2	1	1	6	9	1	20
Níquel y compuestos (como Ni)	478	1.019	1.008	703	843	886	4.938
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	478	1.019	1.008	703	843	886	4.938
Plomo y compuestos (como Pb)	51	46	77	56	102	70	402
Melilla	5	4	3	0	0	0	12
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	41	41	71	56	102	70	382
Zinc y compuestos (como Zn)	2.669	2.562	4.810	4.319	4.205	2.915	21.228
Melilla	0	0	85	0	0	0	85
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	2.669	2.562	4.472	4.319	4.205	2.915	21.144



Tabla 11. Cargas aportadas con compuestos orgánicos por complejos que informan al Registro PRTR. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

Cargas aportadas de compuestos orgánicos (kg/año)							
Compuestos	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
Benceno	0	0	0	0	2	1	2
Benzo(a)pireno	0	2	0	0	2	0	4
Benzo(g,h,i)perileno	0	0	2	1	0	3	5
Compuestos orgánicos halogenados (como AOX)	133.721	122.227	93.552	60.045	23.787	45.758	479.089
Diclorometano (DCM)	84	19	27	61	0	2	193
Diurón			1	2	2	2	7
Fenoles (como C total)	3.074	3.235	3.958	6.543	3.931	4.256	24.996
Fluoranteno	0	0	0	0	5	0	5
Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP)	480	437	301	179	83	80	1.560
Hidrocarburos aromáticos policíclicos totales PRTR (HAP totales PRTR)	1	7	7	6	18	2	41
Lindano	1	1	3	1	2	1	8
Nonifenol y Etoxilatos de nonilfenol (NP/NPE)	5	3	4	2	1	1	16
Octilfenoles y octilfenoles etoxilatos	4	1	1	1	1	1	7
Tetraclorometano (TCM)				1			1
Tolueno	0	24	26	25	26	30	131
Triclorometano	24	7	18	9	3	11	72
Xilenos totales	0	0	4	14	0	3	20





La localización de los complejos que dan lugar a estas cargas se muestra en la Figura 40. Estos se reparten por las costas de las provincias de Almería, Granada, Málaga y Cádiz y la Ciudad Autónoma de Melilla, observándose cierta concentración de complejos en la bahía de Algeciras.

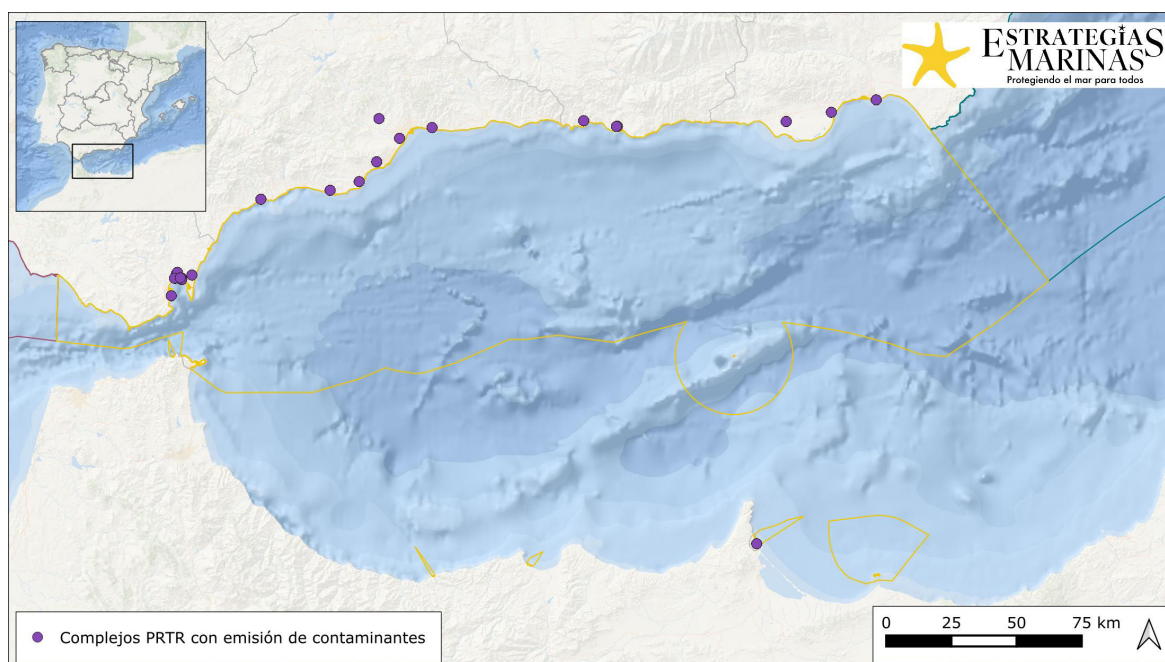


Figura 40. Complejos que informan al PRTR sobre emisiones de sustancias contaminantes al litoral. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

Además de la información incluida en el PRTR, también se dispone de datos procedentes del programa Riverine Inputs and Direct Discharges (RID). Los datos de los vertidos directos al mar los proporciona la Junta de Andalucía. En este apartado se analizan las cargas anuales vertidas al mar de metales pesados (cadmio, mercurio, plomo, cobre y zinc) y de lindano. En las gráficas de los diferentes compuestos (Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45 y Figura 46) se especifica el origen del vertido (industrial o urbano). No se dispone de datos para todos los años que abarca el ciclo.

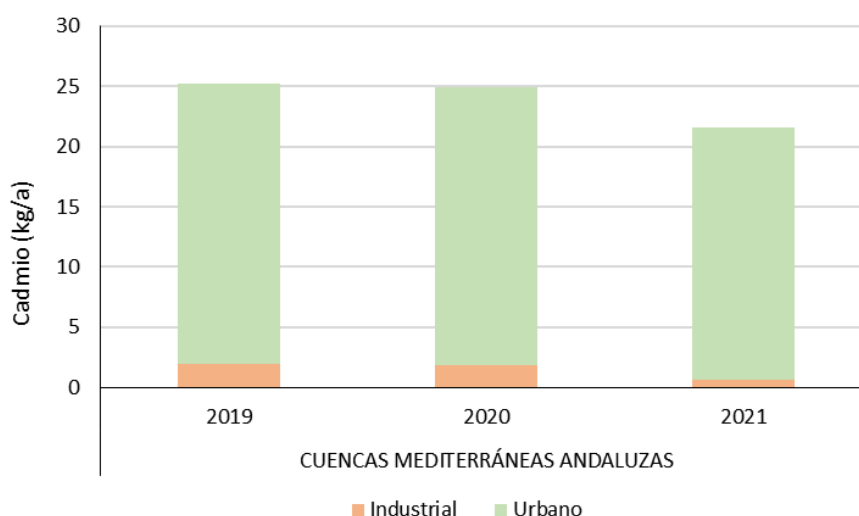


Figura 41. Carga de cadmio aportada al mar a través de vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del RID)

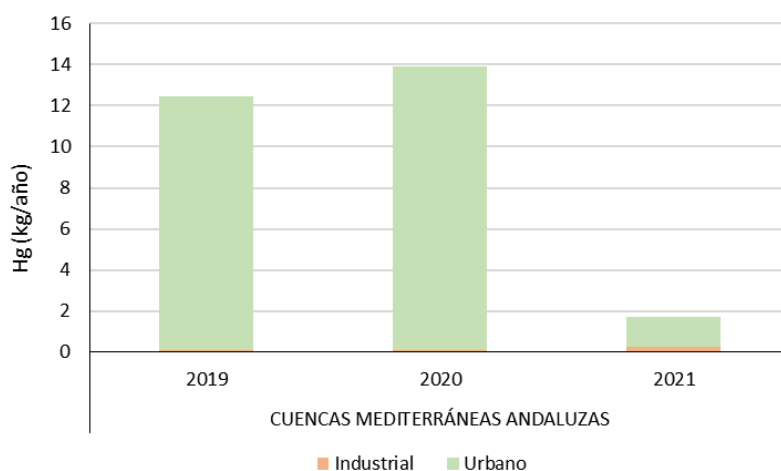


Figura 42. Carga de mercurio aportada al mar a través de vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del RID)

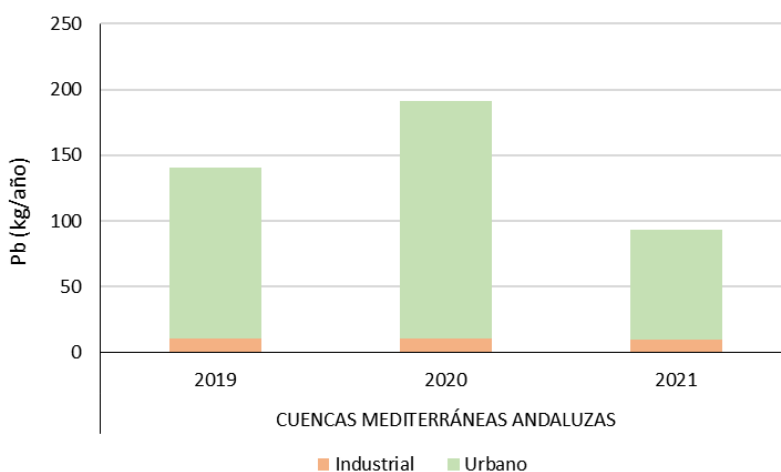


Figura 43. Carga de plomo aportada al mar a través de vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del RID)

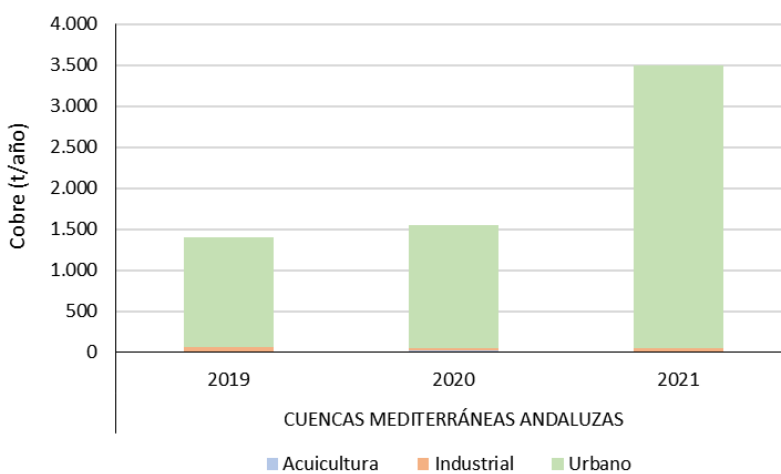


Figura 44. Carga de cobre aportada al mar a través de vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del RID)

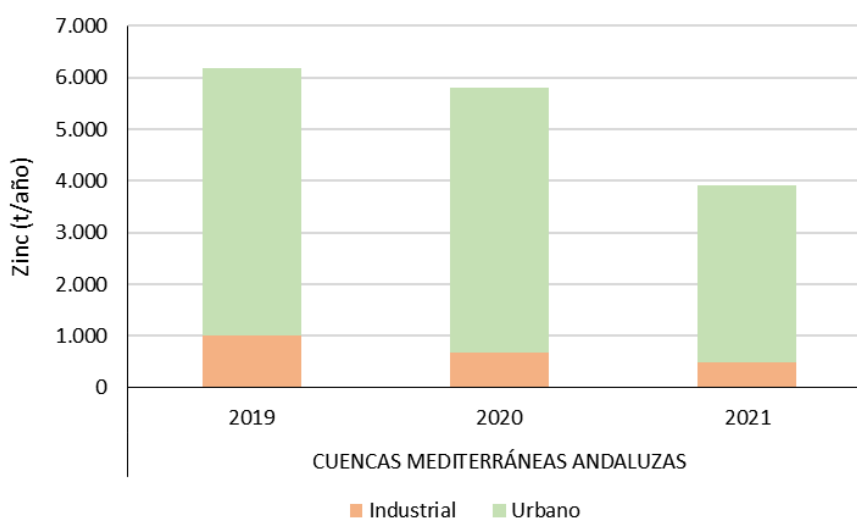


Figura 45. Carga de zinc aportada al mar a través de vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del RID)

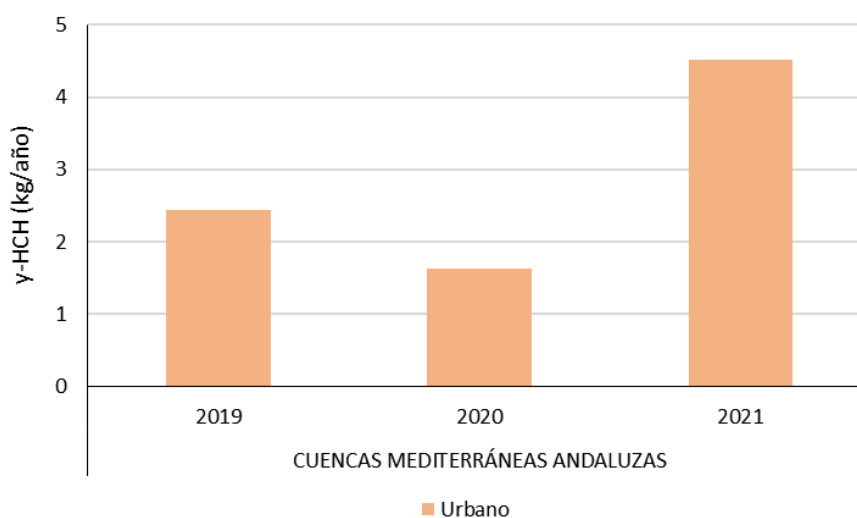


Figura 46. Carga de lindano aportada al mar a través de vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del RID)

La Junta de Andalucía facilita las coordenadas de los vertidos directos al mar (Figura 47). Se observa una distribución bastante homogénea de los puntos de vertido, y una ligera concentración de puntos en la bahía de Algeciras.

