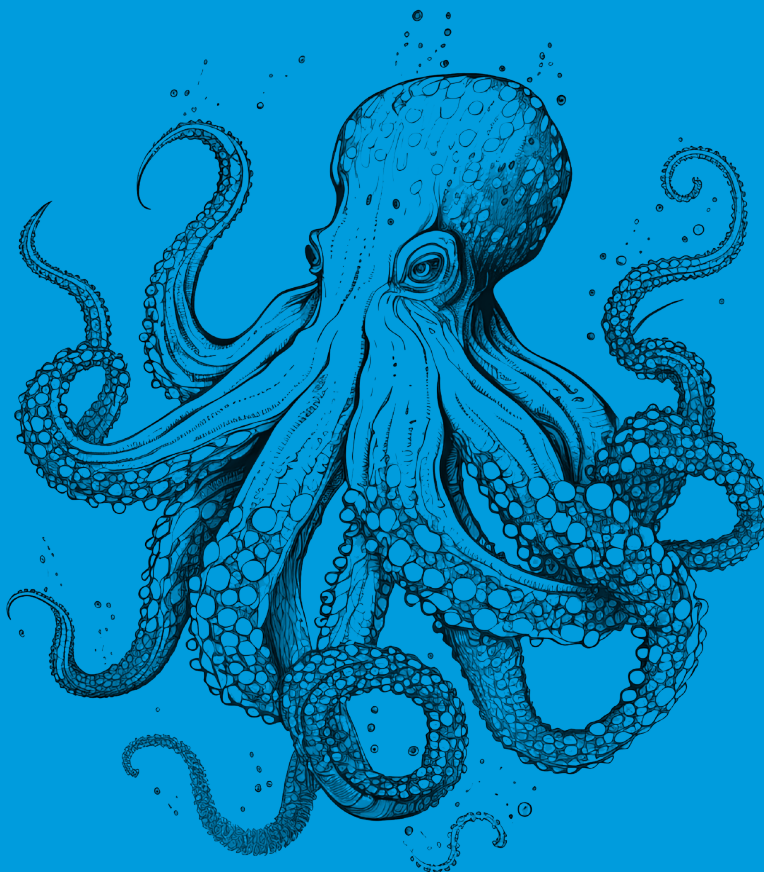


# EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO DM NORATLÁNTICA



Tercer ciclo de estrategias marinas

## ANÁLISIS DE PRESIONES ACUMULADAS (parte II)



Cofinanciado por  
la Unión Europea



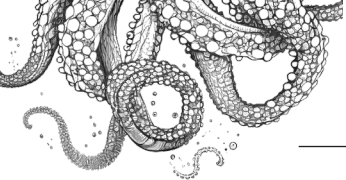
GOBIERNO  
DE ESPAÑA

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



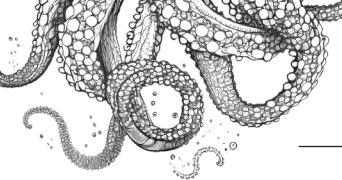
**Aviso legal:** Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

**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**

### **INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO-CSIC)**

- Carlos Hernández
- Olvido Tello
- Antonio Punzón
- Juanma Ruíz
- Alberto Serrano
- Luis Miguel Agudo
- Gerardo Bruque
- Estibaliz Calleja Setien
- José Manuel Cañizares
- Cristina Cervera
- Ulla Fernández-Arcaya
- Ana Virginia Filgueiras
- Emilio González
- José Manuel González-Irusta
- Cesar González-Pola
- Cristina López
- Francesco Maresca
- Alejandro Martín Arjona
- Concepción Martínez Gómez
- Tatiana Oporto Guerrero
- Patricia Pérez Pérez
- Jaime Ezequiel Rodríguez Riesco

### **COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO-CSIC)**

- Alberto Serrano
- Paula Valcarce Arenas
- Mercedes Rodríguez Sánchez
- Paloma Carillo de Albornoz

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

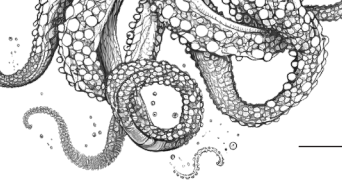
- Isabel María Moreno Aranda
- Pilar Zorzo Gallego
- Carla Murciano Virto
- Manuel Antequera Ramos
- Carmen Yagüe Muñoz
- Francisco Pérez del Sastre
- Ana Molina Marín
- José María Grassa Garrido
- Patricia Martín Gómez
- Marta Jiménez Saavedra

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

- José Francisco Sánchez González

### **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



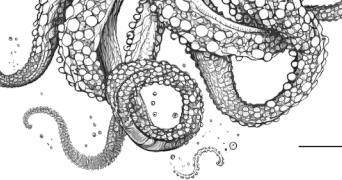
## ÍNDICE

<b>Autores del documento .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Material y métodos .....</b>	<b>10</b>
2.1. Bases de datos .....	10
2.2. Análisis de datos.....	14
<b>3. Resultados.....</b>	<b>16</b>
3.1. Distribución de las actividades humanas.....	16
3.2. Distribución de las actividades que causan la pérdida y/o perturbación del fondo marino y su superposición con los hábitats (BHT).....	19
3.3. Análisis de las presiones acumuladas.....	25
<b>4. Referencias .....</b>	<b>31</b>



---

## INTRODUCCIÓN



## 1. Introducción

Las actividades y presiones humanas que afectan a los ecosistemas pueden producirse simultáneamente en el tiempo y en el espacio, provocando la acumulación de estos impactos generados por el hombre. Estas actividades pueden modificar el medio de muchas maneras diferentes, como la contaminación, el aumento de la turbidez, cambios de salinidad y otras propiedades del agua, la destrucción de los ecosistemas o la alteración de su dinámica, entre otras muchas (Andersen et al., 2013; Ban et al., 2010; Foley et al., 2010). Para mitigar los efectos negativos de las actividades humanas en la dinámica de los ecosistemas marinos, se está empezando a aplicar una gestión integrada basada en los ecosistemas. Para ello, es necesario comprender mejor la compleja interacción entre las actividades humanas, las presiones y los componentes de los ecosistemas (Piet et al., 2021). El objetivo es mantener un equilibrio entre todos estos componentes sin poner en riesgo la biodiversidad y los ecosistemas (Andersen et al., 2020; Ban et al., 2010; Borgwardt et al., 2019).

Con este objetivo se creó 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) con el fin de alcanzar el buen estado ambiental (BEA) en las aguas europeas. Esta directiva establece un marco de actuación para todos los países de la Unión Europea, con un total de 11 descriptores cualitativos del BEA que deben ser analizados (Figura 1) para alcanzar los objetivos establecidos, y que se definen en el Anexo I de la directiva (Comisión Europea (EC), 2008).

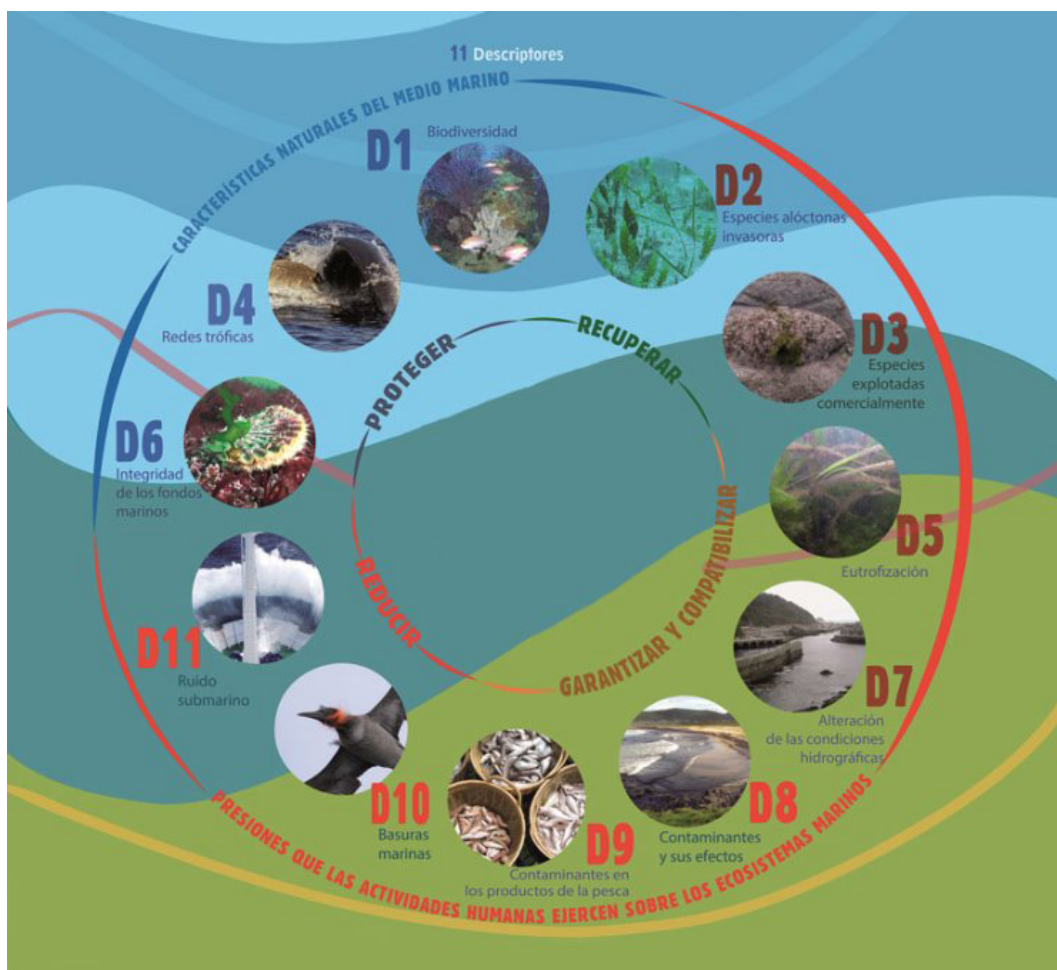
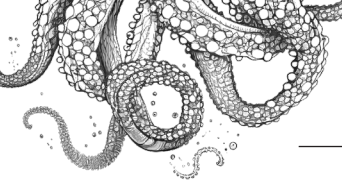


Figura 1. Descriptores definidos en la MSFD, según el tipo de descriptor, ya sean elementos naturales o presiones humanas. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), 2022.



En la DMEM, el descriptor 6 (D6) se define como “la integridad de los fondos marinos se sitúa en un nivel que garantiza la salvaguarda de la estructura y las funciones de los ecosistemas y que los ecosistemas bentónicos, en particular, no se ven afectados negativamente” (CE, 2008). Rice et al., en su informe de 2012, establecen diferentes criterios e indicadores para determinar el GES para la integridad de los fondos marinos.

Para ayudar a la gestión de este descriptor, se ha desarrollado la evaluación de varios criterios (CE, 2017b):

- **D6C1:** Caracterización de la localización de la pérdida física (presión).
- **D6C2:** Caracterización de la localización de la perturbación física (presión).
- **D6C3:** Efectos adversos de las perturbaciones físicas en los hábitats (impacto).
- **D6C4:** Extensión de los hábitats afectados por la pérdida física (estado).
- **D6C5:** Alcance de los efectos adversos de las presiones antropogénicas sobre las condiciones de cada tipo de hábitat (estado).

La DMEM, establece la obligación de realizar un análisis de los principales impactos y presiones, incluidas las actividades humanas, que abarque los principales efectos acumulativos y sinérgicos (EC, 2017a). La información recogida sobre las presiones e impactos de estas actividades (por ejemplo, el fondeo, la acuicultura o la pesca) deberá utilizarse en la evaluación de los efectos adversos de las presiones antropogénicas en el estado del tipo de hábitat, en el marco de la evaluación del criterio D6C5 (EC, 2017b) para el cual debe definirse un BEA.

Uno de los retos más acuciantes de la aplicación de la DMEM es cómo abordar los impactos de las múltiples actividades y sus diversas presiones asociadas. Para la evaluación, se necesita una caracterización detallada de la distribución de los hábitats y las presiones antropogénicas, así como el solapamiento entre éstas y el ecosistema (Fernandes et al., 2018; Frazão-Santos et al., 2021; Holon et al., 2015; Judd et al., 2015; Kannen, 2014; Katsanevakis et al., 2011; Stelzenmüller et al., 2008). Se han desarrollado algunos análisis de los factores antropogénicos y sus impactos acumulativos en el ecosistema, a nivel mundial y regional (Andersen et al., 2013; Ban et al., 2010; Batista et al., 2014; Bevilacqua et al., 2018; Fernandes et al., 2017 y 2020; Halpern et al., 2008, 2009 y 2015; Knights et al., 2013; Korpinen et al., 2013; Selkoe et al., 2009). Éstos, consisten en la caracterización de las actividades y sus impactos asociados, utilizando diferentes criterios para su evaluación, como la duración, la extensión espacial, la intensidad, etc., con un enfoque semicuantitativo (Andersen et al., 2013; Halpern et al., 2009; Holon et al., 2015; Willsted et al., 2017).

El análisis de acumulación de presiones es aún más necesario en los espacios incluidos en la Red Natura 2000 susceptibles de sufrir impactos significativos, como es el caso del Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) ESZZ12003 del Sistema de Cañones de Avilés, así como otras Zonas Especiales de Conservación (ZEC) o Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) que puedan estar incluidas en esta red. La Red Natura 2000 es una red ecológica europea de espacios (tanto terrestres como marinos) para la conservación de los hábitats naturales y su biodiversidad asociada incluida en la Directiva de Hábitats y Aves (Directiva 92/43/CEE & Directiva 2009/147/CE), con el objetivo de proteger el patrimonio europeo, que junto con la DMS constituyen los pilares para la Política Marina Integrada (PMI) (Fernandes et al., 2020; Möckel, 2017).

Para apoyar los objetivos de la DMEM, este trabajo ha creado una colección de datos espaciales sobre las principales actividades humanas que tienen lugar en el Cantábrico central, así como su interacción con los tipos generales de hábitats bentónicos (Broad Benthic Habitats Types, BHT) establecidos por la Comisión Europea para el descriptor 6 (Integridad del fondo marino) (EC, 2008; Evans et al., 2016). Con estos análisis se pretende realizar un análisis completo de las principales presiones humanas que afectan al fondo marino, así como responder a los criterios D6C1, D6C2 y D6C4 y contribuir al desarrollo de los criterios D6C3 y D6C5 (ver un ejemplo de flujo de datos en la Figura 2).

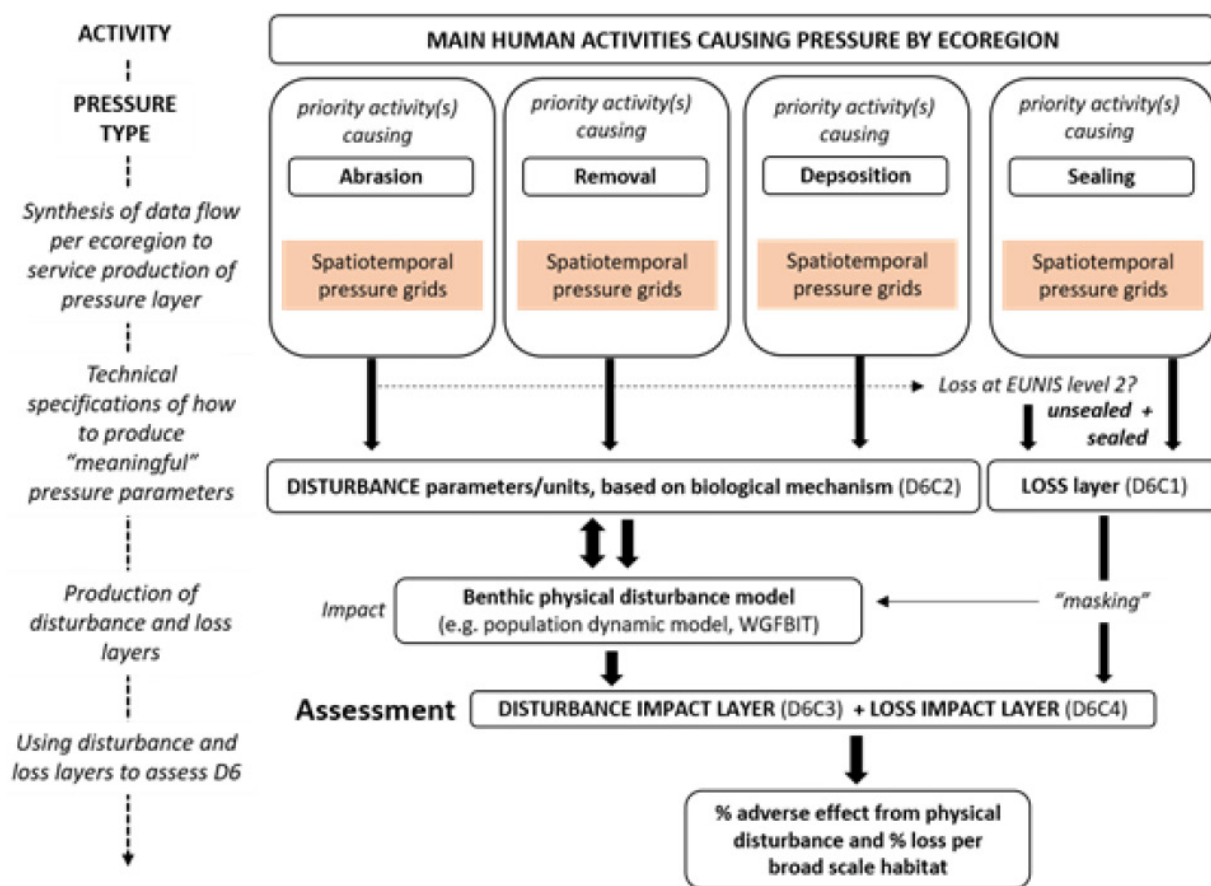
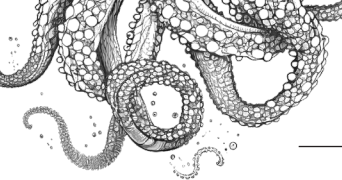
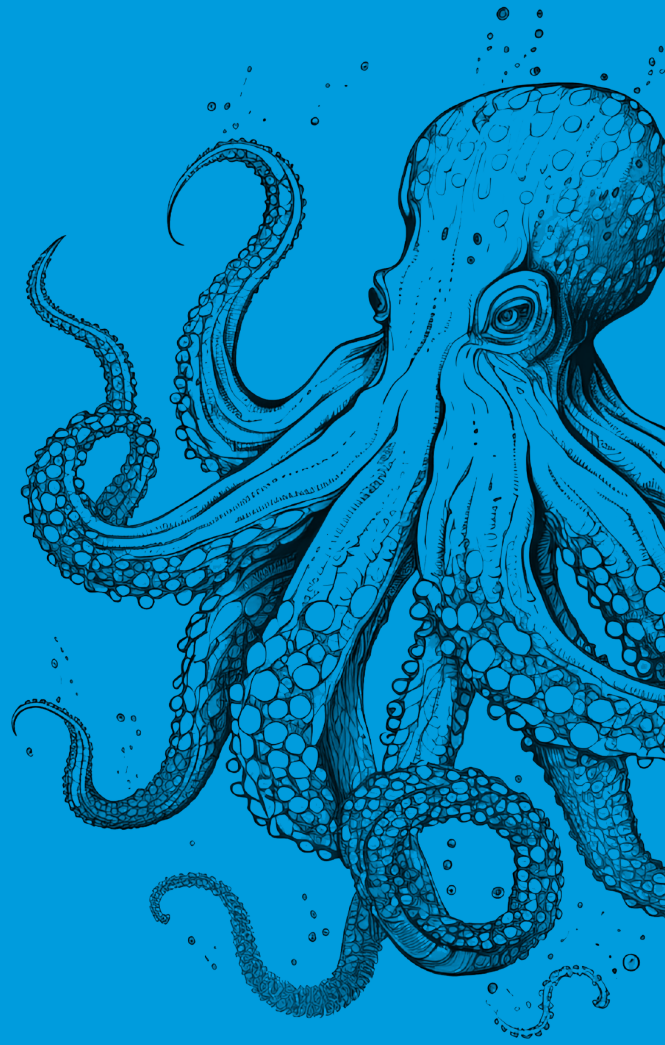


Figura 2. Ejemplo de flujo de datos para la recogida de datos para el Descriptor 6. Recurso: CIEM, 2019b.

Además, se crea un marco metodológico para el análisis y la cartografía de las presiones de los impactos humanos acumulativos y el análisis espacio-temporal de las presiones más relevantes, teniendo en cuenta los requisitos de la DMEM, en el territorio español.

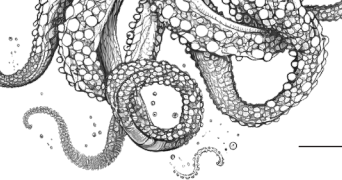
El objetivo principal de este estudio es identificar y seleccionar las principales presiones físicas resultantes de las actividades humanas y caracterizar las áreas de presión acumulada a lo largo del área de estudio. Además, se analiza la interacción de las presiones con los hábitats del fondo marino en el marco de la DMEM en España. Los objetivos específicos son:

- Identificar y describir las principales actividades antropogénicas y la presión causada sobre el fondo marino en el Cantábrico central.
- Analizar la extensión y distribución espacial de las diferentes actividades humanas que causan alteraciones o pérdidas físicas en el Cantábrico central.
- Calcular la superficie de los BHT afectados por cada actividad humana relacionada con la evaluación de los criterios D6C1, D6C2 y D6C4 de la DMEM.
- Explorar las metodologías cuantitativas para el análisis de las presiones acumulativas.



---

## MATERIAL Y MÉTODOS



## 2. Material y métodos

Para este proyecto se ha seleccionado una zona central del Cantábrico, situada frente a la costa asturiana. Esta zona incluye el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) del Sistema de Cañones de Avilés (LIC ESZZ12003), la Zona Especial de Conservación (ZEC) de El Cachucho y la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de Cabo de Peñas (Figura 3). Estas zonas son de gran relevancia, ya que su abrupta topografía permite un aporte constante de nutrientes y el asentamiento de especies formadoras de hábitat como corales de profundidad y esponjas, albergando así una gran diversidad de especies (García-Alegre et al., 2014; Ríos et al., 2022; Rodríguez-Basalo et al., 2021).

La Figura 3 muestra la zona de estudio y la ubicación de los componentes mencionados, así como las líneas batimétricas que dibujan la topografía del fondo marino.

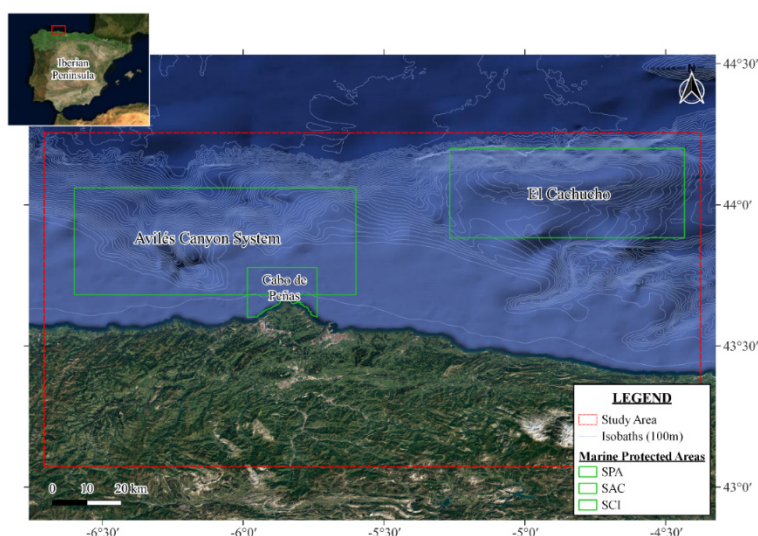


Figura 3. Mapa de la zona de estudio mar Cantábrico central) incluyendo el LIC Sistema Cañón de Avilés y las AMPs encontradas en la zona; SAC El Cachucho y ZEPA Cabo de Peñas. Las isobatas están representadas cada 100 metros.

### 2.1. Bases de datos

La información de las diferentes actividades en la zona de estudio se ha recogido de diferentes fuentes en base al conjunto de actividades que actualmente ejercen presión en la DMNOR (MITECO, 2019).

De todos ellos, la plataforma de la Red Europea de Observación y Datos Marinos (EMODnet) es uno de los recursos de datos más potentes, que junto con fuentes nacionales como el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), el Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO) se han utilizado para construir la base de datos utilizada para el presente estudio (Tabla 1). Además, esta tabla muestra el tipo de información que se ha recogido para cada una de las actividades.

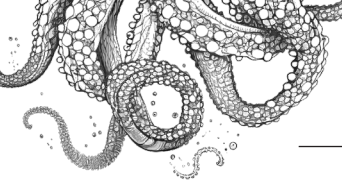
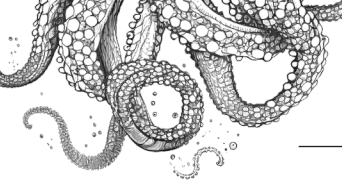


Tabla 1. Lista de las actividades que se producen en la zona de estudio, capa y tipo de datos y recurso donde se obtuvieron. ACe: Sitios de acuicultura. ACf: Acuicultura futura. ACm: Acuicultura Molusc. MA: Áreas militares. AR: Arrecife artificial. C: Cables. DP: Densidad de población. D: Puntos de dragado. RE: Energías renovables. Co: Colapso. OG: Petróleo y Gas. F: Probabilidad de anclaje. P: Puertos. DD: Eliminación de dragas. VD: Densidad de buques. OTB: Redes de arrastre de fondo. LLS: Palangres fijos. GNS: Redes de enmalle de fondo (ancladas). PTB: Redes de arrastre de fondo en pareja. CEDEX: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. EMODnet: Red Europea de Observación y Datos Marinos. INE: Instituto Nacional de Estadística. IEO: Instituto Español de Oceanografía.

Activity	Layer type	Data type	Resource
ACe	Polygon	Area of aquaculture sites (km <sup>2</sup> )	CEDEX
ACf	Polygon	Area of possible use for aquaculture in the future (km <sup>2</sup> )	CEDEX
ACm	Polygon	Area of mollusc production sites (km <sup>2</sup> )	CEDEX
MA	Polygon	Area of military activities (km <sup>2</sup> )	EMODnet
AR	Polygon	Area occupied by artificial reefs (km <sup>2</sup> )	CEDEX
C	Polylines	Position of the cable route (km)	CEDEX EMODnet
DP	Polygon	Inhabitants per square kilometer (population/km <sup>2</sup> )	CEDEX INE
D	Point	Location of dredge points (location by coordinates)	EMODnet
RE	Point	Area of possible renewable energies location (location by coordinates)	EMODnet
Co	Point	Location of collapses such as boats (location by coordinates)	CEDEX
OG	Point /Polygon	Location and area of oil and gas extraction (location by coordinates)	EMODnet
F	Polygon	Location of commercial anchoring probability calculated by AIS (km <sup>2</sup> )	CEDEX
P	Points	Location of ports (location by coordinates)	EMODnet
DD	Points	Location of dredge disposal points (location by coordinates or km <sup>2</sup> )	CEDEX EMODnet
VD	Raster	Hours per square kilometer per month (hour/km <sup>2</sup> /month)	EMODnet
Fishery	OTB*	Average working hours 2019 (hour/km <sup>2</sup> )	CEDEX IEO
	LLS*		
	GNS*		
	PTB*		

La información de las actividades se ha recopilado en formato shapefile (.shp) en la mayoría de los casos, y estos archivos pueden ser de diferentes tipos: polígono, polilínea o punto. La densidad del tráfico marítimo se ha obtenido en formato raster. Una vez compiladas todas las capas, se procedió a la representación de todas las actividades que se desarrollan en la zona de estudio.