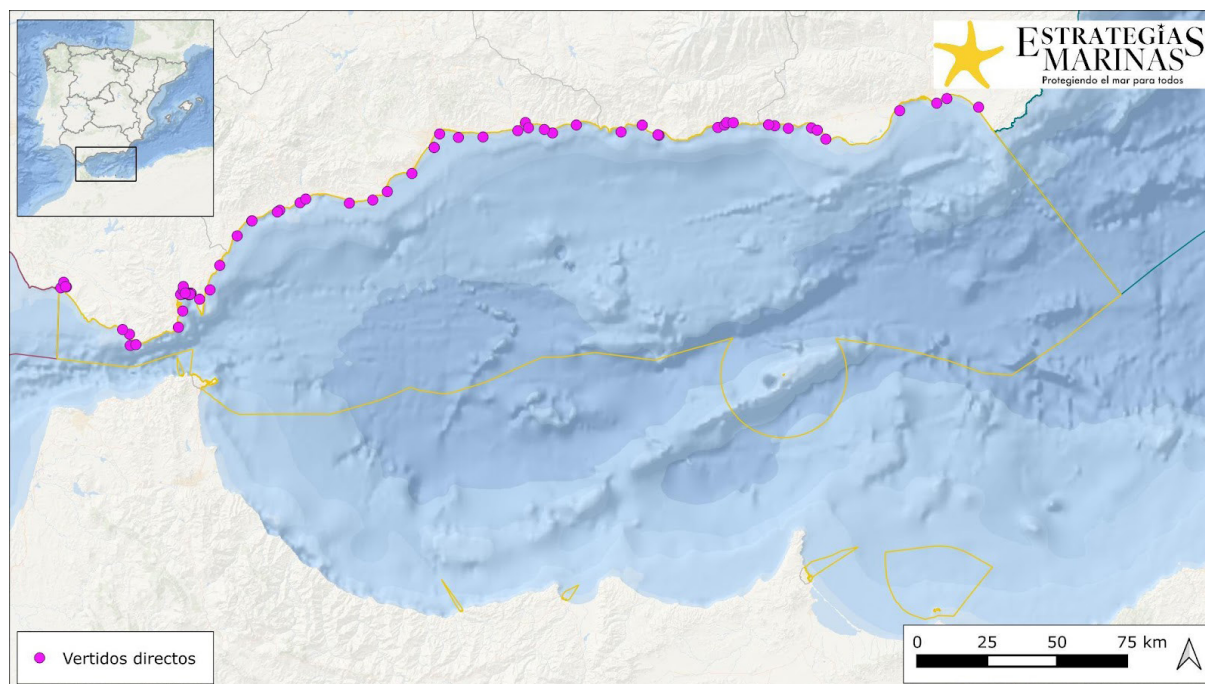


Figura 47. Vertidos directos al mar. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de la Junta de Andalucía)

#### 5.1.2.2. Aportes desde tierra – aportes de ríos

Tabla 12. Aportes desde ríos. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos de la Junta de Andalucía)

Contaminantes	Cuenca Mediterránea Andaluza			
	2020		2021	
	N	Carga (kg/a)	N	Carga (kg/a)
Cadmio y sus compuestos	1	8,89	1	8,99
Cromo y sus compuestos	1	0,00	1	0,10
Cobre y sus compuestos	1	0,00	1	0,10
Ftalato de di(2-etilhexilo) (DEHP)	1	0,00	1	16,33
Plomo y sus compuestos	1	0,00	1	1.740,66
Mercurio y sus compuestos	1	0,00	1	0,20
Níquel y sus compuestos	1	254,36	1	254,57
Zinc y sus compuestos	1	0,00	1	0,10





Los contaminantes transportados por los ríos son de diferente naturaleza. Se transportan desde metales pesados hasta compuestos orgánicos. En la demarcación marina del Estrecho y Alborán, todos los datos relativos al aporte de sustancias al mar desde ríos provienen de la Junta de Andalucía. Sólo se han tenido en cuenta aportes de ríos que desembocan en el mar Mediterráneo, ya que no se cuenta con información sobre ríos que desembocuen en el océano Atlántico y en la demarcación marina del Estrecho y Alborán al mismo tiempo. En la Tabla 11 se observa que el mayor aporte es de plomo en 2021, seguido de níquel en 2020.

En la Figura 48 se ofrece la localización espacial de las estaciones de monitorización. Se reflejan todas aquellas que tienen algún dato de contaminantes.

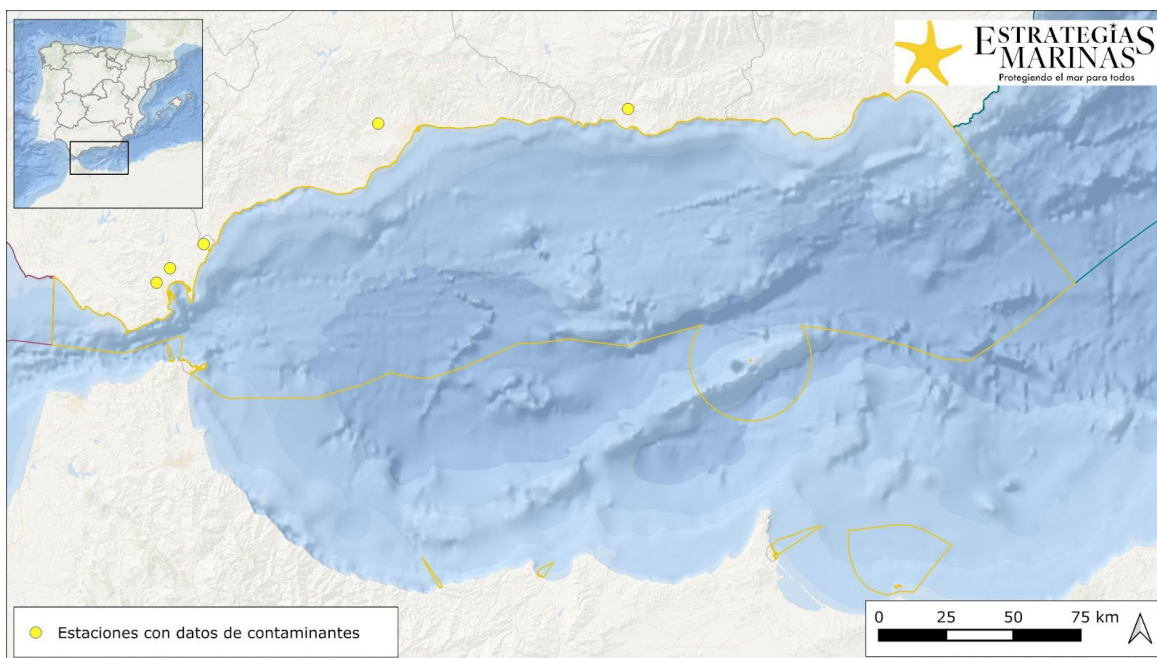


Figura 48. Estaciones con datos de contaminantes para el año 2020. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de la Dirección General del Agua)

### 5.1.2.3. Aportes desde tierra – vertidos de radionucleidos

El CSN reporta anualmente al Parlamento un resumen de los resultados obtenidos de la red y los publica en su página web ([www.csn.es](http://www.csn.es)). Con la misma frecuencia publica los resultados de los programas de vigilancia radiológica ambiental en su Colección de Informes Técnicos, incorporando un análisis de estos, incluidos gráficos con la evolución temporal y valores en tablas. Además, en cumplimiento con los requerimientos de vigilancia ambiental fijados por la Comisión Europea en el artículo 36 del Tratado Euratom, el CSN envía anualmente dichos resultados a la Comisión Europea.

En este sentido, se representa la serie temporal de 2001-2021 para actividad alfa total, actividad beta total y tritio para las estaciones de monitorización radiológica de esta demarcación y se señalan los datos pertenecientes al presente periodo de evaluación. En la Figura 49 se muestra su localización.

Cabe señalar que los valores obtenidos para cada determinación analítica resultan bastante homogéneos en los distintos puntos de muestreo y similares en las sucesivas campañas. En todos ellos los valores en este ciclo de evaluación son, de media, inferiores a la media obtenida para el primer ciclo de evaluación.



Las muestras de agua se toman en superficie, con frecuencia trimestral, a una distancia de 10 millas de la costa, excepto en los puertos marítimos, donde las muestras se toman en la bocana. En la demarcación del Estrecho y Alborán existe una única estación, localizada en la zona de la bahía de Algeciras.

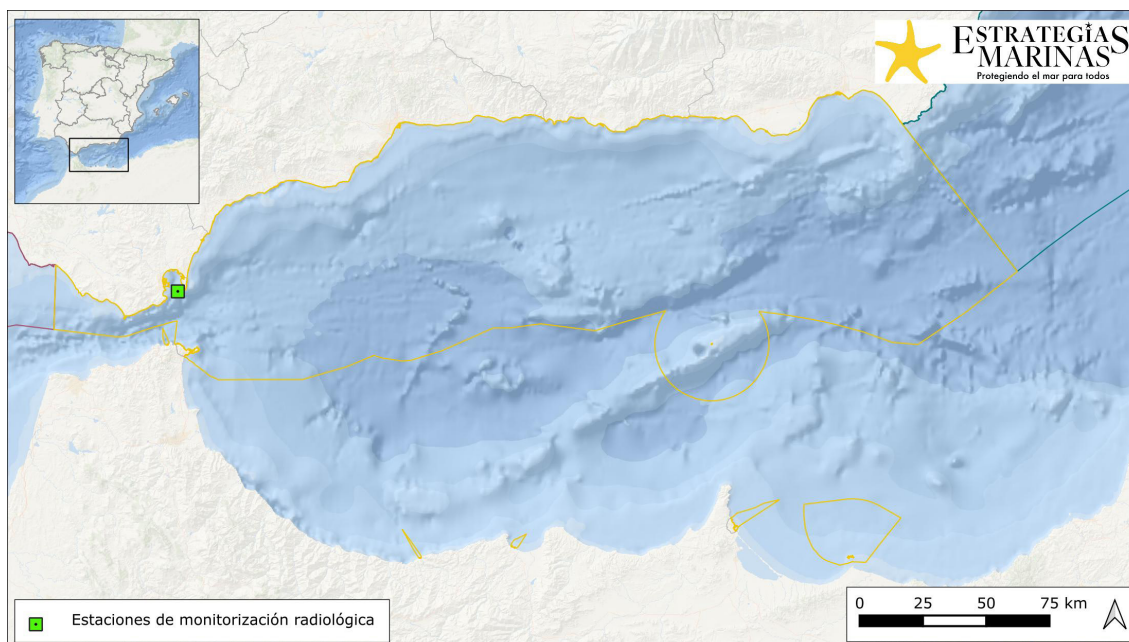


Figura 49. Localización de las estaciones de monitorización radiológica. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos del Consejo de Seguridad Nuclear)

#### 5.1.2.3.1. Concentración del índice de actividad alfa total ( $\text{Bq/m}^3$ )

Este indicador analiza las variaciones del índice de actividad alfa total en las estaciones de seguimiento del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear en aguas marinas abiertas y portuarias.

La concentración del índice de actividad alfa total en esta demarcación, mostrado en la Figura 50, se mantiene, en general, dentro del rango de los 60 y 80  $\text{Bq/m}^3$ , experimentando dos disminuciones significativas en los años 2016 y 2018 con 67 y 61  $\text{Bq/m}^3$  respectivamente. El periodo concluye con 70  $\text{Bq/m}^3$ .

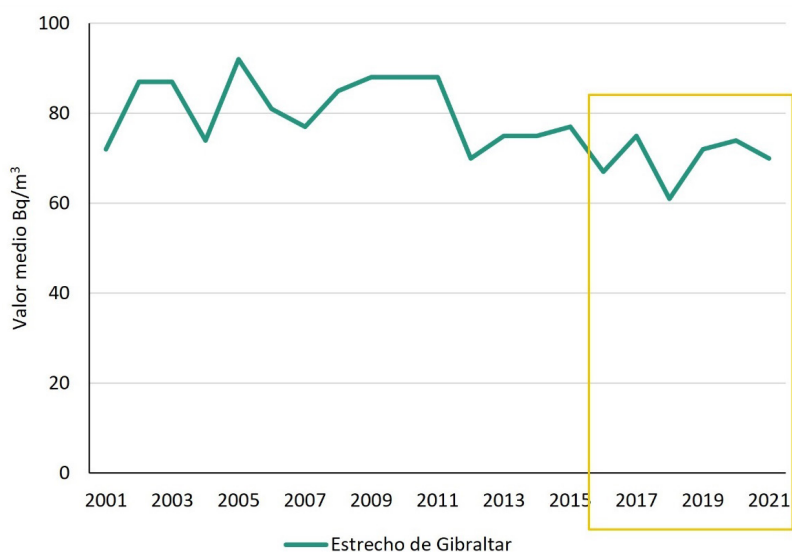


Figura 50. Concentración del índice de actividad alfa total ( $\text{Bq/m}^3$ ) en las estaciones de la demarcación. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos publicados por el Consejo de Seguridad Nuclear)

#### 5.1.2.3.2. Concentración del índice de actividad beta total ( $\text{Bq/m}^3$ )

Este indicador analiza las variaciones del índice de actividad beta total en las estaciones de seguimiento del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear en aguas marinas abiertas y portuarias.

La concentración del índice de actividad beta total en esta demarcación, mostrado en la Figura 51, mantiene la tendencia estable que ya se venía observando desde ciclos anteriores, concluyendo el ciclo con un valor de  $13.000 \text{ Bq/m}^3$ .

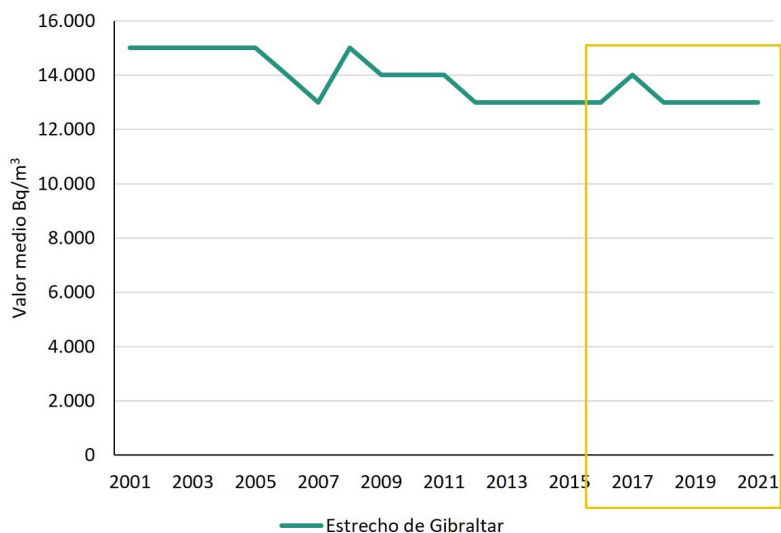


Figura 51. Concentración del índice de actividad beta total ( $\text{Bq/m}^3$ ) en las estaciones de la demarcación. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos publicados por el Consejo de Seguridad Nuclear)



#### 5.1.2.3.3. Concentración de actividad de tritio ( $\text{Bq/m}^3$ )

Este indicador analiza las variaciones de la actividad de tritio en las estaciones de seguimiento del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear en aguas marinas abiertas y portuarias.

La concentración del índice de actividad de tritio en esta demarcación, mostrado en la Figura 52, se mantiene, en general, dentro del rango de los 60 y 80  $\text{Bq/m}^3$ , experimentando un pico máximo en el año 2019 con 78  $\text{Bq/m}^3$ . El periodo concluye con 64  $\text{Bq/m}^3$ .

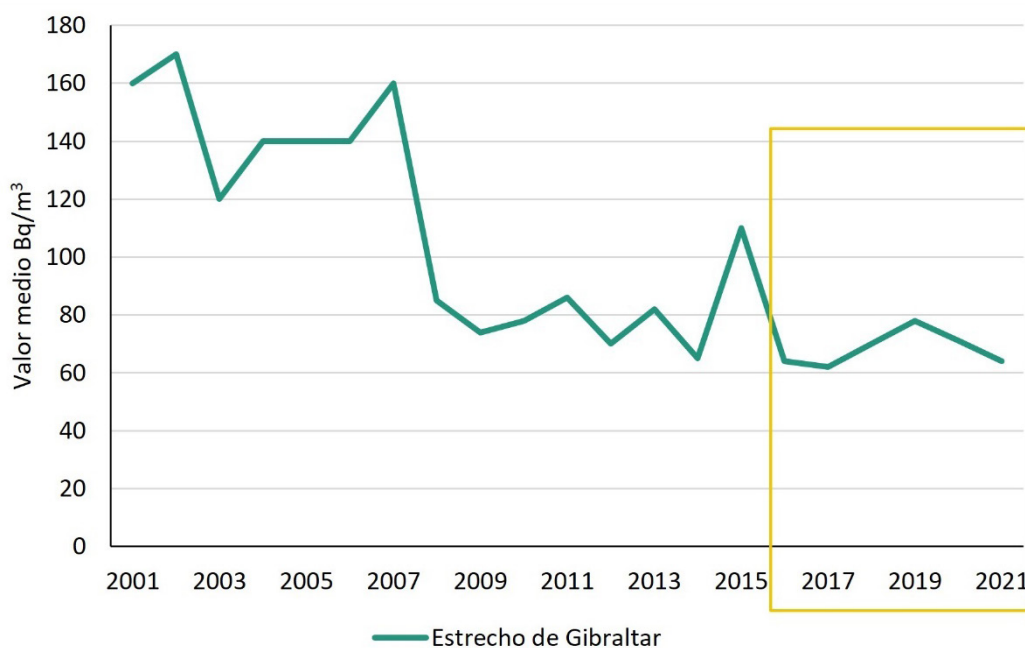


Figura 52. Concentración de actividad de tritio ( $\text{Bq/m}^3$ ) en las estaciones de la demarcación. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos publicados por el Consejo de Seguridad Nuclear)

#### 5.1.2.4. Aportes desde el mar – vertidos de material dragado de los puertos

Otra vía de entrada o recolocación de contaminantes al medio marino son los vertidos de sedimentos procedentes del dragado de los canales de acceso o dársenas de los puertos. En la Figura 53 se incluyen los datos relativos a las toneladas vertidas de metales pesados desglosadas por años.



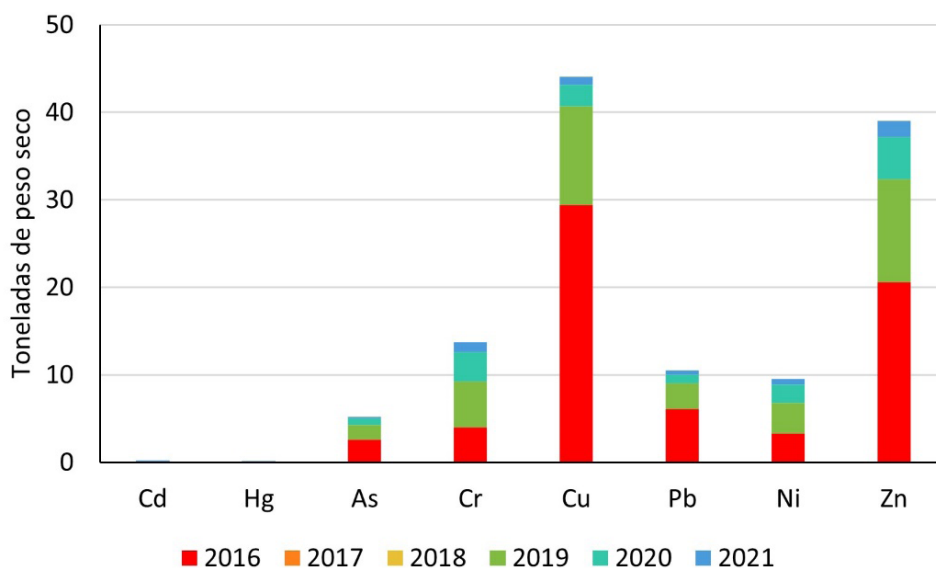


Figura 53. Aportes de metales pesados (t/año) contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

Se puede comprobar que en esta demarcación marina el metal pesado vertido al mar en mayores cantidades con los sedimentos de dragado portuario es, sobre todo, el Cu seguido del Zn y Cr. Por su parte el Cd y el Hg son los metales menos vertidos al mar, aunque su toxicidad o peligrosidad es proporcionalmente mayor.

En la Figura 54 se puede comprobar con más detalle la evolución seguida durante el periodo 2016-2021 para cada compuesto contemplado y las toneladas vertidas al mar.

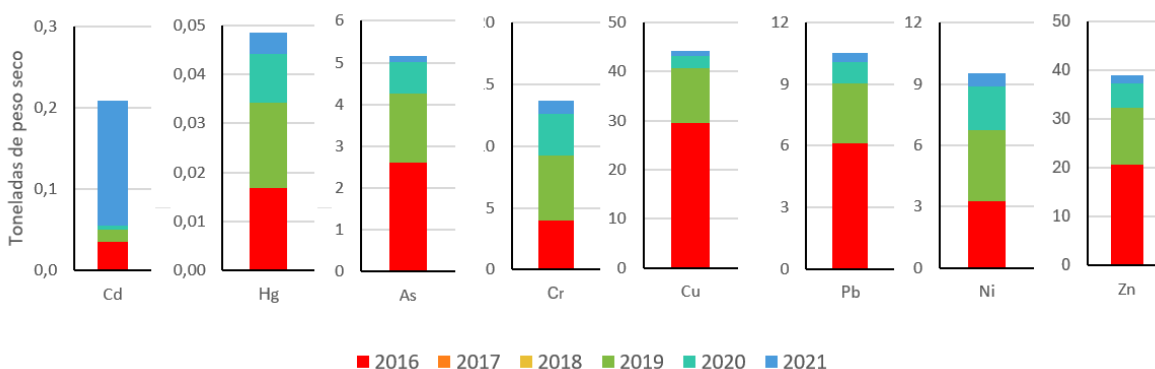


Figura 54. Aportes de metales pesados (t/año) contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

De los contaminantes orgánicos se posee información de PCB ( $\Sigma$  7 congéneres recomendados por la IUPAC), PAH ( $\Sigma$  9 congéneres recomendados por la UIPAC) y TBT dichos datos y su reparto anual se puede ver en la Figura 55.

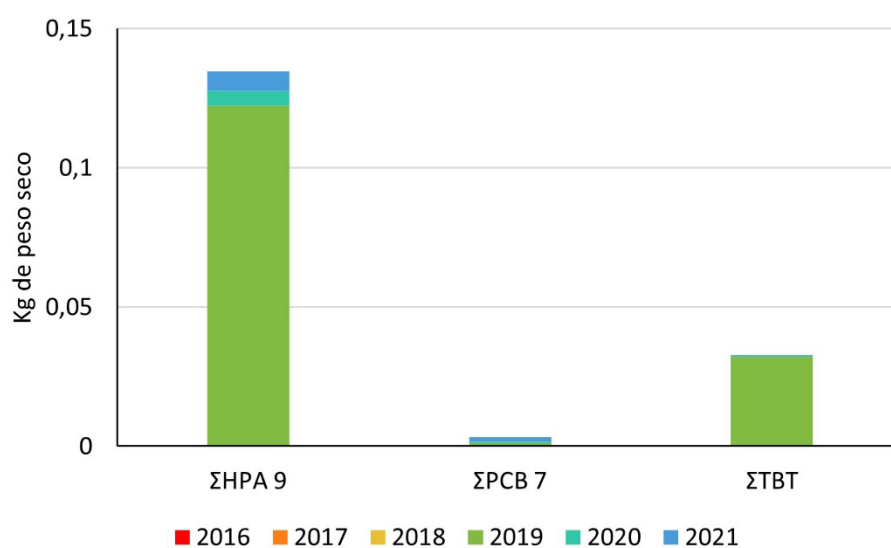


Figura 55. Aportes de contaminantes orgánicos contenidos en los vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

En cuanto a la evolución temporal seguida por este tipo de vertidos es muy variable ya que depende de las necesidades de mantenimiento o de ampliación de los diferentes puertos, combinándose años de escasa o nula actividad con otros de actividad media o intensa, además, depende de la idoneidad ambiental (inocuidad) del sedimento. En las figuras anteriores se puede comprobar que el año con mayor cantidad vertida de Pb, Zn y Cr fue, de forma destacada, el 2016. Durante los años 2017 y 2018, no se realizaron aportes de contaminantes al mar de material dragado.

En la Figura 56 se puede comprobar la localización de la única zona de vertido (Algeciras) utilizada en el periodo 2016-2021.

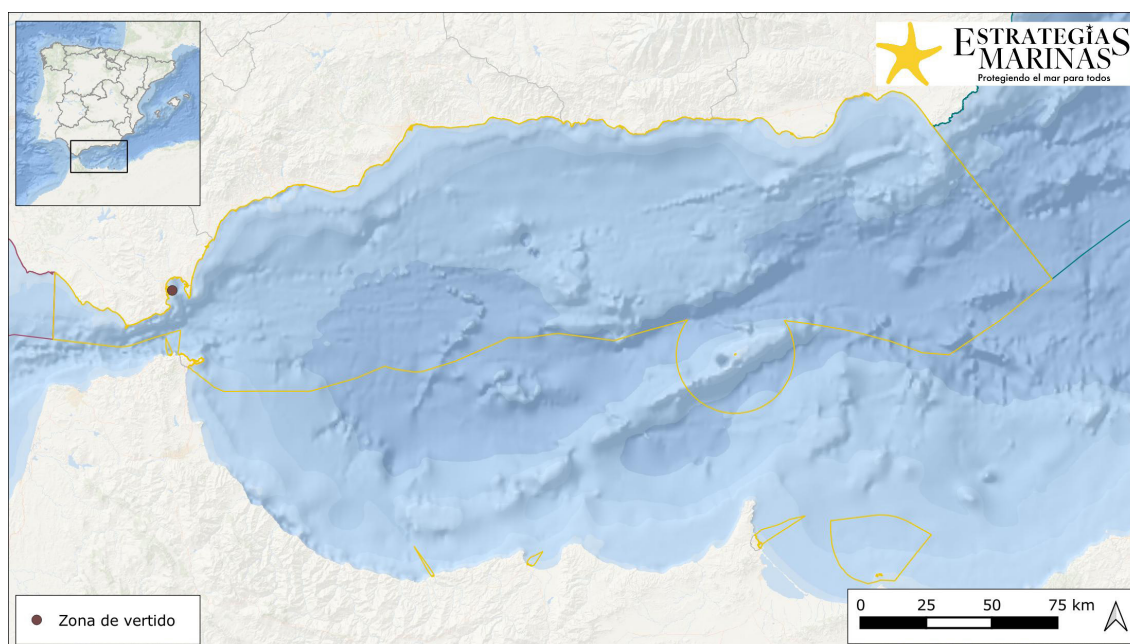


Figura 56. Localización de la zona de vertido al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)



En la Tabla 13 con detalle la cantidad de cada parámetro contaminante depositado en cada zona de vertido.

Tabla 13. Cantidad de cada parámetro de contaminante depositado en cada zona de vertido. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

Contaminante	Bahía de Algeciras
Cadmio (t)	0,21
Mercurio (t)	0,05
Arsénico (t)	5,16
Cromo (t)	13,70
Cobre (t)	44,06
Plomo (t)	10,50
Níquel (t)	9,52
Zinc (t)	39,02
PAHs (kg)	0,13
PCBs (kg)	0,003
TBTs (kg)	0,03

#### 5.1.2.5. Aportes desde el aire – deposiciones atmosféricas

Los contaminantes también llegan al medio marino por deposición desde la atmósfera. El Programa Concertado de Vigilancia y Evaluación del Transporte a Larga Distancia de los Contaminantes Atmosféricos en Europa (EMEP) modela la deposición de varios metales pesados (Cd, Pb, Hg) a partir de las emisiones reportadas por los países europeos, proporcionando así información sobre la contaminación transfronteriza. Se emplean para ilustrar las deposiciones atmosféricas los datos modelados para el último año del ciclo, 2021.

##### 5.1.2.5.1. Masa de Cd depositado desde la atmósfera por unidad de superficie (g/km<sup>2</sup>/año)

El indicador hace referencia a la masa de cadmio (Cd) depositado desde la atmósfera, por unidad de superficie, en las aguas marinas de la demarcación, que ascendieron a 145 kg. Se concentran en la zona cercana al litoral y disminuye al alejarse pocos kilómetros de la costa (Figura 57).

Las concentraciones más elevadas de este elemento se registran en el estrecho de Alborán, especialmente en las zonas cercanas al puerto de Algeciras, donde se alcanzan concentraciones de 17 g/km<sup>2</sup>/año, le sigue la zona de las islas Chafarinas, al este de Melilla, que registra 16 g/km<sup>2</sup>/año. Por el lado contrario, las mediciones en aguas abiertas del centro de la demarcación registran 2,14 g/km<sup>2</sup>/año de mínimo.