Una vez recopiladas las actividades que se desarrollan en la zona seleccionada, se realizó una revisión bibliográfica para conocer las presiones ejercidas por cada una de las actividades, así como para determinar si las presiones generadas por estas actividades tenían una zona de afección más allá del impacto local, y así poder incluirlo en el análisis. En este punto es necesario comentar la diferencia entre actividad y presión:



- Actividad: son las actividades humanas necesarias para satisfacer las necesidades de nuestra sociedad. Una actividad puede causar diferentes presiones con diferentes escalas de impacto (ICES, 2019b).
- Presión: se describe como el mecanismo por el cual una actividad tiene un efecto sobre el ecosistema, real o potencial. Una presión puede ser causada por diferentes actividades (ICES, 2019b).

Con toda esta información, fue posible elaborar una matriz de interacción actividad-presión con el área de influencia de cada actividad, teniendo en cuenta las presiones que se pueden provocar.

La Figura 4 muestra la distribución de los hábitats en el área de estudio, y la distribución del área y el rango de profundidad de cada uno de los hábitats utilizados se enumeran en la Figura 4.

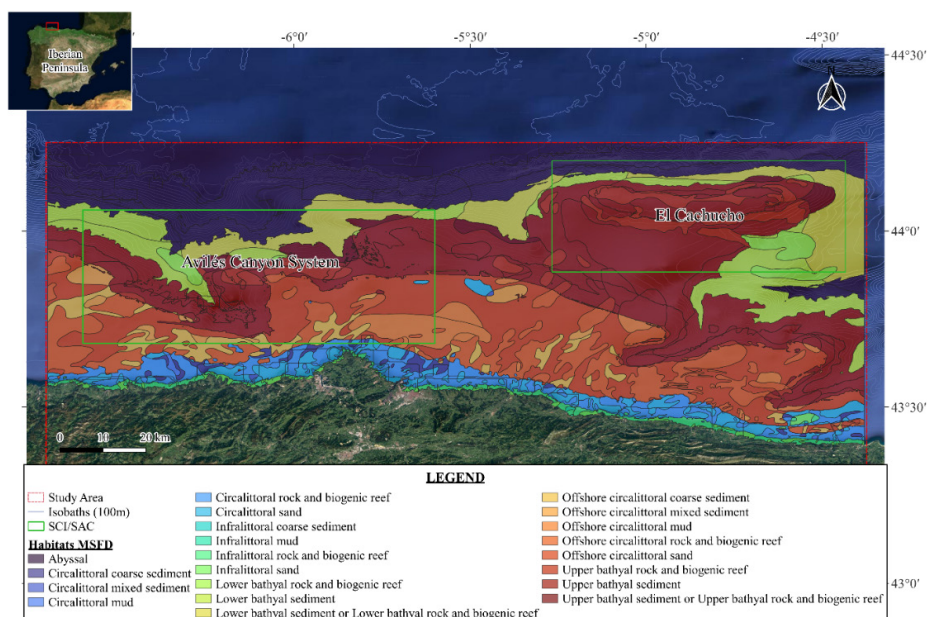


Figura 4. Hábitats de la zona de estudio según la DMEM. La figura incluye el LIC Sistema del Cañón de Avilés y el LIC El Cachucho. Las isobatas están representadas cada 100 metros. Recurso: Elaboración propia con datos de EMODnet (2021).

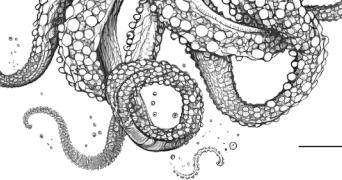
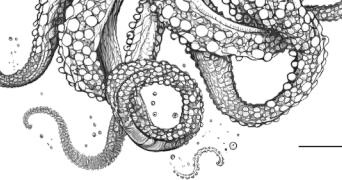


Tabla 2. Lista de los hábitats amplios de la MSFD en la zona de estudio, mostrando para cada hábitat el número de c-square (Csq) y el área total (km<sup>2</sup>) cubierta, la profundidad media y el error estándar (se), y el rango de profundidad (min y max).

BHT	BHT	Csq	Area	Depth (m)			
	(acron)	(n)	(km <sup>2</sup> )	mean	se	max	min
Abyssal	Abyss	3680	3264,82	4441.7	7.3	5365	2152
Circalittoral coarse sediment	CirCs	118	105,66	58.7	3.5	77	30
Circalittoral mixed sediment	CirMs	4	3,58	34.3	7.8	76	11
Circalittoral mud	CirMu	12	10,75	48.9	5.9	95	19
Circalittoral rock and biogenic reef	CirRo	674	603,82	49.3	1.7	95	6
Circalittoral sand	CirSa	458	410,34	48.1	2.2	97	3
Infralittoral coarse sediment	InfCs	1	0,90	7	NA	7	7
Infralittoral mud	InfMu	4	3,59	0.3	8.6	11	26
Infralittoral rock and biogenic reef	InfRo	183	164,10	3.3	4.7	29	64
Infralittoral sand	InfSa	92	82,49	15.7	1.5	23	3
Lower bathyal rock and biogenic reef	LBatRo	220	195,93	1663.5	50.2	2214	1219
Lower bathyal sediment	LBatSed	1079	960,79	1595.2	24.9	2370	988
Lower bathyal sediment or Lower bathyal rock and biogenic reef	LBatSed/Ro	1090	968,95	1822	9.2	2475	1192
Unidentified	Unidentified	2	1,79	132.5	24.6	177	68
Offshore circalittoral coarse sediment	OfCirCs	410	366,59	112.8	3	164	57
Offshore circalittoral mixed sediment	OfCirMs	151	134,74	146.8	5.3	200	81
Offshore circalittoral mud	OfCirMu	366	327,10	140.7	2.1	200	60
Offshore circalittoral rock and biogenic reef	OfCirRo	1262	1128,77	119.2	2.5	191	74
Offshore circalittoral sand	OfCirSa	2167	1936,76	141.7	1.7	202	62
Upper bathyal rock and biogenic reef	UBatRo	659	586,39	644.4	33.1	1246	164
Upper bathyal sediment	UBatSed	4099	3653,33	603.1	12.6	1292	156
Upper bathyal sediment or Upper bathyal rock and biogenic reef	UBatSed/Ro	260	231,24	1026.5	13.3	1336	465

En este estudio, como primera aproximación, sólo se han analizado las presiones que tienen contacto con el fondo marino (D6C1 y D6C2), ya que son los principales impulsores del impacto y están directamente relacionados con el impacto del fondo marino (ICES, 2019b).



## 2.2. Análisis de datos

Para el análisis y la gestión de los datos se utilizó el software R v.4.2.0, para el que se emplearon los paquetes raster, sf, sp, dplyr, classInt, rgdal, vmstools, tidyverse y lwgeom, así como un script modificado de la función Csquare del paquete VMSTOOLS. Para el análisis espacial, toda la información se incluyó en un c-square de 0,015°. Con los datos ya preparados y la cuadrícula creada, se unieron todas las actividades en un marco de datos. A partir de este marco de datos se obtuvieron los siguientes resultados, incluyendo el número de c-squares afectados y la superficie en km<sup>2</sup> afectada. Se calcularon los siguientes parámetros:

- Superficie total del fondo marino (km<sup>2</sup>) perdida y/o perturbada.
- Superficie total afectada (km<sup>2</sup>) por el total y por cada actividad, respectivamente.
- Superficie total (km<sup>2</sup>) afectada por dos actividades diferentes superpuestas al mismo tiempo.
- Superficie total (km<sup>2</sup>) afectada por las presiones acumuladas (1, 2, 3-4 y  $\geq 5$  presiones).
- Número total de c-squares, superficie total (km<sup>2</sup>) y porcentaje total (número de c-squares afectados/número total de c-squares del hábitat) afectados por tipo de hábitat amplio (BHT).
- Número de hábitats afectados por el porcentaje de afectación de la presión.

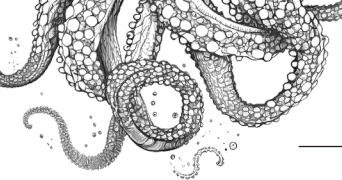
En el análisis del hábitat, no se han tenido en cuenta las c-squares identificadas como No identificadas.

Con el fin de adoptar medidas de precaución, todos los cálculos y representaciones espaciales de las áreas se realizaron considerando el área donde la actividad ejerce la presión y el área de amortiguamiento obtenida de la literatura. Las actividades humanas ejercen presiones que tienen efectos que pueden conducir a impactos sobre los receptores, siguiendo a Elliott et al. (2020) este efecto puede ser aditivo, sinérgico, antagónico (compensatorio), o enmascarador, sin embargo, en este estudio sólo consideramos la adición, también cuando calculamos las actividades que generan pérdida de hábitat.



---

## RESULTADOS



### 3. Resultados

#### 3.1. Distribución de las actividades humanas

En total se identificaron y describieron 17 actividades para toda la DMNOR, de las cuales 15 se localizaron también en la zona de estudio (el Cantábrico central). La Figura 5 muestra la distribución espacial de las actividades en toda la DMNOR, donde se pueden identificar dos grupos de actividades, aquellas con una localización más específica, como las infraestructuras portuarias o los arrecifes artificiales, y otra con una distribución más amplia (densidad de tráfico marítimo, pesca o zonas militares).

Los resultados mostraron que la mayor parte de esas actividades se produjeron a lo largo de la zona costera, mientras que la pesca es la presión más extendida a lo largo de las zonas más profundas de la plataforma continental y del talud. Los resultados también mostraron que una amplia zona del LIC Sistema Cañón de Avilés estaba afectada, donde se encuentran 5 actividades dentro del área protegida (cables, prospecciones, densidad de buques, área militar y pesca). Por el contrario, el número de actividades que ejercen presión dentro de la zona LIC de El Cachucho es menor (área militar y pesquería).

Cada actividad dará lugar a muchas presiones, por ello, en este estudio, para cada una de estas actividades, se han identificado las presiones que pueden generar, así como el área de influencia (Figura 6). De acuerdo con los estudios anteriores, se observa que todas las actividades generan más de una presión en el espacio y en el tiempo, pero son la extracción de material de dragado y la acuicultura las actividades que generan un mayor número de presiones sobre el medio ambiente (Figura 6).

El área de influencia varía mucho según el tipo de actividad y presión. Las presiones biológicas o las que introducen sustancias en el sistema afectan a las mayores distancias (hasta 100 km) (por ejemplo, la acuicultura y el transporte marítimo), mientras que el impacto potencial de las actividades que generan presiones físicas se limita a un impacto local o a unos pocos kilómetros (1-5 km) (por ejemplo, cables y derrumbes).

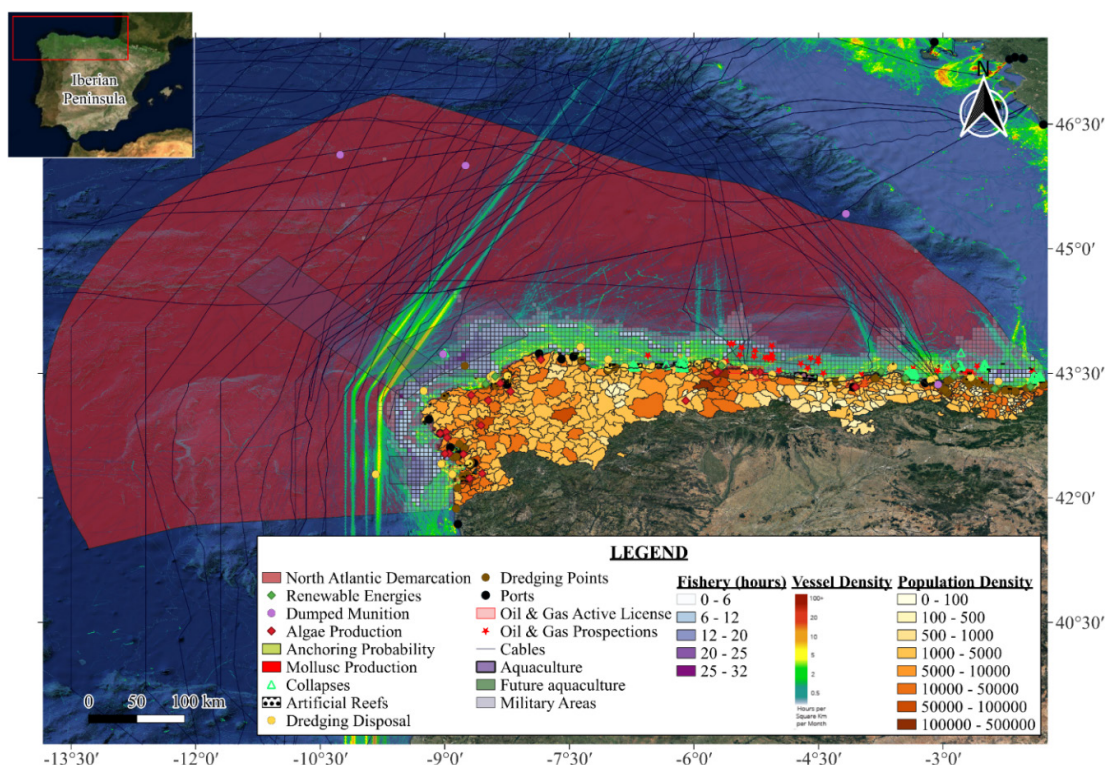
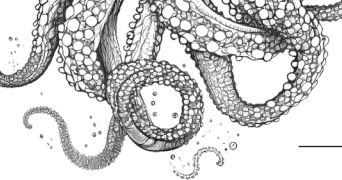


Figura 5. Recopilación de actividades que ejercen presión en la DMNOR.