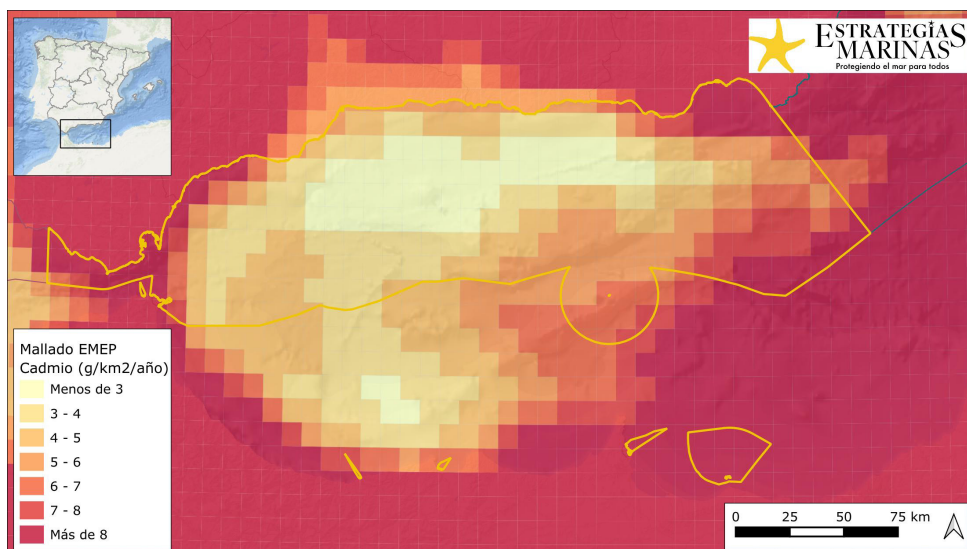


Figura 57. Masa de cadmio (Cd) depositado desde la atmósfera por unidad de superficie durante el año 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa EMEP)

#### 5.1.2.5.2. Masa de Pb depositado desde la atmósfera por unidad de superficie (kg/km<sup>2</sup>/año)

El indicador hace referencia a la masa de plomo (Pb) depositado desde la atmósfera, por unidad de superficie, en las aguas marinas de la demarcación. Durante el año 2021 se depositaron más de 4,200 t. Las deposiciones más elevadas se concentran en la zona cercana al litoral y disminuyen al alejarse pocos kilómetros de la costa (Figura 58).

Las concentraciones más elevadas de este elemento se registran en la zona de las islas Chafarinas, al este de Melilla, alcanzando 0,79 kg/km<sup>2</sup>/año, seguido de la zona más oriental de la demarcación donde se registran 0,57 kg/km<sup>2</sup>/año. Por el lado contrario, las mediciones en aguas abiertas del centro de la demarcación registran 0,05 kg/km<sup>2</sup>/año de mínimo.

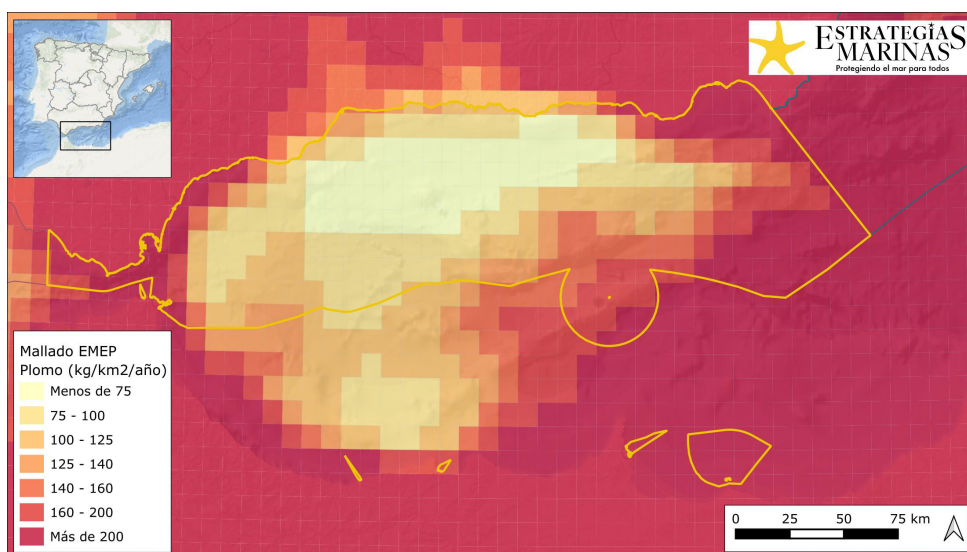


Figura 58. Masa de plomo (Pb) depositado desde la atmósfera por unidad de superficie durante el año 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa EMEP)





#### 5.1.2.5.3. Masa de Hg depositado desde la atmósfera por unidad de superficie (g/km<sup>2</sup>/año)

El indicador hace referencia a la masa de mercurio (Hg) depositado desde la atmósfera, por unidad de superficie, en las aguas marinas de la demarcación. El total acumulado para 2021 fue de 78 kg (Figura 59).

Las deposiciones máximas de este elemento se registran en el estrecho de Alborán, especialmente en las zonas cercanas a Tarifa y el puerto de Algeciras, donde se alcanzan concentraciones de 9,77 g/km<sup>2</sup>/año. Por el lado contrario, las mediciones en aguas abiertas del centro de la demarcación registran 1,61 g/km<sup>2</sup>/año de mínimo.

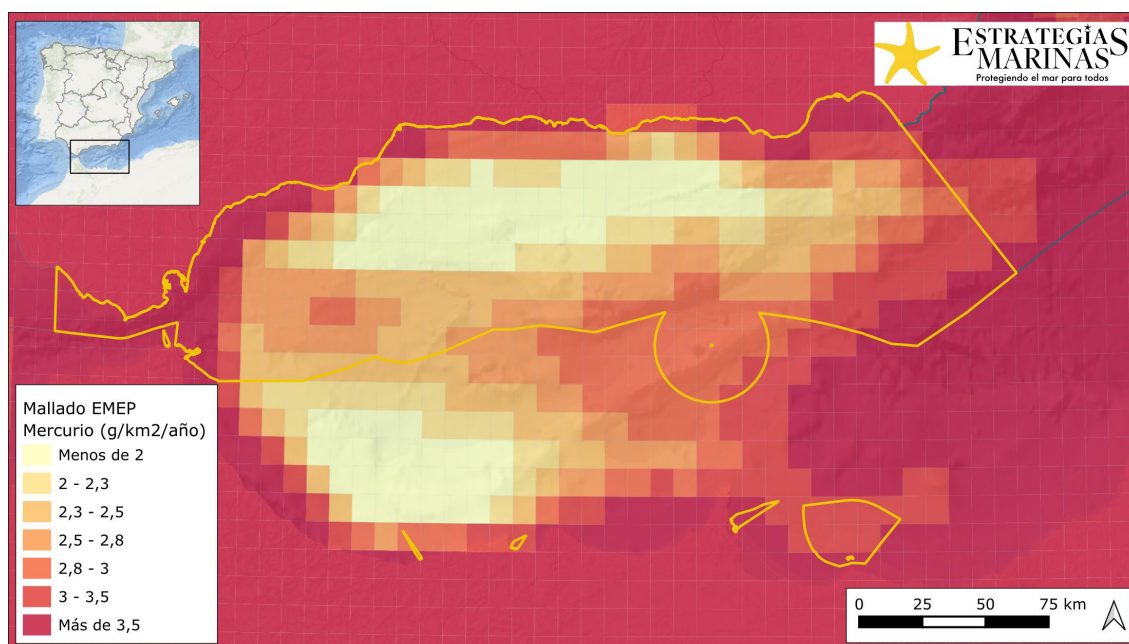


Figura 59. Masa de mercurio (Hg) depositado desde la atmósfera por unidad de superficie durante el año 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa EMEP)

#### 5.1.2.6. Integración de indicadores–Conclusiones

Las fuentes que aportan sustancias contaminantes a las aguas de la demarcación marina del Estrecho y Alborán son los vertidos directos, las entradas desde ríos, los vertidos de material dragado, la deposición atmosférica y los vertidos desde buques, intencionados o accidentales. Estos últimos se abordan en el descriptor 8, criterio 3. No hay plataformas u otras instalaciones mar adentro que puedan generar vertidos en esta demarcación.

Para los vertidos directos desde tierra y desde instalaciones de acuicultura se emplea como fuente de información el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, que ofrece las cargas aportadas al litoral por complejos que deben informar a este registro por ser de cierta entidad (especificados en el Real Decreto 508/2007 y sus modificaciones posteriores). Se han seleccionado todos aquellos contaminantes orgánicos e inorgánicos emitidos a esta demarcación en el periodo 2016-2021. El número de complejos para los distintos contaminantes no es igual todos los años, por lo que resulta difícil establecer tendencias. Existen 35 complejos de media para todo el periodo, 2016 es el año que menos complejos tiene con datos (23), mientras que el año que mayor número es 2020 con 28 complejos.

Las mayores cargas aportadas son de cloruros con unas 473 kt vertidas en el periodo 2016-2021. En el medio marino, este contaminante no tiene un efecto tan acusado como lo pueda tener en aguas





dulces. Como contaminantes inorgánicos también se han considerado las siguientes sustancias y sus compuestos: fluoruros (237 t), Zn (21 t), Ni (4,9 t), Cu (7,6 t), Cr (1,7 t), cianuros (2,2 t), As (1,2 t), Pb (402 kg), Cd (111 kg), Hg (20 kg). En los compuestos considerados como orgánicos destacan los compuestos orgánicos halogenados (479 t) y los fenoles (24 t). Les siguen el ftalato de bis (2-etilhexilo) (1,5 t), el diclorometano (0,2 t), el tolueno (131 kg) y el triclorometano (72 kg). Los vertidos de nonifenol y etoxilatos de nonifenol, los octilfenoles y ocitfenoles etoxilatos y lindano son inferiores a los 10 kg. En el caso de los contaminantes, el efecto no depende sólo de la cantidad vertida, sino de otros factores como son la peligrosidad o la exposición a los mismos.

Para los aportes de ríos, solo se posee información para el año 2020. Las cargas aportadas de metales pesados durante este año han sido Zn (7,8 t), Cu (0,85 t), Pb (0,02 t) y Cd (0,08 kg). En cuanto a contaminantes orgánicos no ha habido aportes en esta demarcación durante el año 2020.

En esta demarcación se han producido 7 vertidos de material dragado, todos corresponden al puerto de Algeciras en el periodo 2016-2021. Las cargas totales aportadas son Zn (39 t), Cu (44 t), Pb (11 t) y Cr (14 t). Por otro lado, Cd (0,2 t), Hg (0,05 t), PAHs (0,13 kg), PCBs (0,003 kg) y TBTs (0,03 kg) están menos presentes en los sedimentos portuarios vertidos al mar, aunque su toxicidad o peligrosidad son proporcionalmente mayores. En este ciclo, el vertedero asociado a la bahía de Algeciras es el único que ha recibido cargas.

Para los aportes que llegan al mar desde el aire, durante el año 2021 las totalidades de las masas depositadas sobre la demarcación ascienden a 145,57 kg de Cd, 4.243,97 t de Pb y 78,8 kg de Hg.



## 5.2. Enfoque DPSIR

### 5.2.1. Actividades humanas que generan la presión

Las principales actividades humanas que contribuyen al aporte de contaminantes al medio marino son:

- ♦ Usos urbanos
- ♦ Usos industriales
- ♦ Reestructuración de la morfología del fondo, incluido el dragado y el depósito de materiales

Otras actividades que también podrían contribuir son transporte marítimo, transporte terrestre y transporte aéreo, si bien se desconoce la magnitud del aporte.

### 5.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

La Dirección General del Agua ofrece información sobre las masas de aguas costeras y de transición que presentaron impactos por contaminación química durante el tercer ciclo de planificación hidrológica. De las 44 masas de aguas costeras y de transición que intersecan con la demarcación marina, 7 están clasificadas como muy modificadas por impacto químico, siendo 4 de ellas de la categoría de aguas costeras y 3 de aguas de transición. Las masas de aguas costeras con impacto en esta demarcación son por la presencia de un puerto. El listado de estas se expone a continuación (Tabla 14) y su localización en la Figura 60 y Figura 61.

Tabla 14. Masas de agua costera y de transición con impacto por contaminación química

Código	Nombre	Demarcación	Categoría
ES060MSPF610021	Puerto pesquero de Algeciras- Parque de contenedores	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	CW
ES060MSPF610025	Puerto de Motril	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	CW
ES063MSPF005200570	Puerto de Tarifa	GUADALETE Y BARBATE	CW
ES150MSPF417060003	Puerto de Ceuta	CEUTA	CW
ES060MSPF610035	Albufera del Cabo de Gata	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	TW
ES063MSPF005200140	Marismas de Barbate 1 (Barbate)	GUADALETE Y BARBATE	TW
ES063MSPF005200150	Marismas de Barbate 2	GUADALETE Y BARBATE	TW

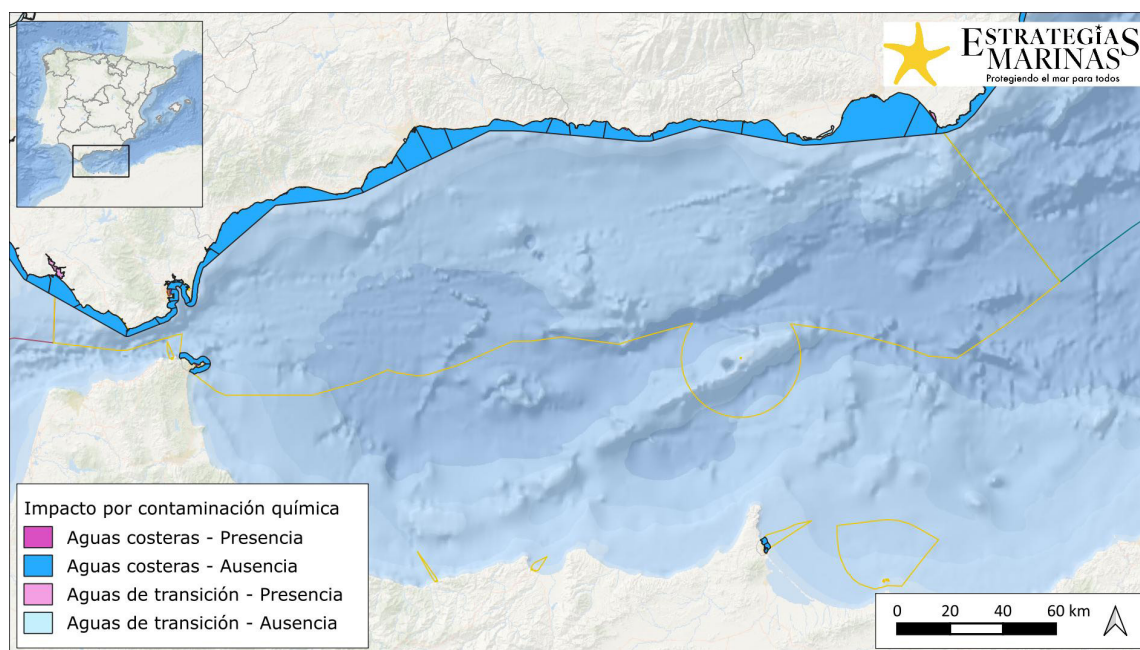


Figura 60. Masas de agua costeras impactadas por contaminación química en la demarcación. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de la DGA)

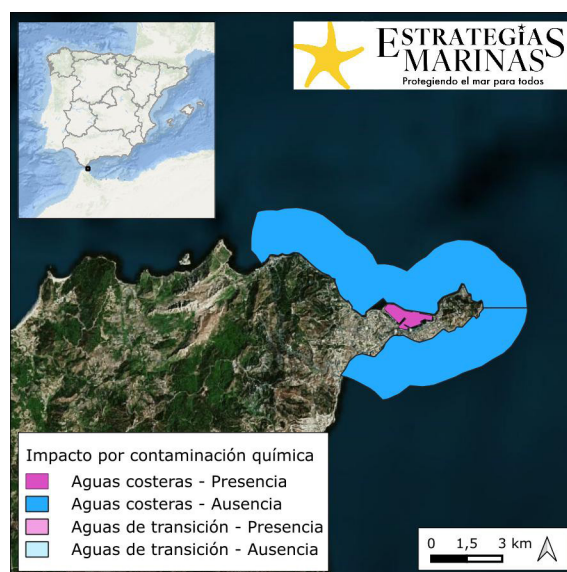
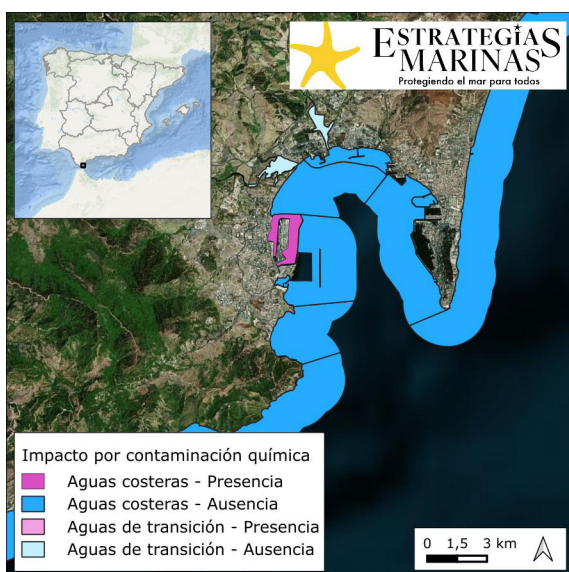


Figura 61. Masas de agua costeras impactadas por contaminación química en la demarcación. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de la DGA)

### 5.2.3. Efectos transfronterizos

A priori, se desconocen los efectos transfronterizos que los aportes desde tierra o desde el mar puedan ocasionar a los países vecinos. No se ha realizado ninguna simulación de su comportamiento una vez estos se incorporan al mar para poder evaluar si afectan o no a otras masas de agua. Dado que en Ceuta y Melilla se han detectado problemas de contaminación química, las aguas colindantes podrían estar sometidas también a este tipo de contaminación.



### 5.3. Fuentes de información

EMEP MSC-E. (2021). Meteorological Synthesizing Centre – East. Pollution data on heavy metals and persistent organic pollutants in the region.

<http://msce.ecovostok.ru/pollution-assessment-ru/region-emep/dannye-po-tm-i-soz>



## 6. ESAL-PSBE-04. Aporte de basuras (basuras sólidas, incluidas microbasuras)

### 6.1. Caracterización de la presión

#### 6.1.1. Descripción de la presión

El aporte de basuras al medio marino desde diferentes fuentes, tanto terrestres como marítimas, constituye una presión extremadamente compleja y perjudicial para el medio. La complejidad para caracterizar esta presión procede de la dificultad en la identificación de las fuentes de basuras presentes en el medio marino. La nocividad del aporte de basuras marinas está relacionada, como se verá más adelante, con su elevada cantidad en el medio y con su composición.

En este sentido, las basuras marinas se definen como cualquier material sólido persistente, manufacturado o procesado que haya sido desechado, depositado o abandonado en ambientes marinos y costeros (UNEP, 2005). Esta definición incluye aquellos objetos con origen en las actividades humanas que se vierten o abandonan directamente en el medio marino o costero o llegan al mismo a través de ríos, sistemas de alcantarillado y depuración de aguas o empujados por el viento u otros desde la zona terrestre. Las basuras marinas están compuestas por multitud de materiales tales como: plásticos, madera, metales, vidrio, goma, telas, papel, incluyendo los derivados de las actividades pesqueras y se pueden dividir por tamaños:

- ♦ macrobasuras marinas: aquellos residuos que aparecen en costas y océanos, que sean productos manufacturados y tengan tamaños superiores a 5 mm.
- ♦ microbasuras marinas: residuos con tamaños inferiores a 5 mm, que generalmente se denominan “microplásticos” ya que es el material mayoritario en esta fracción.

#### 6.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

Hay que indicar que no existen datos de aportes de basuras al medio marino. Solo se dispone de datos de presencia de macrobasuras marinas en playas y de cantidades de basuras retiradas.

Así, en la valoración de la intensidad y variación espaciotemporal de esta presión sobre el medio marino se han considerado:

- ♦ la presencia de macrobasuras en playas,
- ♦ los residuos recogidos en las instalaciones de recepción portuarias, considerando las cantidades recogidas como cantidades de basuras que se ha evitado que lleguen al medio marino.

Los resultados de la valoración se presentan a continuación en función de los 3 indicadores definidos o de su relación con éstos. Hay que indicar que el indicador PSBE-04-02. Emisiones estimadas de microplásticos al medio marino por fuente (t/año) no se ha podido evaluar en el presente ciclo de evaluación al no disponerse de información al respecto.

##### 6.1.2.1. PSBE-04-01. Fuentes de los objetos de macrobasuras en playas (nº de objetos/fuente)

Respecto a las macrobasuras en playas, se han utilizado los datos estacionales de basuras marinas de un transecto de 100 m en 4 playas de la demarcación para el periodo 2016-2021: Valdevaqueros, Bajamar, Carchuna y Balerna. Estos datos proceden del programa de seguimiento BM-1. Hay que





indicar que se dispone de datos de todo el periodo de las 4 playas objeto del seguimiento, excepto de la primavera del año 2020. Se muestran los resultados considerando el total de objetos identificables, en los cuales no están incluidos los fragmentos ni los objetos clasificados “otros” según las diferentes tipologías de materiales.

En el establecimiento de los orígenes de las macrobasuras en playas, se ha aplicado un nuevo método denominado *Matrix Scoring Technique* (MST) (Tudor y Williams, 2004; Buceta *et al.*, 2021), metodología seguida por el Grupo de Trabajo de Basuras marinas (ICG-ML) del Convenio OSPAR para la protección del medio marino del Atlántico noreste, que consiste en una matriz de puntuación basada en la probabilidad de que un objeto determinado se asocie con una fuente concreta, considerando que un determinado tipo de objeto puede tener orígenes diferentes. Conviene indicar que para determinados objetos se han asignado diferentes probabilidades en función de si se encuentran en las costas mediterráneas o atlánticas (MITECO, 2022). Se han considerado 10 orígenes: pesca, acuicultura, aguas residuales, turismo en playa, navegación, agricultura, construcción y demolición, comercio y hostelería, otras actividades en tierra y otras actividades en el mar.

La metodología MST supone una mejora sustancial al ejercicio de identificación de fuentes de macrobasuras en playas realizado en el 2º ciclo de las estrategias marinas siguiendo lo indicado entonces por el ICG-ML. En el anterior ciclo, esta identificación se realizó considerando los objetos más frecuentes o top X, entendido como el que representa el 80 % de los objetos encontrados, y asignándolos a 5 grupos de orígenes: actividades de turismo y ocio, usos urbanos, transporte marítimo, pesca y marisqueo y otros. En esta última categoría se incluían aquellos objetos cuyo origen no podía ser asignado a alguna de las anteriores categorías o aquellos que podían corresponderse con más de una fuente, representando en la mayoría de los casos más del 50 % de los objetos más frecuentes encontrados en las playas y, por tanto, siendo un método poco preciso. Esta precisión se mejora aplicando el método MST, aunque no se pueden comparar los resultados obtenidos en ambos ciclos de las estrategias marinas al haber utilizado metodologías diferentes.

Así, en la Figura 62 se presentan las fuentes de basuras en las playas de la demarcación del Estrecho y Alborán considerando el total de los objetos identificables en la demarcación en el periodo considerado.

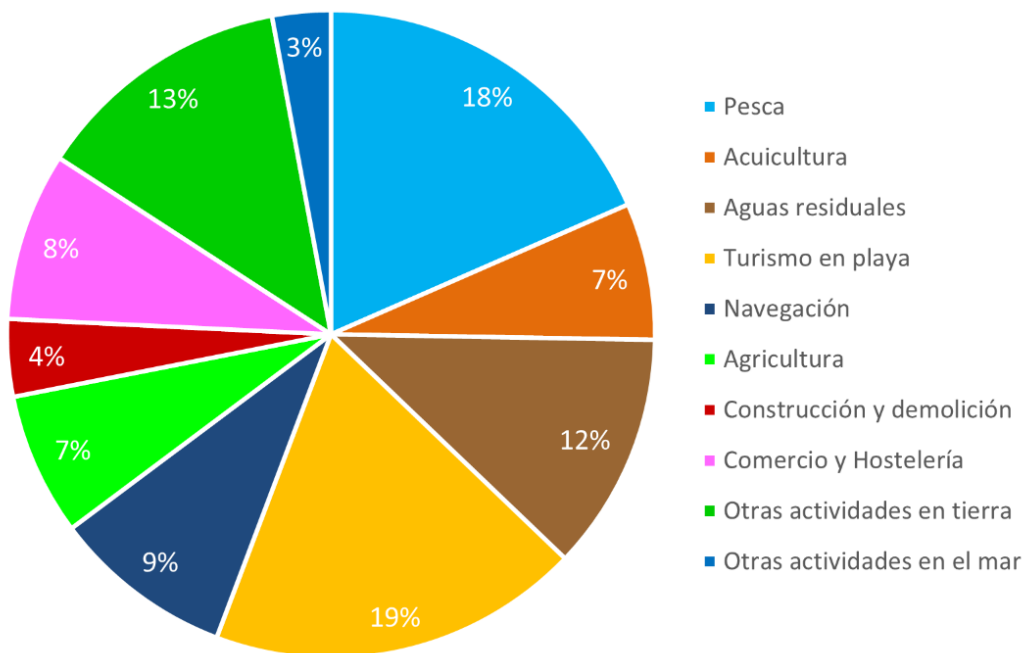


Figura 62. Fuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación del Estrecho y Alborán durante 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)



Las basuras procedentes del turismo en playa y de la pesca resultan mayoritarias en las playas de la demarcación del Estrecho y Alborán (19 % y 18 %, respectivamente), seguidas de otras actividades en tierra y de las aguas residuales (13 % y 12 %, respectivamente). Cabe señalar que la categoría “otras actividades en tierra” incluye los residuos generados por cualquier otra actividad humana que se desarrolle en la zona terrestre diferente a las consideradas explícitamente, como por ejemplo industria o gestión de basuras urbanas, además de todas las basuras generadas en tierra que puedan ser transportadas al mar por los ríos.

La variación temporal de las fuentes de basuras a lo largo del periodo 2016-2021 se presenta en la Figura 63, donde se observa que no existe una diferencia significativa entre los diferentes años del periodo considerado respecto a los orígenes de las basuras marinas en las playas, aunque sí en el número total de objetos (Tabla 15). A este respecto, la cantidad de objetos encontrados en las playas de la demarcación fluctúa a lo largo del periodo de evaluación sin mostrar una tendencia definida. Cabe mencionar que las fuentes terrestres de basuras marinas (aguas residuales, turismo en playa, agricultura, construcción y demolición, comercio y hostelería y otras actividades en tierra) en el conjunto de la demarcación suponen un 63 % del total de objetos identificables encontrados en sus playas. Por último, como se ha comentado anteriormente, estos resultados no se pueden comparar con los obtenidos en el segundo ciclo de evaluación al haberse aplicado diferentes metodologías de identificación de fuentes de basuras marinas.