Es necesario comentar que otros recursos como Bevilacqua et al., (2018), Holon et al., (2015) o Andersen et al., (2020) dan una distancia de influencia generalizada, asociando un solo valor para todas las presiones relacionadas con una actividad. De todas las actividades analizadas, 11 de ellas ejercen una presión física directa sobre los fondos marinos, causando pérdidas o perturbaciones. Estas actividades humanas se muestran en la Figura 6. La mayoría de las presiones físicas ejercen un efecto local o de 1 kilómetro alrededor de su punto de ocurrencia.

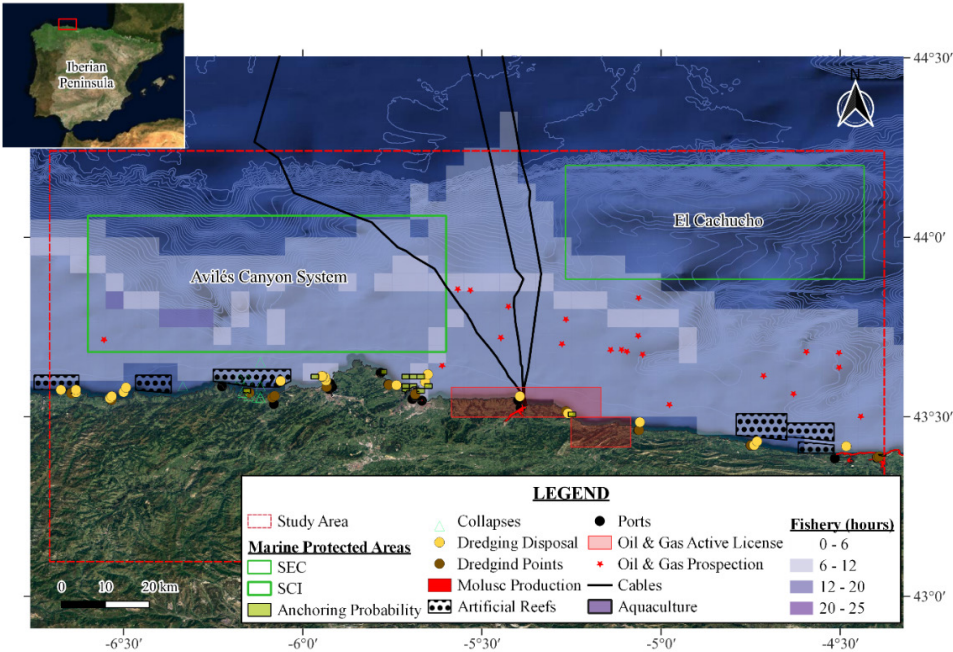


Figura 6. Actividades humanas que causan daños físicos en la zona de estudio.

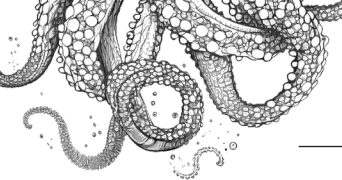
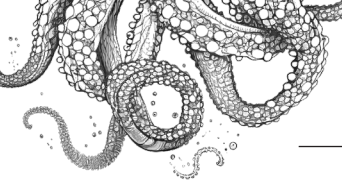


Tabla 3. Matriz de interacción actividad-presión y su distancia de influencia en la zona de estudio. Verde: aquellas actividades-presiones que interactúan.

Pressures/Activities	Infrastructures (ports, docks, etc.)	Prospections	Renewable Energies	Dredging (extraction points)	Dumping	Cables	Military Areas	Artificial Reef and other structures (dumped munition and collapse)	Aquaculture establishment	Shellfish Aquaculture	Future Aquaculture	Maritime Transport	Anchoring	Population Density (infrastructures)	Fisheries (Bottom & Pelagic)	Resource
Physics																
Habitat disturbance		Local	Local	1 km	1 km	Local	1 km	1 km	5 km	Local	5 km	1 km	Local	Local	Local	a, c, d, e, f, g, h, i
Habitat loss	Local	Local	Local	1 km	1 km	Local		Local	Local	Local			Local			a, c, d, e, g, h
Increase of turbidity	1 km	1 km	Local	1 km	1 km	Local			5 km		5 km	1 km	Local	Local	Local	d, e, f, g, h
Changes to hydrological conditions	1 km	1 km	1 km	1 km	1 km	1 km		1 km						Local		b, c, d, e, f, g
Organic and inorganic substances																
Nutrient/Organic enrichment				1 km	1 km				1 km	5 km	1 km			24 km	1 km	b, c, d, e, f, g, i
Contamination	5 km	5 km			10 km	1 km	Local	1 km	3 km	1 km	3 km	20 km		5 km		c, d, e, f, g, h, i
Input of litter						20 km		20 km	20 km	20 km	20 km	100 km	1 km	Local	Local	b, c, d, e, f, g, i
Energy																
Antropogenic sound	5 km	20 km	20 km		20 km	20 km	10 km	20 km	20 km	20 km	20 km	14 km			1 km	b, c, d, e, f, g, h, i
Other energetic forms			Local			Local		Local								c, d, e, g, h
Biological																
Patogens						50 km			75 km	20 km	75 km					b, c, d, e, f, g, i
Input or spread of non-indigenous species	5 km	50 km							50 km	100 km	50 km	50 km				b, c, d, e, f, g
Species perturbation		10 km	10 km			10 km			10 km	10 km	10 km				Local	c, d, e, f, g, h, i
Community perturbation									50 km	50 km	50 km					c, d, e, f, g, i
Resource	3, 4	2, 3	1, 2, 3, 6	3, 4	1, 2, 3	1, 2, 3	3	2, 3	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	3, 4	3	3, 4, 5	3	
Interaction activity-pressure:							Influence distance:							<i>Italic letters</i> : Personal approach		
a) ICES, 2019a							1. Hammar et al., 2020									
b) EC, 2008							2. Fernandes et al., 2020									
c) MITERD, 2019a							3. Anderson et al., 2013									
d) Oosterbaan et al., 2009							4. Ban et al., 2010									
e) Anderson et al., 2013							5. Batista et al., 2014									
f) Ban et al., 2010							6. Fernandes et al., 2021									
g) Fernandes et al., 2020																
h) Hammar et al., 2020																
i) Babosa et al., 2018																



### 3.2. Distribución de las actividades que causan la pérdida y/o perturbación del fondo marino y su superposición con los hábitats (BHT)

De los 15.735,3 km<sup>2</sup> de extensión del área de estudio, un total de 6.557 km<sup>2</sup> están afectados por las 11 actividades humanas diferentes. De esta área, un total de 1.617 km<sup>2</sup> fueron presionados por pérdidas (10 % del área total), mientras que más de 6.556 km<sup>2</sup> fueron perturbados (42 % del área total) (Tabla 3 y Figura 7). Las acciones de pérdida del lecho marino se concentraron principalmente en la zona infralitoral (por debajo de  $\approx 30$  m de profundidad), causadas por todas las actividades excepto la pesca (es decir, prospecciones, cables, arrecifes artificiales o acuicultura), mientras que las zonas perturbadas del lecho marino se distribuyeron ampliamente desde el infralitoral hasta grandes zonas de la plataforma continental y el talud (entre 30 y 400 m de profundidad). Los resultados también mostraron que el LIC del Sistema del Cañón de Avilés estaba afectado, siendo el 29 % del área total perturbada.

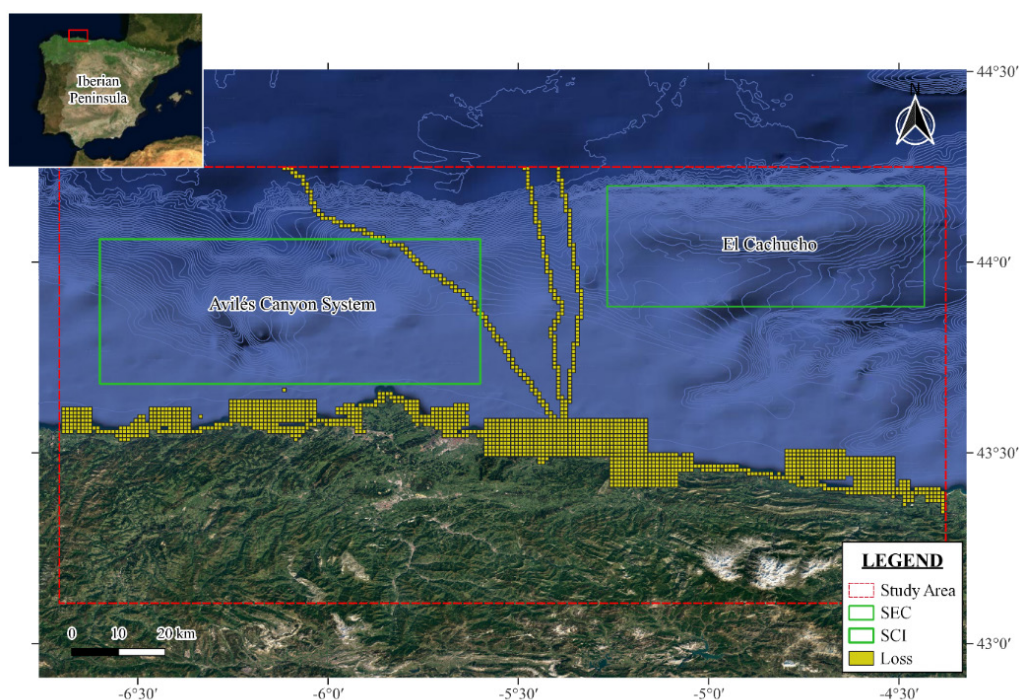


Figura 7. Extensión y distribución de la zona de pérdidas (km<sup>2</sup>) en la zona de estudio.

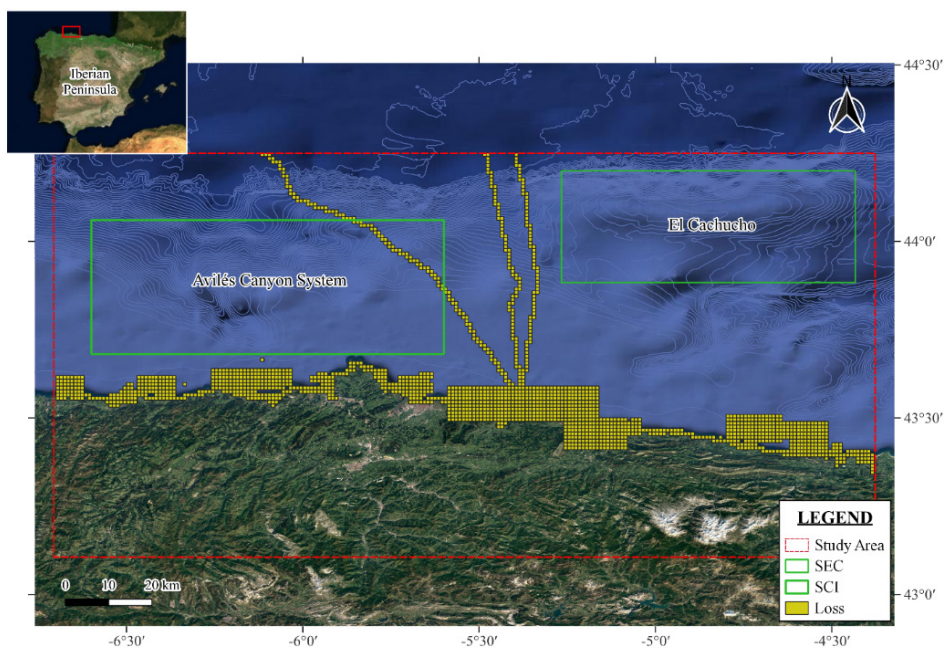
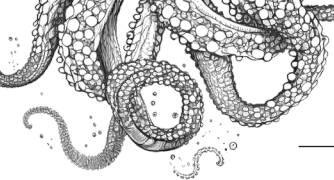


Figura 8. Extensión y distribución de la zona de perturbación (km<sup>2</sup>) en la zona de estudio.

Los resultados mostraron que las actividades humanas que afectan a una mayor superficie son las relacionadas con la pesca (arrastre de fondo en pareja, palangre de fondo, redes de enmalle de fondo y arrastre de fondo con puertas), con valores entre 1.222,98 km<sup>2</sup> y 3.129,75 km<sup>2</sup>, seguidas de los arrecifes artificiales (678,56 km<sup>2</sup>) y las prospecciones de petróleo y gas (521,84 km<sup>2</sup>). Las actividades de acuicultura mostraron la menor superficie de distribución, con sólo 5,39 km<sup>2</sup> (Figura 9).