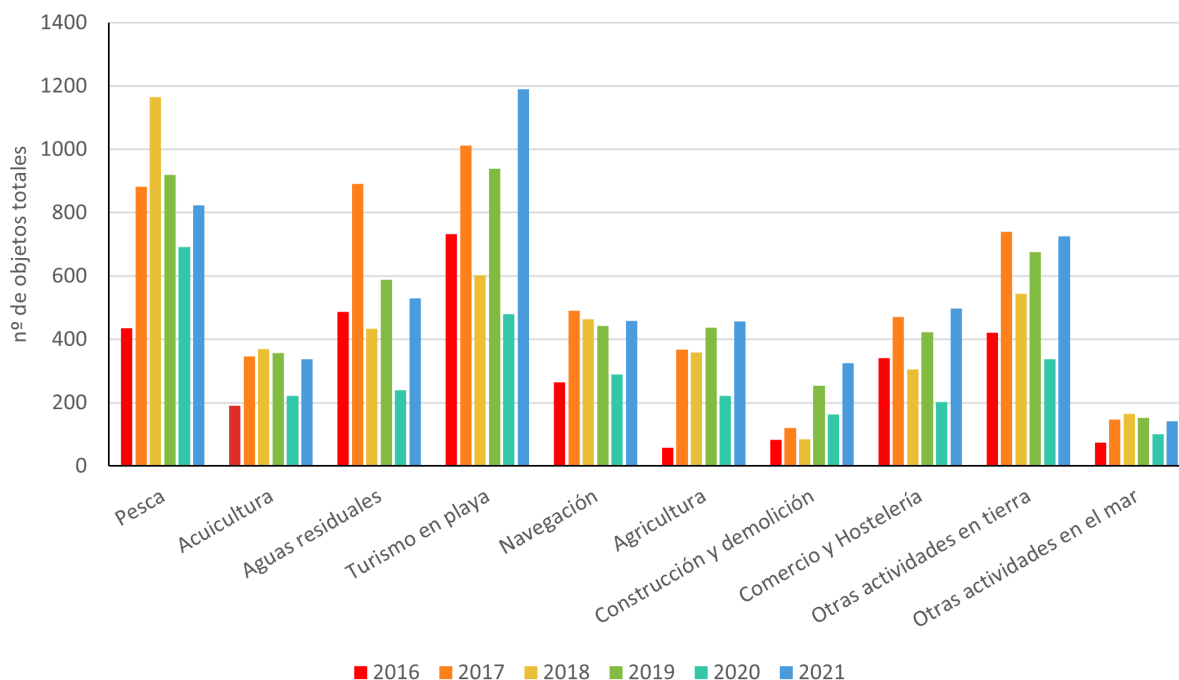


Figura 63. Variación temporal de las fuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación del Estrecho y Alborán durante 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)

Tabla 15. Número de objetos encontrados en las playas de la demarcación durante 2016-2021 de cada fuente de basuras marinas. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)

Fuente	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Pesca	435	881	1.165	920	691	823	4.915
Acuicultura	190	345	370	356	222	337	1.820



Fuente	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Aguas residuales	486	891	433	588	239	529	3.166
Turismo en playa	733	1.012	602	939	479	1.189	4.954
Navegación	264	491	464	442	290	459	2.410
Agricultura	57	367	358	437	221	456	1.897
Construcción y demolición	83	120	85	253	163	325	1.028
Comercio y Hostelería	340	471	304	422	202	498	2.237
Otras actividades en tierra	421	740	544	676	336	725	3.442
Otras actividades en el mar	74	146	165	153	100	141	779
TOTAL	3.083	5.464	4.491	5.186	2.943	5.482	26.649

La distribución espacial de las fuentes de basuras marinas en las diferentes playas para el periodo 2016-2021 se muestra en la Figura 64. Se observa que la distribución de las fuentes en las diferentes playas sigue la tendencia general de la demarcación, con un predominio de los objetos procedentes de la pesca, sobre todo en la playa de Balerna, principalmente debido a la abundancia de cabitos, cordeles y filamentos de plástico con un diámetro inferior a 1 cm. En la playa de Carchuna predominan los objetos procedentes de turismo en playa como bolsas de patatas fritas, envoltorios y palos de chucherías y helados y colillas de cigarrillos.

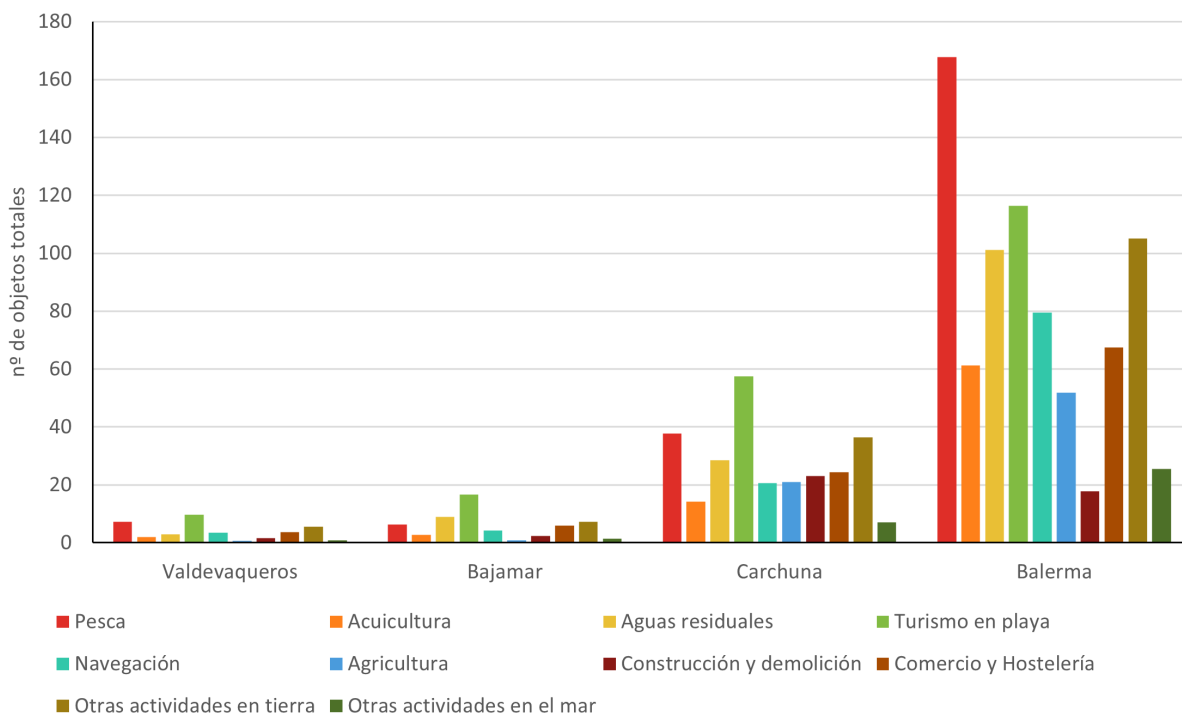


Figura 64. Distribución espacial de las fuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación del Estrecho y Alborán durante 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)



#### 6.1.2.2. PSBE-04-03. Volumen de basuras recogidas en los puertos de interés general (m<sup>3</sup>)

En referencia al transporte marítimo como fuente potencial de basuras marinas, hay que indicar que durante el periodo 2011-2021 se recogieron un total de 478.785 m<sup>3</sup> de basuras de los puertos de interés general de la demarcación del Estrecho y Alborán, mientras que en el periodo 2016-2021 se recogieron 297.292 m<sup>3</sup> de basuras, por lo que se ha evitado que llegara esa cantidad de basuras al medio marino. La distribución de esta recogida según los diferentes puertos del periodo 2011-2021 se representa en la Figura 65.

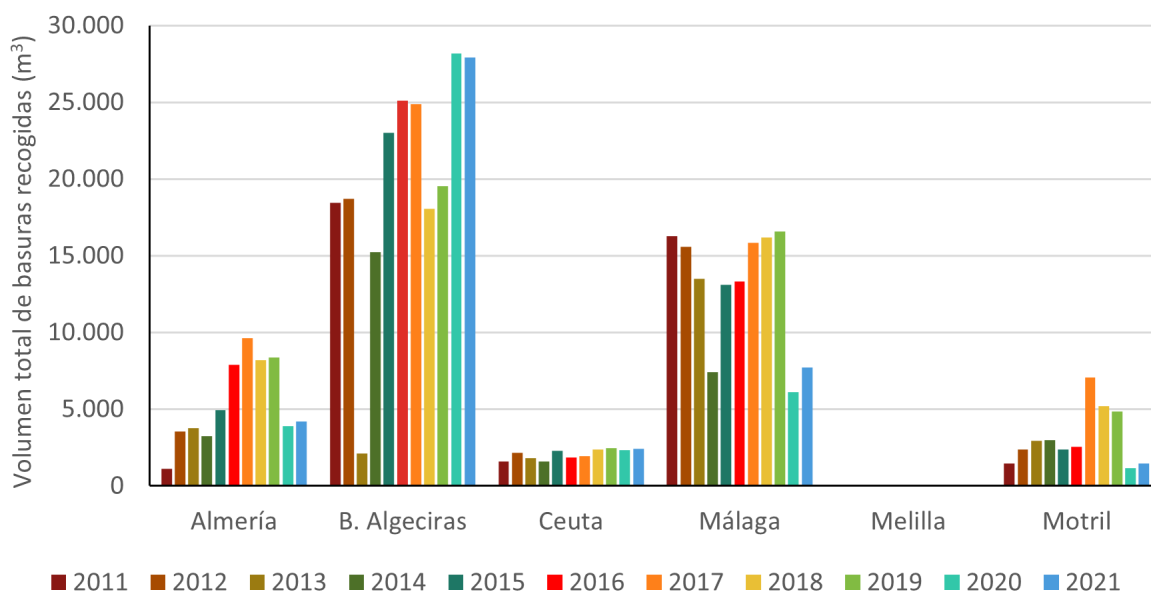


Figura 65. Basuras recogidas en los puertos de interés general de la demarcación durante 2011-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CE-DEX a partir de datos de Puertos del Estado)

En este sentido, el puerto Bahía de Algeciras fue el puerto que más volumen de basuras recogió entre los años 2011 y 2021, seguido por el puerto de Málaga y en menor medida el puerto de Almería, no existiendo en general una diferencia significativa entre las recogidas en los diferentes años analizados en los puertos considerados, aunque en el puerto Bahía de Algeciras en el año 2013 se recogió un volumen muy pequeño de basuras si se compara con el resto de los años. Hay que indicar que el puerto de Melilla no realiza recogida de residuos MARPOL.

#### 6.1.2.3. PSBE-04-04. Ratio basuras recogidas por los puertos de interés general (m<sup>3</sup>/buque)

Este ratio se establece en función de las cantidades recogidas en las instalaciones de recepción portuarias de los puertos de interés general, consideradas como cantidades que se ha evitado que lleguen al medio marino procedentes del transporte marítimo, y del número de buques que transitan en los diferentes puertos de interés general.

Así, según lo expuesto en la Tabla 16, los puertos de Bahía de Algeciras y Ceuta, por este orden, son los que tuvieron un mayor tráfico de buques durante el periodo de evaluación 2016-2021, y aunque el puerto de Málaga tuvo menos tráfico que el de Bahía de Algeciras, su ratio de recogida de basuras es superior, cifrándose en unos 8,60 m<sup>3</sup>/buque frente a los 0,93 m<sup>3</sup>/buque en Bahía de Algeciras. Aunque los buques que transitan en el puerto de Bahía de Algeciras tienen un mayor tonelaje bruto que los que lo hacen en el puerto de Málaga, este hecho no influye en el volumen de basuras descargadas. Los puertos de Almería y Motril con un tráfico medio muy inferior al de Bahía de Algeciras, presentan un ratio superior a este último.



El ratio de basuras recogidas por los puertos de interés general de la demarcación marina del Estrecho y Alborán, sin considerar el puerto de Melilla, durante el periodo 2016-2021 fue de 1,25 m<sup>3</sup>/buque.

Tabla 16. Valores medios del tráfico de buques, tonelaje bruto y basuras recogidas por los puertos de interés general para el periodo 2016-2021. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos de Puertos del Estado)

Puerto	Núm. de buques	Tonelaje bruto (t)	Basuras recogidas (m <sup>3</sup> )	Ratio basuras recogidas (m <sup>3</sup> /buque)
Almería	1.708	28.850.628	7.023	4,11
Bahía de Algeciras	25.626	400.255.926	23.949	0,93
Ceuta	9.742	61.643.770	2.232	0,23
Málaga	1.469	38.837.246	12.625	8,60
Melilla	1.449	30.427.332	0	0,00
Motril	1.064	15.393.722	3.721	3,50

Cabe indicar que en los puertos de interés general está implantado desde el año 2011 un sistema de tarifa fija para la recepción de residuos de los buques en función del tamaño del barco e independiente del volumen de residuo descargado que se regula en el Art. 132 del Texto Refundido de la Ley de Puertos y de la marina Mercante (Real Decreto Legislativo 2/2011). Concretamente el Art. 132.8 establece que “las Autoridades Portuarias cobrarán una tarifa fija a los buques que atraquen, en cada escala en el puerto, hagan o no uso del servicio de recepción de desechos previsto en este artículo. Dicha tarifa fija, dependiente de las unidades de arqueo bruto (GT) del buque les dará derecho a descargar por medios de recogida terrestre en la Zona I del puerto, sin coste adicional, durante los siete primeros días de la escala, todos los desechos de los anexos I y V del Convenio MARPOL 73/78”. Lo anterior va acompañado de bonificaciones y exenciones en casos concretos.

Entre las bonificaciones recogidas en la citada normativa, se encuentra la reducción del 20 % en la tarifa cuando el buque dispone de un certificado de la administración marítima en el que se haga constar que, por la gestión ambiental del buque, por su diseño, equipos disponibles o condiciones de explotación, se generan cantidades reducidas de los desechos correspondientes. Esto constituye un incentivo para la gestión ambiental a bordo de los buques orientada a la reducción en la generación de residuos.

Entre los buques y embarcaciones exentos del mencionado sistema tarifario cabe citar los buques o embarcaciones de pesca fresca y las embarcaciones deportivas o de recreo autorizadas para un máximo de 12 pasajeros. En ambos supuestos la autoridad portuaria debe suscribir un convenio con los operadores de las cofradías de pescadores o las instalaciones náutico-deportivas con el fin de establecer un plan que asegure la entrega periódica de desechos y residuos generados por el buque o embarcación, aceptado por uno de los prestadores del servicio, debiéndose justificar trimestralmente las entregas realizadas.

#### 6.1.2.4. Conclusiones

Considerando los objetos más frecuentes que se encuentran en las playas de la demarcación del Estrecho y Alborán, el 19 % de los objetos presentes tienen como origen el turismo en playa. Les siguen los objetos procedentes de las actividades pesqueras (18 %), de otras actividades en tierra





(13 %), como industria, gestión de basuras urbanas o las transportadas al mar por los ríos, y de las aguas residuales (12 %). Estos orígenes se han mantenido en las playas de la demarcación a lo largo del periodo analizado. Cabe mencionar la relativa importancia que tienen las fuentes terrestres de basuras marinas (aguas residuales, turismo en playa, agricultura, construcción y demolición, comercio y hostelería y otras actividades en tierra) en el conjunto de la demarcación que suponen un 63 % del total de objetos identificables encontrados en sus playas.