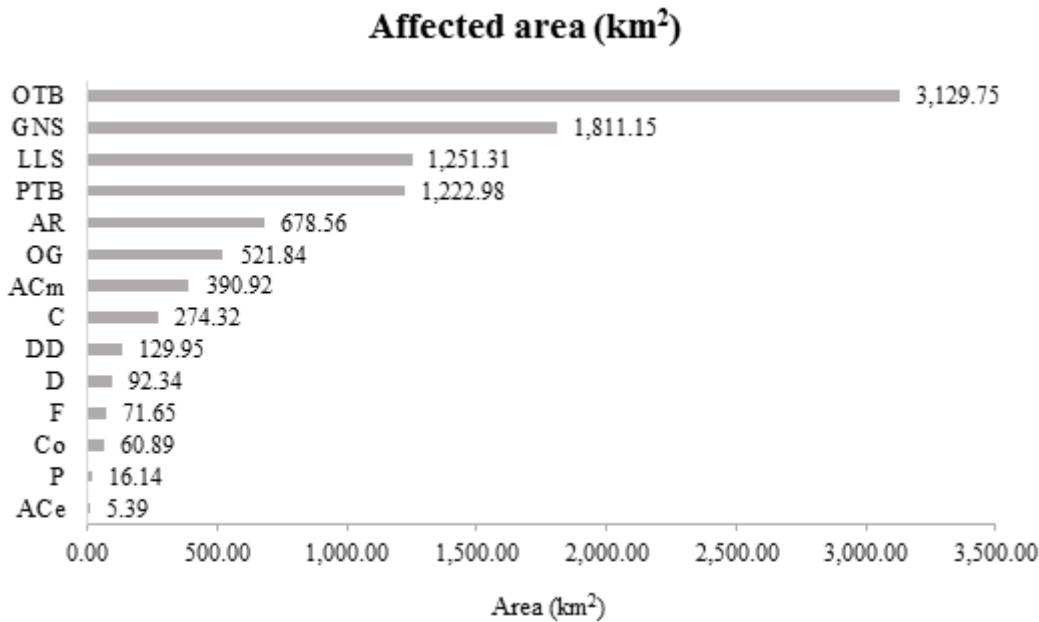
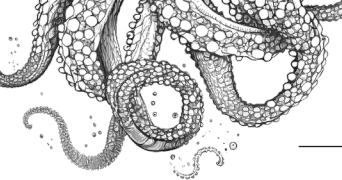


Figura 9. Superficie afectada (km<sup>2</sup>) por actividades. ACe: Establecimiento de acuicultura. P: Puertos. Co: Colapso. F: Probabilidad de anclaje. D: Puntos de dragado. DD: Eliminación de dragado. ACm: Acuicultura de moluscos. OG: Puntos de extracción de petróleo y gas. AR: Arrecifes artificiales. PTB: Red de arrastre de fondo en pareja. LLS: Palangres fijos. GNS: Redes de enmalle caladas. OTB: Red de arrastre de fondo con puertas.



El porcentaje total de superficie afectada (perturbada y perdida) por tipo de hábitat (BHT) se muestra en la Tabla 4. Los resultados mostraron que los hábitats infralitorales (InfMu, InfSa e InfCs) son los que tienen las áreas más afectadas, con prácticamente el 100 % de sus hábitats afectados por una presión. Los fangos circalitorales (CirMu) también mostraron el 100 % de su superficie de fondo marino afectada. Después de estos hábitats, los fondos sedimentarios blandos son los más afectados, mostrando el fango circalitoral (OfCirMu) y el sedimento grueso circalitoral (CirCS) el 83,88 % y el 77,9 % del área afectada, respectivamente. Obsérvese que los hábitats de sustrato duro, como la roca y el arrecife biogénico infralitoral (InfRo), la roca y el arrecife biogénico circalitoral (CirRo) y la roca y el arrecife biogénico circalitoral de alta mar (OfCirRo), mostraron más del 70 % de su superficie total afectada (Tabla 4). Las zonas más profundas del fondo marino (por debajo de los 600 m de profundidad) mostraron la menor superficie afectada, que osciló entre el 18 y el 48 % a lo largo del batial superior y entre el 2 y el 7 % a lo largo de los hábitats del batial inferior.

Tabla 4. Tabla que muestra el número de cuadrículas afectadas por tipo de hábitat (BHT), así como la superficie afectada (km<sup>2</sup> y %). Para el % de superficie de hábitat afectada se ha establecido una escala de colores; de rojo a verde para mostrar la gradación de mayor a menor afectación. Los BHT están organizados por distancia a la costa, de más cercano a más lejano, y por sensibilidad de la comunidad, de menor a mayor

BHT	Number of affected squares	Affected area (km <sup>2</sup> )	% Affected
Infralittoral mud	4	3,59	100,00%
Infralittoral sand	91	80,70	98,91%
Infralittoral coarse sediment	1	0,90	100,00%
Infralittoral rock and biogenic reef	158	138,97	86,34%
Circalittoral mud	12	10,75	100,00%
Circalittoral sand	342	303,77	74,67%
Circalittoral mixed sediment	3	2,68	75,00%
Circalittoral coarse sediment	92	80,60	77,97%
Circalittoral rock and biogenic reef	478	420,18	70,92%
Offshore circalittoral mud	307	269,03	83,88%
Offshore circalittoral sand	1529	1323,61	70,56%
Offshore circalittoral mixed sediment	108	96,38	71,52%
Offshore circalittoral coarse sediment	302	267,35	73,66%
Offshore circalittoral rock and biogenic reef	903	779,87	71,55%
Upper bathyal sediment	2004	1699,06	48,89%
Upper bathyal sediment or Upper bathyal rock and biogenic reef	47	41,84	18,08%
Upper bathyal rock and biogenic reef	219	189,95	33,23%
Lower bathyal sediment	75	66,83	6,95%
Lower bathyal sediment or Lower bathyal rock and biogenic reef	55	47,99	5,05%
Lower bathyal rock and biogenic reef	6	5,35	2,73%
Abyssal	72	62,97	1,96%

También se analizó el número de hábitats perturbados por diferentes porcentajes de afección. Como se muestra en la Figura 10, 14 de los hábitats estudiados mostraron más del 50 % de su área afectada por una presión humana, mientras que 7 hábitats tienen menos del 50 % de su área afectada. 5 de estos hábitats mostraron menos del 25 % de su área afectada, mientras que sólo dos tienen entre el 25 y el 50 % de su área de distribución afectada.

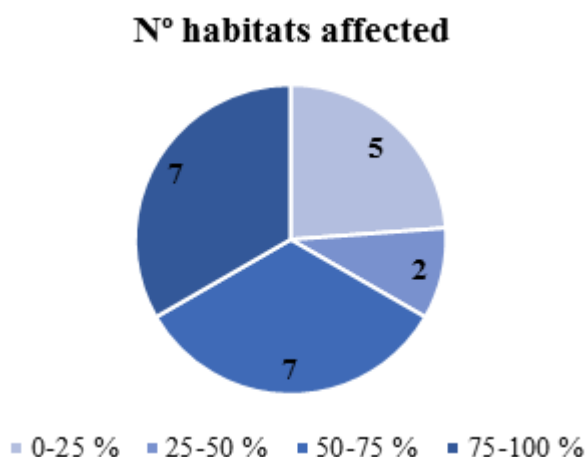
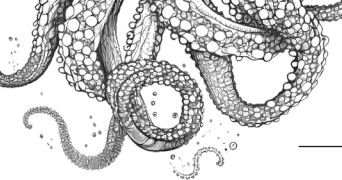


Figura 10. Número de hábitats en función del porcentaje de su superficie afectada por alguna presión. 0-25 % de su área afectada, 25-50 % de su área afectada, 50-75 % de su área afectada y 75-100 % de su área afectada.

Asimismo, se ha representado el número total de cuadrículas afectadas en función del porcentaje de hábitat afectado. Así, los que tienen más del 75 % de afectación constituyen un total de 561 c-squares, que junto con las 3665 c-squares que ocupan los hábitats con un 50-75 % de afectación, representan más de la mitad de la superficie.

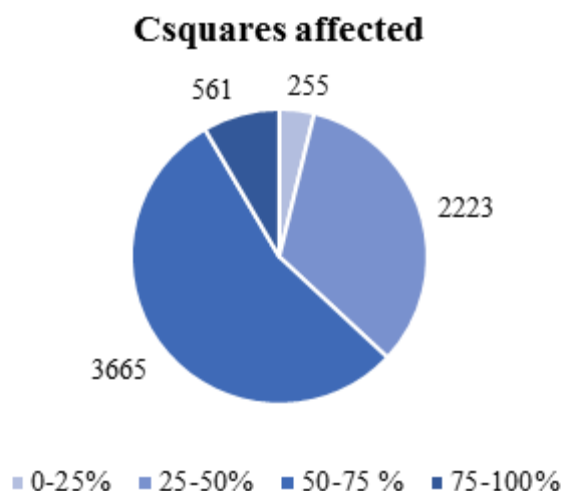
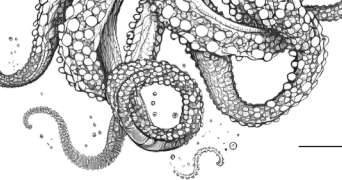


Figura 11. C-squares afectadas por porcentaje de afectación de la superficie total ocupada por los diferentes hábitats. 0-25 % de su superficie afectada, 25-50 % de su superficie afectada, 50- 75 % de su superficie afectada y 75-100 % de su superficie afectada. A continuación, se describe un análisis detallado de las diferentes actividades y su grado de afectación por tipo de hábitat, de los hábitats que sufren mayor presión (50-100 %) (Figura 13). Se puede observar que se produce una distribución diferente de la actividad en función de los hábitats, así la acuicultura de moluscos, los puntos de dragado, los puertos y las prospecciones ejercen presión principalmente en el infralitoral (97 %, 90 %, 100 % y 74 % respectivamente), mientras que los cables, las redes de enmalle fijas, los palangres fijos, las redes de arrastre de fondo en pareja y las redes de arrastre de fondo con puertas aparecen mayoritariamente en el circalitoral de alta mar (70 %, 55 %, 56 %, 78 % y 58 % respectivamente) y el colapso y la probabilidad de fondeo en el circalitoral (90 % y 70 % respectivamente). Cabe destacar que los arrecifes artificiales y los vertederos de dragado se distribuyen de forma similar en el infralitoral (44 % y 50 %) o en el circalitoral (50 % y 50 %).



Además, la Figura 12 muestra el porcentaje de hábitat que está afectado por cada actividad (porcentaje detallado dentro de los gráficos). InfSa e InfRo, mostraron la mayor parte de la superficie afectada por la actividad de acuicultura de moluscos (ACm) (57 % y 66 % respectivamente), seguida de los arrecifes artificiales (22 % y 19 %) y las prospecciones de petróleo y gas (15 % y 22 %). Las actividades relacionadas con el petróleo y el gas (OG) y los arrecifes artificiales (AR) también mostraron una amplia extensión a lo largo de los hábitats infralitorales, ocupando respectivamente el 21 % y el 20 % de estos hábitats. Los puntos de dragado (D) y el vertido de dragas (DD) también mostraron un área de perturbación relevante en las zonas InfSa e InfRo.

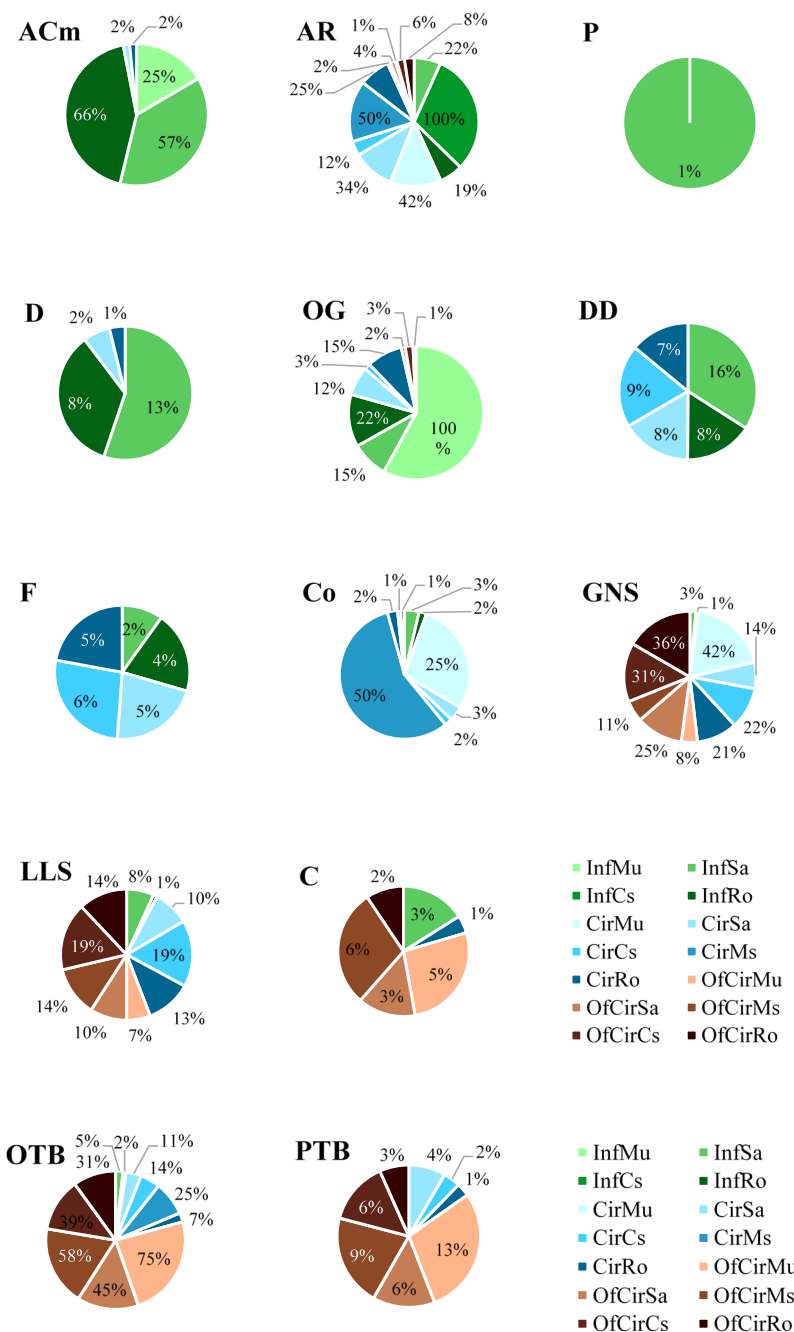
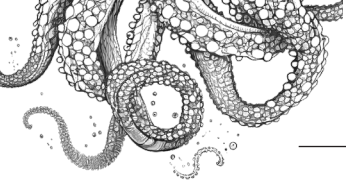
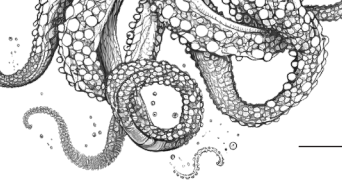


Figura 12. Porcentaje (%) del tipo de hábitat afectado por la actividad. El porcentaje (%) dentro de los gráficos muestra el porcentaje de cada hábitat afectado por esa actividad. ACm: Acuicultura de moluscos. AR: Arrecife artificial. C: Cables. Co: Colapso. D: Puntos de dragado. DD: Eliminación de dragado. F: Probabilidad de anclaje. P: Puertos. OG: Petróleo y Gas. GNS: Redes de enmalle de fondo. LLS: Palangres fijos. PTB: Redes de arrastre de pareja. OTB: Redes de arrastre de puertas.



La zona circalitoral (entre 35 y 60 m de profundidad), similar a la zona infralitoral, CirSa, CirRo, junto con CirCs, son los hábitats con mayor solapamiento de actividades (Figura 12). La zona circalitoral se ve afectada principalmente por los arrecifes artificiales (AR) y los diferentes tipos de pesca. Los AR afectan entre un 12 % y un 50 %, los OTB entre un 7 % y un 25 %, los GNS entre un 14 % y un 42 % y los LLS entre un 10 % y un 19 %. La extensión de las actividades de petróleo y gas (OG) también se solapa con los hábitats CirSa y CirRo, con un 12 % y un 15 % respectivamente. También los vertidos de dragado (DD) están presentes en los hábitats CirCs.

En el caso de los hábitats circalitorales de alta mar, el número de actividades que afectan a cada tipo de hábitat es también elevado (Figura 13). En estas profundidades (112-645 m de profundidad) la pesca es la actividad más representada, siendo siempre la actividad más relevante, afectando a la mayor superficie del fondo marino, concretamente el OTB es la actividad pesquera que afecta a la mayor superficie, entre el 31 % y el 75 %. Después de esto, en la mayoría de los hábitats es el GNS el arte de pesca que afecta a la segunda área más grande (entre el 8 % y el 36 %), mientras que el LLS y el PTB afectan a las áreas más pequeñas.



### 3.3. Análisis de las presiones acumuladas

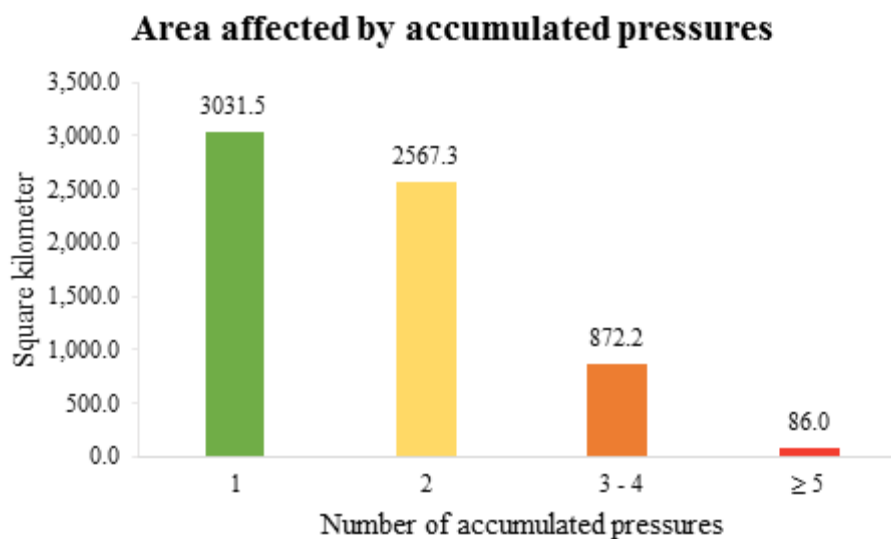
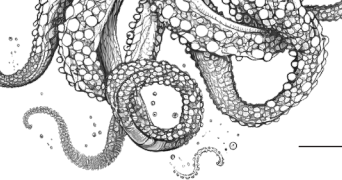
Para analizar las presiones con más detalle, la Tabla 5 muestra la matriz de interacción entre actividades, mostrando qué actividades tienen una mayor área de solapamiento. Los resultados mostraron que las cuatro diferentes pesquerías de fondo analizadas (es decir, GNS, PTB, OTB y LLS) tienen el mayor solapamiento entre ellas, con valores entre 173,92 km<sup>2</sup> y 920,58 km<sup>2</sup>. Atendiendo a las demás actividades, cabe destacar el moderado solapamiento entre las prospecciones de petróleo y gas y la acuicultura de moluscos (81,59 km<sup>2</sup>). En cuanto a la actividad pesquera que se desarrolla en el mismo espacio que otro tipo de actividades, las redes de arrastre de fondo interactúan con los cables 99,07 km<sup>2</sup>, mientras que las redes de enmalle fijas se solapan con los arrecifes artificiales y las prospecciones de petróleo y gas en 61,84 km<sup>2</sup> y 65,41 km<sup>2</sup>, respectivamente.

A pesar de que la pesca tiene la mayor superficie de afección dentro del área de estudio, no muestra solapamiento con la mayoría de las actividades que ejercen presión. Además, la acuicultura, una de las actividades con menor ocupación, sólo coincide en el espacio con los sitios de acuicultura de moluscos y de dragado.

Tabla 5. Matriz de interacción entre actividades por superficie (km<sup>2</sup>). De verde a rojo para representar de menor a mayor superficie de interacción.

	Aquaculture Sites (ACe)	Molusc Aquaculture (ACm)	Artificial Reef (AR)	Cables (C)	Dredge Points (D)	Collapse (Co)	Oil & Gas (OG)	Anchoring Probability (F)	Ports (P)	Dredge Disposal (DD)	Bottom Otter Trawls (OTB)	Set Longlines (LLS)	Set gillnets (anchored) (GNS)	Bottom Pair Trawls (PTB)
Aquaculture Sites (ACe)														
Molusc Aquaculture (ACm)	5,39													
Artificial Reef (AR)	0	79,80												
Cables (C)	0	4,48	0											
Dredge Points (D)	2,69	59,17	12,54	0										
Collapse (Co)	0	15,23	42,99	0	7,17									
Oil & Gas (OG)	0	81,59	0	11,65	8,07	0								
Anchoring Probability (F)	0	24,19	3,58	0	14,34	5,38	7,17							
Ports (P)	0	13,44	1,79	0	8,07	0,90	1,79	1,79						
Dredge Disposal (DD)	0	40,34	34,95	3,58	29,59	0	15,24	15,23	3,59					
Bottom Otter Trawls (OTB)	0	0,90	19,74	99,07	0	0	18,81	8,95	0	4,48				
Set Longlines (LLS)	0	0	78,88	8,03	0	6,26	39,42	4,48	0	4,48	419,95			
Set gillnets (anchored) (GNS)	0	1,79	98,56	14,32	0	1,79	65,41	5,37	0	3,58	498,51	427,39		
Bottom Pair Trawls (PTB)	0	0,90	0	32,99	0,90	0	0	4,48	0	4,48	920,58	173,92	175,74	

Los resultados del análisis de las presiones acumuladas mostraron que la mayor parte del área total de estudio está afectada por una sola presión ejercida por las actividades (ya sea pérdida o perturbación), concretamente 3.031,5 km<sup>2</sup> (20 % del área total de estudio), mientras que 2.567,3 km<sup>2</sup> están afectados por 2 presiones (17 %), y 872,2 km<sup>2</sup> (6 %) están afectados por 3 o 4 presiones (Figura 13). Por último, un total de 86 km<sup>2</sup> (1 %) están afectados por 5 o más presiones, llegando a acumularse hasta 10 presiones en una misma c-square.



*Figura 13. Superficie (km<sup>2</sup>) afectada en función del número de presiones acumuladas. Los colores de las barras indican: verde, área afectada por una presión; amarillo, área afectada por dos presiones; naranja, área afectada por tres o cuatro presiones; y rojo, área afectada por cinco o más presiones.*

La Figura 14 muestra la distribución de las presiones acumuladas analizadas en el espacio. La mayor acumulación de presiones se produce en las zonas costeras, donde se encontró el mayor número de c-squares con 2, 3-4 y  $\geq 5$ . Los resultados también mostraron la presencia de 2 y 3-4 presiones acumuladas a lo largo del talud continental (200-400 m de profundidad), mientras que a lo largo de la plataforma continental (50-200 m de profundidad) la mayoría de las c-squares estaban ocupadas por 1 presión. Es importante mencionar que el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) del Sistema de Cañones de Avilés está altamente afectado con un total de 4 presiones superpuestas en el espacio, mientras que en el interior de la Zona Especial de Conservación de El Cachucho, las presiones se limitaron a una pequeña área, estando afectadas únicamente por una presión puntual en su límite sur.

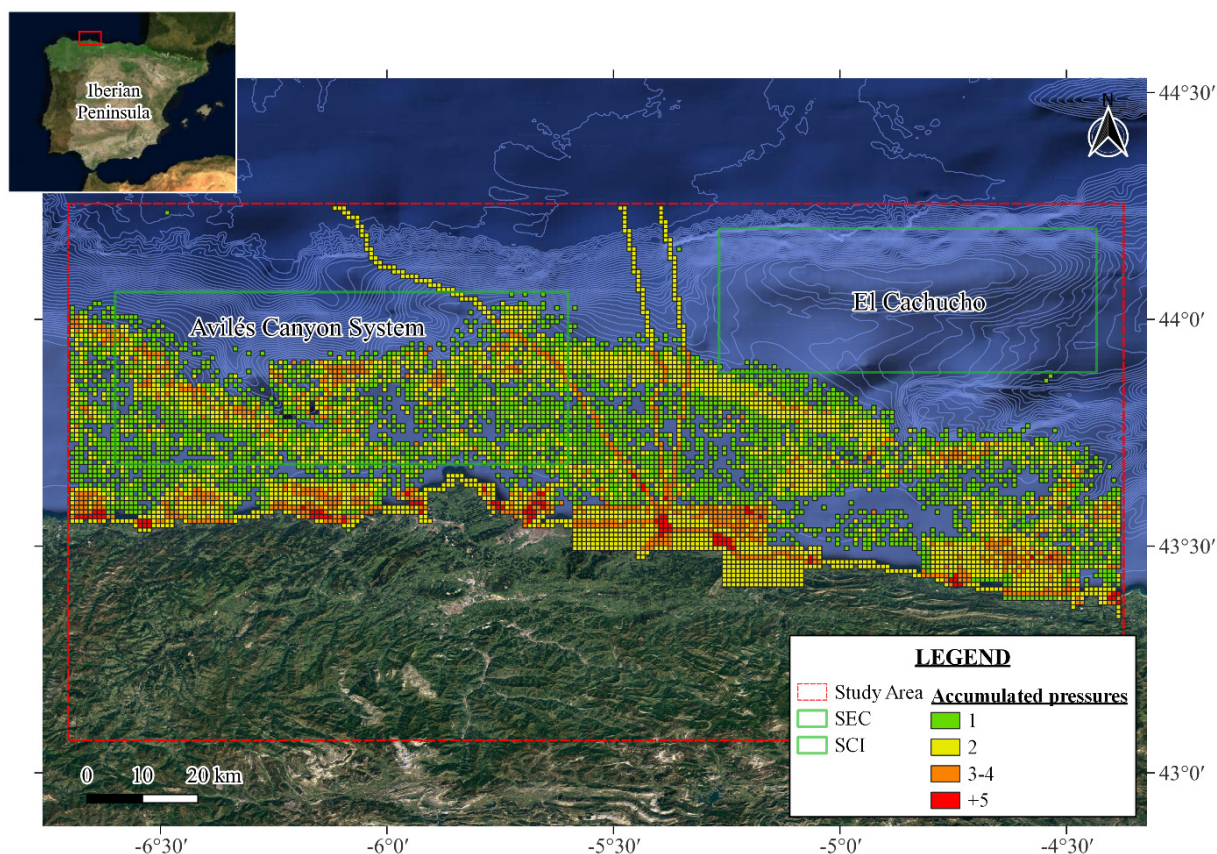
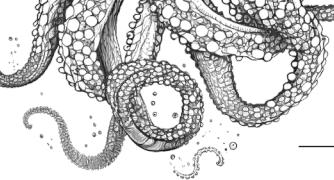


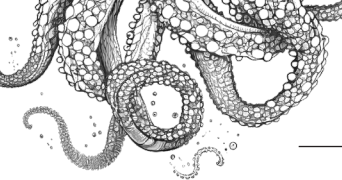
Figura 14. Mapa de presiones acumuladas. Los colores indican: verde, área afectada por una presión; amarillo, área afectada por dos presiones; naranja, área afectada por tres o cuatro presiones; y rojo, área afectada por cinco o más presiones.