Durante el periodo 2016-2021 se ha evitado que 297.292 m<sup>3</sup> de basuras llegaran al medio marino procedentes del transporte marítimo, siendo el ratio de basuras recogidas por los puertos de interés general de la demarcación durante ese periodo de 1,25 m<sup>3</sup>/buque.



## 6.2. Enfoque DPSIR

### 6.2.1. Actividades humanas que generan la presión

Las actividades humanas que generan esta presión son:

- ◆ Reestructuración de la morfología del fondo marino, incluido el dragado y el depósito de materiales (A-05)
- ◆ Extracción de petróleo y gas (A-07)
- ◆ Pesca y marisqueo (profesional, recreativa) (A-13)
- ◆ Acuicultura marina (A-17)
- ◆ Agricultura (A-19)
- ◆ Infraestructura de transportes (A-21)
- ◆ Transporte marítimo (A-22)
- ◆ Usos urbanos (A-25)
- ◆ Usos industriales (A-26)
- ◆ Tratamiento y eliminación de residuos (A-27)
- ◆ Infraestructuras de turismo y ocio (A-28)
- ◆ Actividades de turismo y ocio (A-29)
- ◆ Operaciones militares (A-30)

### 6.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

El aporte de basuras al mar supone una seria amenaza para la vida marina, tanto por su elevada cantidad en el medio marino como por su composición (mayoritariamente plásticos con unos elevados tiempos de permanencia en el medio, en ocasiones superiores a 200 años, que se fragmentan en pequeñas partículas o microplásticos), y pueden afectar negativamente, como se ha indicado anteriormente, a los individuos, poblaciones y ecosistemas marinos.

Las basuras marinas y, en particular la acumulación de residuos plásticos, han sido identificadas como un problema global junto con otros temas actuales clave como el cambio climático, la acidificación oceánica y la pérdida de biodiversidad (CBD and STAP-GEF, 2012).

La Dirección General del Agua ofrece información sobre las masas de agua costeras y de transición que presentaron impactos por basuras durante el tercer ciclo de planificación hidrológica. Así, en ninguna masa de agua costera o de transición de la demarcación se identificaron impactos significativos por basuras.

Los impactos relacionados con los criterios de la Decisión 2017/848 D10C3 Basuras ingeridas y D10C4 Efectos adversos de las basuras en las especies se describen en la ficha de evaluación inicial del descriptor 10.

### 6.2.3. Efectos transfronterizos

Las basuras marinas, aunque sean producidas por actividades humanas, con la acción de vientos y corrientes oceánicas pueden esparcirse hasta lugares más remotos, lejos de las fuentes provocando sus consecuentes efectos en países que pueden estar lejos del punto de origen de las basuras (CBD and STAP-GEF, 2012).



### 6.3. Fuentes de información

Buceta, J.L., Gil Gamundi, J.L., Martínez-Gil, M. y Zorzo, P. (2021). *¿De dónde proceden las basuras marinas que encontramos en las playas? Un nuevo método de evaluación*. Ingeniería Civil núm. 198, pp. 5-14.

Documento final del Grupo de Trabajo GT-16 Basuras marinas del Congreso Nacional de Medio Ambiente 2018.

Estado de las masas de agua PHC (2015-2021): <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/estado-masas-agua-phc-2015-2021.aspx>.

Información referente al Convenio Internacional MARPOL 73/78 para prevenir la contaminación por los buques facilitada por Puertos del Estado y obtenida en las memorias anuales publicadas en las webs de las autoridades portuarias.

Información referente al tráfico de buques en las diferentes autoridades portuarias facilitada por Puertos del Estado.

MITECO. Programa de seguimiento de basuras marinas en playas (BM-1).

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (2022). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas. Informe de resultados 2022*. Madrid, 321 pp.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY AND THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL ADVISORY PANEL—GEF (2012). *Impacts of Marine Debris on Biodiversity: Current Status and Potential Solutions*. Montreal, Technical Series No. 67, 61 pages.

Tudor, D., y Williams, A.T. (2004). *Development of a “Matrix Scoring Technique” to determine litter sources at a Bristol Channel beach*. Journal of Coastal Conservation 10, pp. 119-127.

UNEP (2005). *Marine Litter, an analytical overview*.



## 7. ESAL-PSBE-06. Aporte de otras fuentes de energía: vertidos térmicos

### 7.1. Caracterización de la presión

#### 7.1.1. Descripción de la presión

Las aguas marinas captadas para la refrigeración de las centrales térmicas constituyen uno de los vertidos cuantitativamente más importantes que afectan a las zonas costeras. Estas aguas son devueltas al mar con unas propiedades fisicoquímicas distintas a las originales. Por un lado, su temperatura es más elevada que la del agua del medio receptor (hasta 10-15 °C) y, además, suelen llevar una cantidad residual de sustancias antifouling, adicionadas para mantener limpio el circuito de refrigeración.

De igual forma, las plantas regasificadoras utilizan agua de mar durante el proceso de regasificación donde se eleva la temperatura del gas licuado. En este proceso el agua de mar baja su temperatura en unos 3 a 15 °C y son luego devueltas al mar. En ambos casos se trata de vertidos térmicos que llevan asociado tanto una contaminación térmica como química que por el gran volumen de estas descargas pueden producir importantes efectos perjudiciales, alterando el equilibrio ecológico de las aguas marinas costeras.

Dependiendo del proceso de refrigeración, los vertidos de las centrales térmicas pueden presentar, además de un incremento de temperatura, un incremento en el contenido de sales debido a la evaporación producida, con lo que el vertido es más caliente y salino que el agua del mar (hasta 15 psu) por lo que puede poseer mayor densidad que el agua marina y su comportamiento puede ser muy parecido al de los vertidos hiperdensos de las desaladoras, afectando a los ecosistemas bentónicos. Los cambios de temperatura en el agua pueden afectar los procesos vitales que implican reacciones químicas y la velocidad de éstas.

Los organismos acuáticos de sangre fría, como los peces, no pueden regular la temperatura de sus cuerpos de modo tan eficiente como los animales de sangre caliente, por lo que estos aceleran o retrasan todos los procesos para que la necesidad de oxígeno y la velocidad de reacción se ajusten al medio ambiente donde viven.

La necesidad aumentada de oxígeno en presencia de altas temperaturas es particularmente grave, puesto que el agua caliente posee una capacidad menor para retener oxígeno disuelto que el agua fría.

Además, cambios en la temperatura del agua pueden afectar la actividad y la velocidad de la natación con una reducción en la capacidad para cazar su alimento.

Esta inactividad resulta más crítica porque el pez necesita más alimento para mantener su velocidad metabólica la cual es más alta en aguas más calientes. Por otro lado los mecanismos reproductores, como el desove, están accionados por cambios de temperatura por lo que cambios anómalos en la temperatura del agua pueden transformar este ciclo.

Otro de los efectos es que los cambios de temperatura pueden beneficiar la aparición de organismos patógenos lo que favorece, a su vez, el aumento de mortandad en los peces al ser menos resistentes.

Los efectos de los vertidos térmicos se pueden resumir en los siguientes:

1. Alterar la composición del agua modificando su densidad, la concentración de oxígeno disuelto y favoreciendo los depósitos de sedimentos.
2. Provocar que especies no tolerantes a temperaturas altas mueran o emigren a otras regiones.
3. Producir cambios en la tasa de respiración, crecimiento, alimentación, desarrollo embrionario y reproducción de los organismos del sistema.



4. Estimular la actividad bacteriana y parasitaria (hongos, protozoos, nematodos, etc.), haciendo el sistema más susceptible a enfermedades y parasitismo por organismos oportunistas.
5. Aumentar la susceptibilidad de los organismos del sistema a cualquier contaminante debido el estrés de tener que sobrevivir a una temperatura anormal.
6. Causar cambios en los periodos de reproducción de muchas especies lo que puede desembocar en el florecimiento exagerado de algunas especies y la desaparición de otras.

### 7.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

Los indicadores seleccionados para caracterizar esta presión son los siguientes:

- ◆ PSBE-06-01. Vertidos procedentes de la refrigeración de centrales térmicas (nº de vertidos).
- ◆ PSBE-06-02. Vertidos procedentes de plantas regasificadoras (nº de vertidos).
- ◆ PSBE-06-03. Caudal total anual autorizado de vertidos térmicos (hm<sup>3</sup>/año).

Para las centrales térmicas e instalaciones regasificadoras el caudal autorizado por año se ha extraído del Registro Estatal de Emisiones y fuentes Contaminantes, concretamente de la Autorización Ambiental Integrada asociada a cada instalación. Se excluyen de este estudio las centrales que se encuentran clausuradas en el momento de la elaboración del presente trabajo, pese a no estar todavía desmanteladas.

#### 7.1.2.1. PSBE-06-01. Vertidos procedentes de la refrigeración de centrales térmicas (nº de vertidos)

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán existen 6 centrales térmicas que producen vertidos térmicos procedentes de la refrigeración. Su distribución por provincias, así como la energía producida en 2020 en cada una de ellas, se puede ver en la Tabla 17.

Tabla 17. Relación de provincias con el número de vertidos procedentes de la refrigeración de centrales térmicas en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

Provincia	Número de vertidos procedentes de centrales térmicas	Energía generada en 2020 (GWh)
Cádiz	4	4.538
Ceuta	1	199
Melilla	1	197

#### 7.1.2.2. PSBE-06-02. Vertidos procedentes de plantas regasificadoras (nº de vertidos)

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán no se han contabilizado vertidos procedentes de regasificadoras.

#### 7.1.2.3. PSBE-06-03. Caudal total anual autorizado de vertidos térmicos (hm<sup>3</sup>/año)

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán está autorizado un caudal de 2.325 hm<sup>3</sup>/año. Esto supone el 19 % del caudal total anual autorizado de vertidos térmicos al mar en España. Hay que indicar que no se dispone del volumen de caudal autorizado correspondiente a la central térmica





presente en Ceuta. Si el caudal total se desglosa según los caudales autorizados por provincias, el resultado es el siguiente: Cádiz 2.281 hm<sup>3</sup>/año y Melilla 44 hm<sup>3</sup>/año.

La distribución por origen y provincia puede verse en la Figura 66. La distribución geográfica de los puntos de vertido térmico puede verse en la Figura 67. Se muestra el detalle de la localización de los vertidos en la Figura 68.

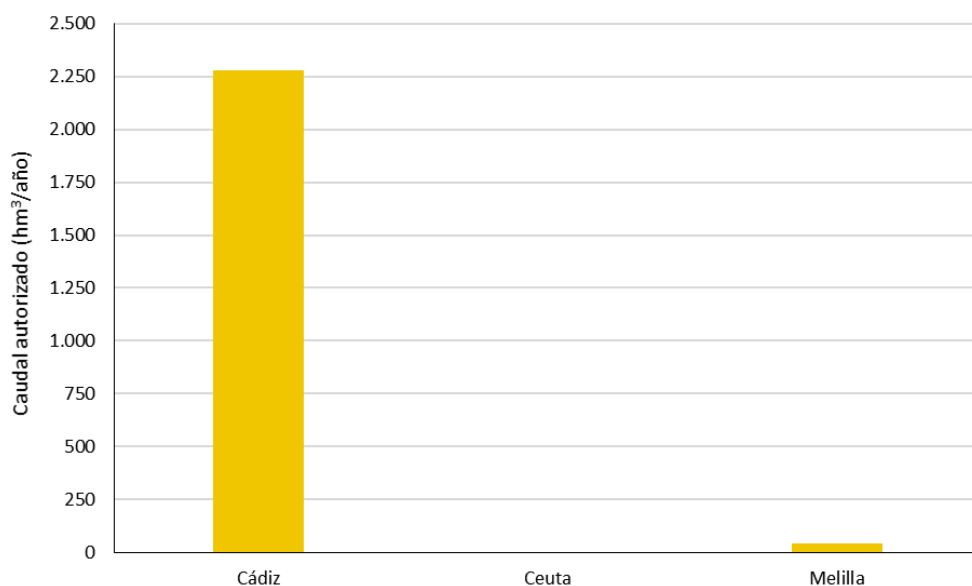


Figura 66. Caudal autorizado para centrales térmicas en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

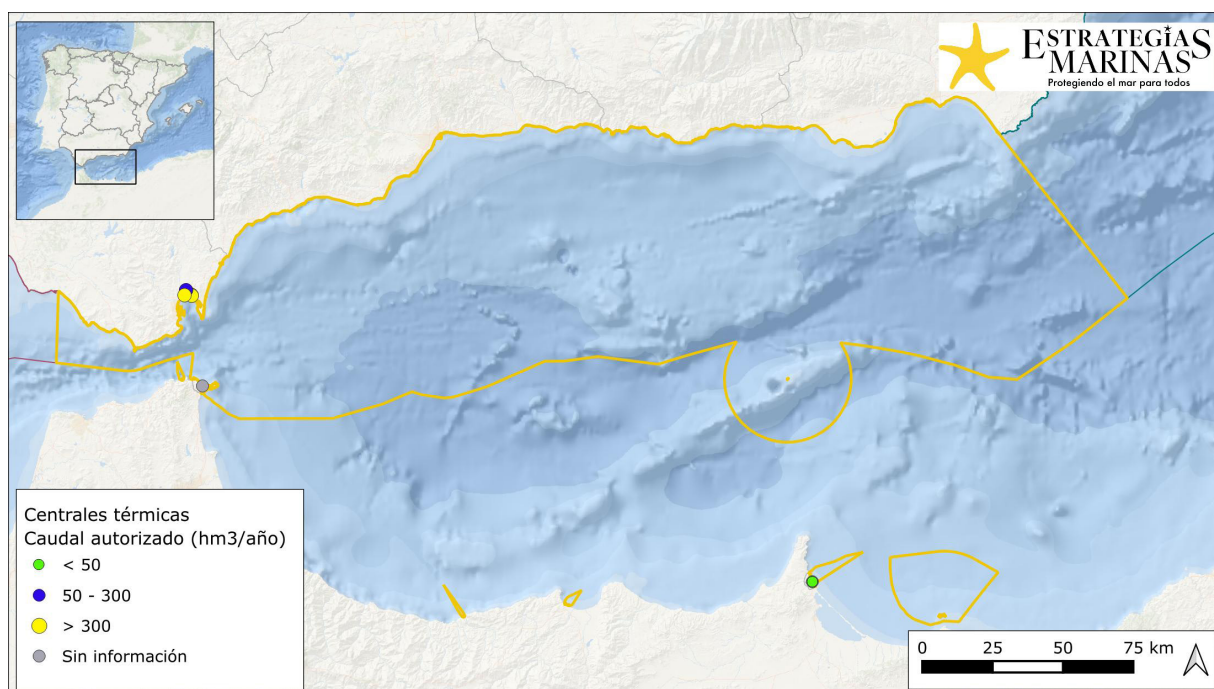


Figura 67. Localización de los vertidos térmicos presentes en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)



Figura 68. Localización de los vertidos térmicos presentes en Melilla, en Ceuta y en la bahía de Algeciras. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

#### 7.1.2.4. Conclusiones

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán se contabilizan 6 vertidos procedentes de la refrigeración de 6 centrales térmicas y ningún vertido procedente de regasificadoras. La mayoría de los vertidos (67 %) se producen en el entorno de la bahía de Algeciras. El caudal autorizado para el total de las instalaciones es de 2.325 hm<sup>3</sup>/año, que supone el 19 % del caudal total anual autorizado de vertidos térmicos en España. Se encuentran repartidos como se muestra en la Tabla 18.