También se analizaron las presiones acumuladas en función de los hábitats afectados (Figura 15). Al igual que en el apartado anterior, se analizaron los hábitats infralitoral, circalitoral y circalitoral de alta mar, de los cuales todos los tipos de hábitats se vieron afectados.

Encontramos diferentes patrones de presiones acumulativas en función de los hábitats. Atendiendo a los hábitats infralitorales (0 a 15 m de profundidad), mostraron la mayor superficie afectada al tener 2 presiones al mismo tiempo (0,9 a 58,29 km<sup>2</sup>), seguidos de aquellas c-squares donde se acumularon 3-4 (0,9 a 60,07 km<sup>2</sup>) presiones. InfSa e InfRo presentan la mayor acumulación de presiones, con un 15 % y un 10 % de la superficie del hábitat afectada por 5 o más presiones (Figura 15), mientras que el hábitat circalitoral de alta mar (entre 113 y 644 m de profundidad) tiene una gran superficie afectada (2.814,9 km<sup>2</sup>) pero por menos presiones. Aquí, la mayor acumulación se produce de nuevo en la OfCirSa y la OfCirRo, con 4,48 y 2,69 km<sup>2</sup> respectivamente afectados por 5 o más presiones.

Entre los dos hábitats anteriores descritos se encuentra el circalitoral, que mostró una dinámica intermedia (Figura 15). La mayor superficie está afectada por 2-4 presiones, ocupando 543,87 km<sup>2</sup> de 830,52 km<sup>2</sup> (65 %), seguida por la afección de una presión (32 %) y apenas afectada por 5 o más (3 %).

Es importante destacar la gran acumulación de presiones en los hábitats rocosos en todo el rango de profundidad analizado (26,89 km<sup>2</sup>), concretamente el 59 % del área total afectada por 5 o más presiones, tanto en zonas someras (0-15 m de profundidad) como en zonas profundas (hasta 644 m de profundidad). Del mismo modo, los hábitats arenosos tienen 27,79 km<sup>2</sup> afectados por 5 o más presiones (61 %).



Nuestros resultados mostraron que el Cantábrico central está altamente impactado. El Cantábrico central tiene 6.556,13 km<sup>2</sup> de superficie perturbada y 1.617,18 km<sup>2</sup> de superficie perdida, representando respectivamente el 42 % y el 10 % de la superficie total estudiada, siendo casi la mitad del área de estudio afectada por 1 presión. Del mismo modo, estudios realizados en otras zonas, como Inglaterra o Canadá, mostraron alrededor de la mitad del área impactada (Ban et al., 2010; Foden et al., 2010). La pérdida de hábitat, aquellas áreas que implican cambios permanentes en el fondo marino, se encontró predominantemente en la zona costera, mientras que las áreas perturbadas también estaban presentes en aguas con rangos de batimetrías más altos (100 a 1.000 m de profundidad). Foden et al. (2011) mostraron de forma similar para las aguas del Reino Unido que la zona afectada por la alteración del lecho marino es mayor que aquella en la que se produce la pérdida del lecho marino.

Además, encontramos un alto solapamiento entre las diferentes actividades pesqueras, que se produce principalmente sobre los hábitats sedimentarios. Ya Andersen et al. (2020) mostraron la importancia de la pesca en el mar del Norte y el mar Báltico, donde una gran parte de sus pesquerías de fondo contribuyeron al impacto de los fondos marinos en comparación con otros factores que los afectan (alrededor del 10 %). En el mar Mediterráneo, la pesca es también la presión más impactante, así como en la costa portuguesa, donde es una de las presiones más significativas, con valores de extensión del 10 % al 64 % de la superficie afectada por la pesca (Batista et al., 2014; Micheli et al., 2013). Las redes de arrastre de fondo a la pareja (PTB) y las redes de arrastre de fondo con puertas (OTB) son las actividades con mayor superficie afectada solapada (920,58 km<sup>2</sup>), estando estos resultados en concordancia con estudios previos realizados en el Cantábrico (Punzón et al., 2016).

A pesar del solapamiento entre las actividades y las presiones físicas que ejercen, especialmente las artes de pesca, los resultados muestran que la mayor superficie del Cantábrico central está afectada por 1 sola presión (3.031,5 km<sup>2</sup>; 20 %), pero seguida de cerca por la acumulación de 2 presiones, con 2.567,3 km<sup>2</sup> (17 %) de la superficie afectada. Foden et al. (2011) muestran que en Inglaterra, del área total afectada por presiones, una pequeña fracción (< 0,1 %) es presionada por 2 a 4 presiones al mismo tiempo, en contraste con la dinámica del presente trabajo. La acumulación de presiones observada puede deberse al solapamiento espacial de los diferentes artes de pesca en las zonas más profundas, mientras que en las zonas costeras el solapamiento podría estar causado por una diversidad de actividades que afectan al fondo marino (es decir, anclajes, acuicultura, puertos, dragados, etc.). Luego, a medida que aumenta la batimetría, se produce una sucesión de actividades generadoras de impacto, desde una mayor presencia de actividades con una distribución más limitada, como la acuicultura, los puntos de dragado, las prospecciones de petróleo y gas o los arrecifes artificiales, hasta las diferentes artes de pesca. De forma similar, Kenny et al. (2018) mostraron esta distribución para las actividades y sus presiones asociadas para el mar del Norte.

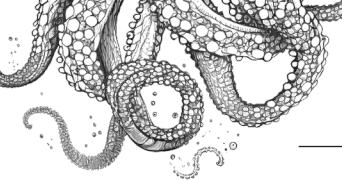
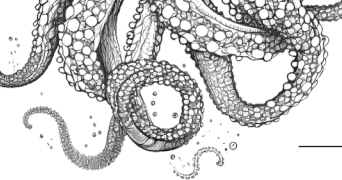


Figura 15. Porcentaje (%) de BHT afectados por diferente número de presiones acumuladas. El porcentaje se ha calculado respecto a la superficie total de cada hábitat: verde, aquellas cuadrículas en las que se produce una presión; amarillo, aquellas cuadrículas en las que se producen dos presiones; naranja: aquellas cuadrículas en las que se producen tres o cuatro presiones, rojo, aquellas cuadrículas en las que se producen cinco o más presiones.



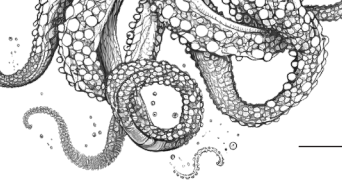
---

## REFERENCIAS



## 4. Referencias

- Andersen J.H, Al-Hamdani, Z., Harvey, E.T., Kallenbach, E., Murray, C. & Stock, A. (2020). Relative impacts of multiple human stressors in estuaries and coastal waters in the North Sea-Baltic Sea transition zone. *Science of the Total Environment*, 704: 135316.
- Andersen, J.H., Stock, A., Mannerla, M., Heinänen, S. & Vinther, M.M. (2013). Human uses, pressures and impacts in the eastern North Sea. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environmental and Energy. Technical Report from DCE- Danish Centre for Environmental and Energy, 18: 136 pp.
- Ban, N. C., Hussein, M. A. & Jeff, A.A. (2010). Cumulative impact mapping: Advances, relevance and limitations to marine management and conservation, using Canada's Pacific waters as a case study. *Marine Policy*, 34: 876-886.
- Ban, N.C. & Alder, J. (2007). How wild is the ocean? Assessing the intensity of anthropogenic marine activities in British Columbia, Canada. *Aquatic Conservation*, 18(1): 55-85.
- Barbosa, A., Martín, B., Iglesias-Campos, A., Torres, J.A., Barbière, J., Hermoso, Virgilio, Domisch, S., Langhans, S.D., Martínez-López, J., García-Padilla, M. Gil-Jiménez, Y., Delacámara, G., Teixeira, H., Lillebø, A. & Nogueira, A. (2018). Case Study 2 Report: The Intercontinental Biosphere Reserve of the Mediterranean: Andalusia (Spain) – Morocco. *Aquacross*, D9,2: 53 pp.
- Batista, M.I., Henriques, S., País, M.P. & Cabral, H.N. (2014). Assessment of cumulative human pressures on a coastal area: Integrating information for MPA planning and management. *Ocean & Coastal Management* 102: 248-257.
- Bellman, M. A., Heppell, S. A., & Goldfinger, C. (2005). Evaluation of a US west coast groundfish habitat conservation regulation via analysis of spatial and temporal patterns of trawl fishing effort. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 2886-2900.
- Bevilacqua, S., Guarnieri, G., Farella, G., Terlizzi, A. & Fraschetti, S. (2018). A regional assessment of cumulative impact mapping on Mediterranean coralligenous outcrops. *Nature. Scientific reports* 8: 1757.
- Borgwardt, F., Robinson, L., Trauner, D., Teixeira, H., Nogueira, A.J.A., Lillebø, A.I., Piet, G., Kuemmerlen, M., O'Higgins, T., McDonald, H., Arevalo-Torres, J., Barbosa, A.L., Iglesias-Campos, A., Hein, T. & Culhane, F. (2019). Exploring variability in environmental impact risk from human activities across aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 652: 1396-1408
- Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) & Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). (2021). Planes de Ordenación del Espacio Marítimo. III. Diagnóstico. Los sectores marítimos: situación actual y previsiones de desarrollo futuro o potencial. A. Demarcación Marina Noratlántica. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), 412 pp.
- Coordinating Working Party on Fishery Statistics (CWP). (2016). INTERNATIONAL STANDARD STATISTICAL CLASSIFICATION OF FISHING GEAR (ISSCFG). Coordinating Working Party on Fishery Statistics (CWP) Secretariat. Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2 pp.
- Dailianis, T., Smith, C.J., Papadopoulou, N., Gerovasileiou, V., Sevastou, K., Bekkby, T., Bilan, M., Billett, D., Boström, C., Carreiro-Silva, M., Danovaro, R., Fraschetti, S., Gagnon, K., Gambi, C., Grehan, A., Kipson, S., Kotta, J., McOwen, C.J., Morato, T., Ojaveer, H., Pham, C.K. & Scrimgeour, R. (2018). Human activities and resultant pressures on key European marine habitats: An analysis of mapped resources. *Marine Policy*, 98: 1-10.
- De la Torriente, A. Aguilar, R., González-Irusta, J.M., Blanco, M & Serrano, A. (2020). Habitat forming species explain taxonomic and functional diversities in a Mediterranean seamount. *Ecological Indicators*, 118: 106747.



De la Torriente, D.A., González-Irusta, J.M., Serrano, A., Aguilar, R. Sánchez, F., Blanco, M. & Punzón, A. (2022). Spatial assessment of benthic habitats vulnerability to bottom fishing in a Mediterranean seamount. *Marine Policy*, 135: 104850.

Depellegrin, D., Menegon, S., Farella, G., Ghezzi, M., Gissi, E., Sarreta, A., Venier, C. & Barbanti, A. (2017). Multi-objective spatial tools to inform maritime spatial planning in the Adriatic Sea. *Science of the Total Environment*, 609: 1627-1639.

Deter, J., Descamp, P., Ballesta, L., Boissery, P. & Holon, F. (2012). A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. *Ecological Indicators*, 20: 345-352.

Eastwood, P.D., Mills, C.M., Aldridge, J.N., Houghton, C.A. & Rogers, S.I. (2007). Human activities in UK offshore waters: an assessment of direct, physical pressure on the seabed. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 453-463.

Eigaard, O.R., Bastardie, F., Hintzen, N.T., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R., Dinesen, G.E., Egekvist, J., Fock, H.O., Geitner, K., Gerritsen, H.D., Marín-González, M., Jonsson, P., Kavadas, S., Laffargue, P., Lundy, M., Gonzalez-Mirelis, G., Nielsen, J.R., Papadopoulou, N., Posen, P.E., Pulcinella, J., Russo, T., Sala, A., Silva, C., Smith, C., Vanellander, B. & 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.

Elliott, M., Borja, A. & Cormier, R. (2020). Activity-footprints and effects-footprints – Walking the pathway to determining and managing human impacts in the sea. *Marine Pollution Bulletin*, 155: 111201.

Elliott, M., Borja, A. & Cormier, R. (2020). Activity-footprints, pressures-footprints and effect-footprints – Walking the pathway to determining and mapping human impacts in the sea. *Marine Pollution Bulletin*, 155: 111201.

Elliott, M., Boyes, S.J., Barnard, S. & Borja, A. (2018). Using best expert judgement to harmonise marine environmental status assessment and maritime spatial planning. *Marine Pollution Bulletin*, 133: 367-377.

European Commission (EC). (2008). 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). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 164: 19-40.

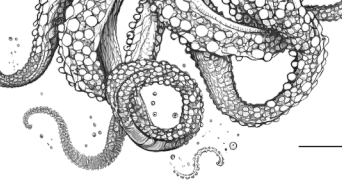
European Commission (EC). (2017a). Directiva (UE) 2017/845 de la Comisión de 17 de mayo de 2017 por la que se modifica la Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a las listas indicativas de elementos que deben tomarse en consideración a la hora de elaborar estrategias marinas. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L125: 27-33

European Commission. (2017b). Decisión (UE) 2017/848 de la Comisión de 17 de mayo de 2017 por la que se establecen los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas, así como especificaciones y métodos normalizados de seguimiento y evaluación, y por la que se deroga la Decisión 2010/477/UE. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 125: 27-33.