Tabla 18. Vertidos térmicos autorizados por provincia en la demarcación marina del Estrecho y Alborán, así como número de vertidos. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

Provincia	Caudal autorizado (hm <sup>3</sup> /año)	N.º de vertidos de centrales térmicas	N.º de vertidos de regasificadoras
Cádiz	2.281	4	0
Ceuta	No disponible	1	0
Melilla	44	1	0



## 7.2. Enfoque DPSIR

### 7.2.1. Actividades humanas que generan la presión

La principal actividad humana que genera esta presión es la denominada Usos industriales.

### 7.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

Los impactos que, de forma general, puede producir esta presión, han sido descritos anteriormente en esta ficha. No se dispone de información sobre los impactos concretos que los vertidos descritos producen en la demarcación marina del Estrecho y Alborán.

### 7.2.3. Efectos transfronterizos

Dada la localización de los vertidos térmicos y su alcance, no son esperables efectos transfronterizos para esta presión.

### 7.2.4. Descriptores afectados

Descriptores de estado:

- 🔹 **Descriptor 1.** Biodiversidad



### 7.3. Fuentes de información

Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Ministerio para la Transición Ecológica. <http://www.prtr-es.es/>

Autorizaciones Ambientales Integradas correspondientes.





## 8. ESAL-PSBE-07. Aporte de agua: fuentes puntuales (por ejemplo, salmuera)

### 8.1. Caracterización de la presión

#### 8.1.1. Descripción de la presión

El aporte de salmueras al medio marino procedentes de las estaciones desaladoras de agua de mar constituye una presión puntual perfectamente definida y localizada y que puede ser bastante perjudicial para los ecosistemas bentónicos y fundamentalmente para aquellos organismos fijos como las praderas de fanerógamas marinas, y en especial las praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*.

Hay que tener en cuenta que las praderas de fanerógamas juegan un papel muy importante para preservar los ecosistemas. Asociados a las mismas existe una alta diversidad biológica, ya que conforman zonas de cría, alimentación y refugio para muchas comunidades de organismos (peces, moluscos, etc.). Por otro lado, las praderas contribuyen a la mejora de la calidad del agua y protegen de la erosión costera.

Los vertidos de salmueras procedentes de las estaciones desaladoras son aguas hiperdensas e hipersalinas que al entrar en el medio marino tienden a hundirse debido a su mayor densidad. Si el sistema de vertido no es el adecuado (el óptimo se corresponde con un vertido submarino mediante tramo difusor con varias bocas difusoras orientadas hacia la superficie) la dilución en el campo cercano será muy pequeña produciéndose una capa de mezcla con mayor densidad y salinidad que el agua de mar. Esta capa hiperdensa tapizará el fondo y evolucionará lentamente por gravedad hacia mayores profundidades llenando oquedades y fondos bajos y presentando bastante resistencia a la homogeneización con el medio marino, sobre todo en ausencia de corrientes importantes.

Si en su recorrido la capa de mezcla hiperdensa interacciona con praderas de fanerógamas puede tener efectos negativos para las mismas ya que, a partir de salinidades superiores a ciertos umbrales, pueden quedar afectados el crecimiento y el desarrollo de las mencionadas praderas.

De acuerdo con las últimas investigaciones, se considera que los umbrales de salinidad permisibles son:

Tabla 19. Umbrales de salinidad permisibles para las especies *Posidonia oceánica* y *Cymodocea nodosa*.

Alga	Valores
<i>Posidonia oceanica</i>	38,5 psu no se deben sobre pasar en más del 25 % de las observaciones anuales
	40,0 psu no se deben sobre pasar en más del 5 % de las observaciones anuales
<i>Cymodocea nodosa</i>	39,5 psu no se deben sobre pasar en más del 25 % de las observaciones anuales
	41,0 psu no se deben sobre pasar en más del 5 % de las observaciones anuales



### 8.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

Los indicadores seleccionados para caracterizar esta presión son los siguientes:

- ♦ PSBE-07-01. Vertidos de salmuera al mar (número de vertidos).
- ♦ PSBE-07-02. Caudales anuales de salmuera vertidos al mar ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ).

La información existente respecto a los vertidos de agua de mar por parte de las estaciones desaladoras se ha consultado a la Dirección General del Agua (MITECO), junto con datos publicados por la Asociación Española de Desalación y Reutilización en 2024 (AEDyR) y por ACUAMED (respecto a las desaladoras que esta organización gestiona).

En la mayoría de los casos sólo se dispone de datos de capacidad de producción teórica. En estos casos, los caudales de captación se calculan considerando que el rendimiento de una desaladora de osmosis inversa es del 45 %. Por tanto, el 55 % restante será el vertido de salmuera al mar. Hay que puntualizar que se considera que las desaladoras funcionan al máximo de su capacidad. En realidad, esto es muy improbable ya que, por diversas causas, en la actualidad la mayoría de las desaladoras de agua de mar funcionan a demanda y suelen presentar fluctuaciones importantes en su funcionamiento a lo largo de un año.

Indicar que las desaladoras que son gestionadas por ACUAMED ofrecen datos de captaciones por año, por lo que para el presente trabajo se ha calculado el 55 % de lo captado por año para estimar el vertido, y se ha calculado la media de los datos disponibles para poder hacer una valoración conjunta con el resto de datos.

#### 8.1.2.1. PSBE-07-01. Vertidos de salmuera al mar (número de vertidos)

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán existen 7 desaladoras con un vertido de salmuera asociado a cada una. Al hacer una distribución por provincias, el resultado es el que se observa en la Tabla 20. La localización de las desaladoras con posición conocida se puede ver en la Figura 69.

Tabla 20. Número de vertidos de salmuera presentes en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO y ACUAMED)

Provincia	Número de vertidos de salmuera
Almería	3
Ceuta	1
Málaga	2
Melilla	1
<b>Demarcación</b>	<b>7</b>

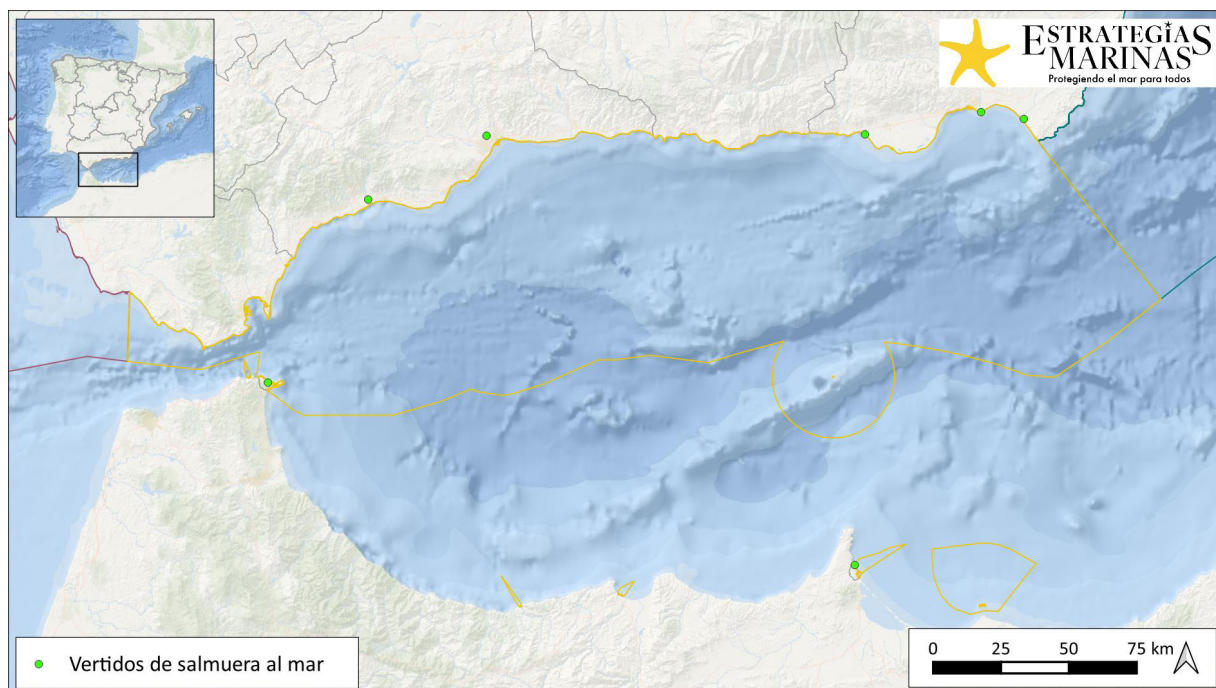


Figura 69. Localización de las desaladoras presentes, con posición conocida, en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. (Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)

#### 8.1.2.2. PSBE-07-02. Caudales anuales de salmuera vertidos al mar ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán, el caudal vertido de salmuera está en torno a los  $211 \text{ hm}^3/\text{año}$ . La distribución de este caudal por provincias (y ciudades autónomas) se puede ver en la Figura 70.

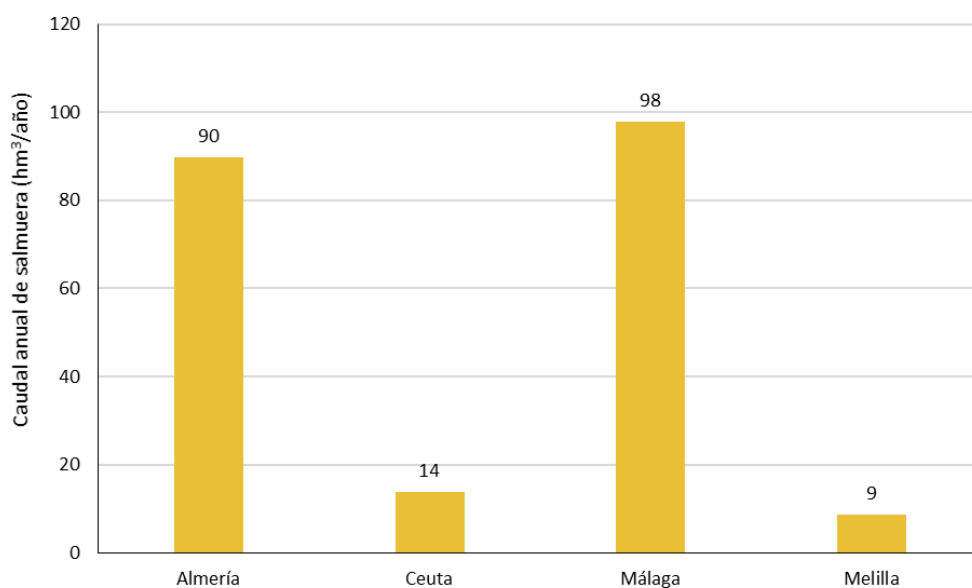


Figura 70. Caudal anual de vertidos de salmuera agrupados por provincia/ciudad autónoma en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO y ACUAMED)



En la Figura 70 se muestra cómo el caudal de vertido de salmuera en Almería y Málaga es prácticamente el 90 % del caudal total de vertido en la demarcación marina del Estrecho y Alborán.

Indicar que la Desaladora de Campo de Dalías (Almería) es gestionada por ACUAMED, por lo que se dispone del volumen real captado en algunos años. Así, se estima que en 2019 se vertieron 37,8 hm<sup>3</sup> y en 2020 en torno a 39,2 hm<sup>3</sup> desde la desaladora mencionada.

#### 8.1.2.3. Conclusiones

En la demarcación marina del Estrecho y Alborán se encuentran 7 desaladoras que generan 7 vertidos de salmuera de forma anual. Los diferentes puntos de vertido se distribuyen de forma desigual en la demarcación. La provincia que cuenta con un mayor número de puntos de vertido es Almería (3) seguida de Málaga (2).

Respecto al caudal anual de salmuera vertido al mar, hay que indicar que, en la demarcación marina del Estrecho y Alborán, el caudal vertido está en torno a los 211 hm<sup>3</sup>/año.



## 8.2. Enfoque DPSIR

### 8.2.1. Actividades humanas que generan la presión

Las actividades humanas que generan esta presión son la agricultura y los usos urbanos.

### 8.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

Los vertidos de salmuera afectan fundamentalmente a los ecosistemas bentónicos debido a su comportamiento. Al ser más densos que el agua del mar tienden a hundirse y evolucionar por los fondos marinos, tapizándolos, ocupando oquedades y moviéndose siguiendo la máxima pendiente hacia zonas más profundas. El cambio en las condiciones de salinidad puede afectar a las plantas y organismos sésiles que habitan el fondo. Sin embargo, en este ciclo de estrategias marinas, no se ha llevado a cabo ningún estudio para evaluar los efectos de esta presión en la demarcación marina del Estrecho y Alborán. Los detalles del estado de los fondos marinos en esta demarcación se presentan en el documento del descriptor 6.

### 8.2.3. Efectos transfronterizos

Dado el alcance espacial que poseen los vertidos de salmuera, se descarta que los vertidos efectuados en la Península Ibérica tengan efectos transfronterizos





### 8.3. Fuentes de información

Datos de explotación de las desaladoras de agua de mar gestionadas por ACUAMED.

Dirección General del Agua. MITECO.

Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Ministerio para la Transición Ecológica. <http://www.prtr-es.es/>

Autorizaciones Ambientales Integradas correspondientes.

# ESTRATEGIAS MARINAS

Protegiendo el mar para todos