European Marine Observation and Data Network (EMODnet). (11 Nov 2021). Official Release of EUSeaMap 2021. Retrieved on 05 July, 2022, from: <https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/news/official-release-of-euseamap-2021/>

Evans, D., Aish, A., Boon, A., Condé, S., Connor, D., Gelabert, E. Michez, N., Parry, M., Richard, D., Salvati, E. & Tunesi, L. (2016). Revising the marine section of the EUNIS Habitat classification. *European Topic Centre on Biological Diversity*, A/2016: 8pp.

Fernandes, M.L., Esteves, T.C., Oliveira, E.R. & Alves, F.L. (2017). How does the cumulative impacts approach support maritime spatial planning? *Ecological Indicators*, 73: 189-202.



Fernandes, M.L., Quintela, A. & Alves, F.L. (2018). Identifying conservation priority areas to inform maritime spatial planning: A new approach. *Science of the Total Environment*, 639: 1088-1098.

Fernandes, M.L., Quintela, A., Cervera-Núñez, C., Campillos-Llanos, M., Sousa, L.P., Casimiro, D., Matías, J.O., Simão, A.P., Gómez-Ballesteros, M. & Alves, F.L. (2021). D2,3 Transboundary Impact Assessment in the north-western Iberian Peninsula. SIMAtlantic project, 27pp.

Fernandes, M.L., Sousa, L.P., Quintela, A., Marques, M., Reis, J., Simão A.P., Castro, A.T., Marques J.M. & Alves F.L. (2020). Mapping the future: Pressures and impacts in the Portuguese maritime spatial planning. *Science of the Total Environment* 715: 136863.

Ferrà, C., Tassetti, A.N., Grati, F., Pellini, G., Polidori, P., Scarcella, G. & Fabi, G. (2017). Mapping change in bottom trawling activities in the Mediterranean Sea through AIS data. *Marine Policy* 94: 275-281.

Fisheries Research and Development Corporation (FRDC). (S.f.). Hook and line. Retrieved on September 02, 2022, from: <https://fish.gov.au/fishing-methods/hook-and-line>.

Foden, J., Rogers, S.I. & Jones A.P. (2011). Human pressures on UK seabed habitats: a cumulative impact assessment. *Marine Ecology Progress Series*, 428: 33-47.

Foden, J., Rogers, S.I. & Jones, A.P. (2010). Recovery of UK seabed habitats from benthic fishing an aggregate extraction – towards a cumulative impact assessment. *Marine Ecology. Progress Series* 411: 259-270.

Foley, M.M., Halpern, B.S., Micheli, F., Armsbya, M.H., Caldwell, M.R., Crain, C.M., Prahler, E., Rohr, N., Sivas, D., Beck, M.W., Carr, M.H., Crowder, L.B., Duffy, J.E., Hacker, S.D., McLeod, K.L., Palumbi, S.R., Peterson, C.H., Regan, H.M., Ruckelshaus, M.H., Sandifer, P.A. & Steneck, R.S. (2010). Guiding ecological principles for marine spatial planning. *Marine Policy* 34(5): 955-966.

Frazão-Santos, C., Agardy, T., Andrade, F., Crowder, L.B., Ehler, C.N. & Orbach, M.K. (2021). Major challenges in developing marine spatial planning. *Marine Policy* 132: 103248.

García-Alegre, A., Sánchez, F., Gómez-Ballesteros, M., Hinz, H., Serrano, A. & Parra, S. (2014). Modelling and mapping the local distribution of representative species on the Le Danois Bank, El Cachucho Marine Protected Area (Cantabrian Sea). *Deep Sea Research II*, 106: 151-164.

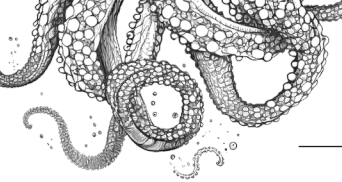
Giakoumi, S., Sini, M., Gerovasileiou, V., Mazor, T., Beher, J., Possingham, H.P., Abdulla, A., Çinar, M.E., Dendrinos, P., Gucu, A.C., Karamanlidis, A.A., Rodic, P., Panayotidis, P., Taskin, E., Jaklin, A., Voultsiadou, E., Webster, C., Zenetos, A. & Katsanevakis, S. (2013). Ecoregion-Based Conservation Planning in the Mediterranean: Dealing with Large-Scale Heterogeneity. *PLoS ONE*, 8(10): e76449.

Giménez-Casaldueiro, F., Gomáriz-Castillo, F., Canales, R. & Calvín J.C. (2018). Identifying the Conservation State of Marine Rocky Habitats along the Western Mediterranean Using Focal Species. *Journal of Coastal Research*, 34(5): 1176-1187.

Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P. & Boissery, P. (2009). Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as requires by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 1727-1733.

González-Irusta, J.M., De la Torriente, A., Punzón, A., Blanco, M. & Serrano, A. (2018). Determining and mapping species sensitivity to trawling impacts: the Benthos Sensitivity Index to Trawling Operations (BESITO). *ICES Journal of Marine Science*, 75(5): 1710-1721.

Grieve, C., Brady, D.C. & Polet, H. (2014). Review of habitat dependent impacts of mobile and static fishing gears that interact with the seabed. *Marine Stewardship Council Science Series*, 2: 18-88.



Halpern, B.S. & Fujita, R. (2013). Assumptions, challenges, and future directions in cumulative impact analysis. *Ecosphere*, 4(10): 1-11.

Halpern, B.S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K.S., Koenig, K., Longo, C., Stewart-Lowndes, J., Cotton-Rockwood, R., Selig, E.R., Seloke, K.A. & Walbridge, S. (2015). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications* 6: 7615.

Halpern, B.S., Kappel, C.V., Selkoe, K.A., Micheli, F., Ebert, C.M., Kontgis, C., Crain, C.M., Martone, R.G., Shearer, C. & Teck, S.J. (2009). Mapping cumulative human impacts to California Current marine ecosystems. *Conservation Letters*, 2: 138-148.

Halpern, B.S., Walbridge S, Selkoe KA, Kappel C V., Micheli F, D'Agrosa C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D. Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R. & Watson, R. (2008). A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science* 319 (5865): 948-952.

Hammar, L., Molander, S., Palsson, J., S. Crona, J., Carneiro, G, Johansson, T., Hume, D., Kagesten, G., Mattsson, D., Törnqvist, O., Zillén, L., Mattsson, M., Bergström, U., Perry, D., Caldow, C. & Andersen, J.H. (2020). *Science of the Total Environment* 734: 139024.

Helsinki Commission (HELCOM) (2010a) Ecosystem Health of the Baltic Sea 2003-2007: HELCOM Initial Holistic Assessment. *Baltic Sea Environment Proceedings*, 122: 63pp.

Helsinki Commission (HELCOM) (2010b). Towards a tool for quantifying the anthropogenic pressures and potential impacts in the Baltic Sea marine environment. A background document on the method, data preparation and testing of the Baltic Sea Pressure and Impact Indices. *Baltic Sea Environment Proceedings* 125: 69 pp.

Hintzen, N.T., Aarts, G., Poos, J.J., Van der Reijden, K.J. & Rijnsdorp, A.D. (2021). Quantifying habitat preference of bottom trawling gear. *ICES Journal of Marine Science*, 78(1): 172-184.

Holon F, Mouquet N, Boissery P, Bouchoucha M, Delaruelle G, Tribot A-S & Deter, J. (2015). Fine-Scale Cartography of Human Impacts along French Mediterranean Coasts: A Relevant Map for the Management of Marine Ecosystems. *PLoS ONE* 10(8): e0135473.

International Council for the Exploration of the Sea (ICES) (2019b). Workshop to evaluate and test operational assessment of human activities causing physical disturbance and loss to seabed habitats (MSFD D6 C1, C2 and C4) (WKBEDPRES2). *ICES Scientific Reports*, 1(69): 87pp.

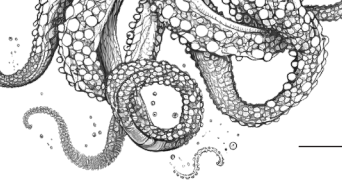
International Council for the Exploration of the Sea (ICES). (2016). Report of the Workshop on guidance in how pressure maps of fishing intensity contribute to an assessment of the state of seabed habitats (WKFB1). *ICES Scientific Reports*, 46: 109 pp.

International Council for the Exploration of the Sea (ICES). (2018). Workshop on Scoping for Benthic Pressure Layers D6C2 – From Methods to Operational Data Products (WKBEDPRESS1). *ICES Scientific Reports*, 1(15): 37pp

International Council for the Exploration of the Sea (ICES). (2019a). Workshop on Scoping of Physical Pressure Layers Causing Loss of Benthic Habitats D6C1 – Methods to Operational Data Products (WKBEDLOSS). *ICES Scientific Reports*. 1(15): 49pp

Judd, A., Backhaus, T. & Goodsir, F. (2015). An effective set of principles for practical implementation of marine cumulative effects assessment. *Environmental Science Policy*, 54: 254-262.

Kannen, A. (2014). Challenges for marine spatial planning in the context of multiple sea uses, policy arenas and actors based on experiences from the German North Sea. *Regional Environment Change*, 14: 2139-2150.



Katsanevakis, S., Stelzenmüller, V., South, A., Sørensen, T.K., Jones, P.J.S., Kerr, S., Badalamenti, F., Anagnostou, C., Breen, P., Chust, G., D'Anna, G., Duijn, M., Filatova, T., Fiorentino, F., Hulsman, H., Johnson, K., Karageorgis, A.P., Kröncke, I., Mirto, S., Pipitone, C., Portelli, S., Qiu, W., Reiss, H., Sakellariou, D., Salomidi, M., van Hoof, L., Vassilopoulou, V., Vega Fernández, T., Vöge, S., Weber, A., Zenetos, A. & Hofstede, R.T. (2011). Ecosystem-based marine spatial management: review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Ocean Coastal Management*, 54: 807-820.

Kellon, D. & Arvai, J. (2011). Five propositions for improving decision making about the environment in developing communities: insights from the decision sciences. *Journal of Environmental Management*, 92: 363-371.

Kenny, A.J., Jenkins, C., Wood, D., Bolam, S.G., Mitchell, P., Scougal, C. & Judd, A. (2018). Assessing cumulative human activities, pressures, and impacts on North Sea benthic habitats using a biological traits approach. *ICES Journal of Marine Science*, 75(3): 1080-1092.

Knights, A.M., Koss, R.S. & Robinson, L.A. (2013). Identifying common pressure pathways from a complex network of human activities to support ecosystem-based management. *Ecological Applications*, 23: 755-765.

Korpinen S., Meidinger M. & Laamanen M. (2013). Cumulative impacts on seabed habitats: An indicator for assessments of good environmental status. *Marine Pollution Bulletin*, 74: 311-319.

Larcombe, J. W. P., McLoughlin, K. J., & Tilzey, R. D. J. (2001). Trawl operations in the South East Fishery, Australia: spatial distribution and intensity. *Marine and Freshwater Research*, 52: 419-430.

Link, J.S., Brodziak, J.K.T., Edwards, S.F., Overholtz, W.J., Mountain, D., Jossi, J.W. & Fogarty, M.J. (2002). Marine ecosystem assessment in a fisheries management context. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59: 1429-1440.

Micheli, F., Halpern, B.S., Walbridge, S., Ciriaco, S., Ferretti, F., Frascchetti, S., Lewison, R., Nykjaer, L. & Rosenberg, A.A. (2013). Cumulative Human Impacts on Mediterranean and Black Sea Marine Ecosystems: Assessing Current Pressures and Opportunities. *PLoS ONE*, 8(12): e79889.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2019a). Parte II: Análisis de Presiones e Impactos. Estrategias Marinas de España (EsMarEs) de la Demarcación noratlántica, 20 pp.

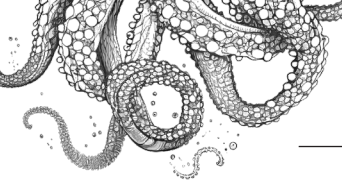
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2019b). Anexo Parte III: Fichas del Análisis Socioeconómico. Estrategias Marinas de España (EsMarEs) de la Demarcación noratlántica, 187 pp

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (03 de agosto de 2022). Estrategias Marinas. Madrid, España. Estrategias Marinas de España (EsMarEs). Retrieved on August 14, 2022, from: <https://www.MITERD.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategias-marinas/>

Möckel, S. (2017). The European ecological network "Natura 2000" and the appropriate assessment for projects and plans under Article 6(3) of the Habitats Directive. *Nature Conservation*, 23: 1-29.

Neslo, R., Micheli, F., Kappel, C.V., Selkoe, K.A., Halpern, B.S. & Cooke, R.M. (2008). Modeling Stakeholder Preferences with Probabilistic Inversion: Application to Prioritizing Marine ecosystem. In Real-time and deliberative decision making. Vulnerabilities. Edited by Linkov, I., Ferguson E. & Magar, V.S. (Springer): 265-285. Amsterdam, The Netherlands.

Office of Protected Resources. (February 22, 2021). Fishing Gear: Gillnets. NOAA FISHERIES. Retrieved on September 02, 2022, from: <https://www.fisheries.noaa.gov/national/bycatch/fishing-gear-gillnets>.



Oosterbaan, L., Judd, A., Nixon, E., Lauwaert, B., Enserink, L., Karman, C., Svoboda, A., Vink, R., Degre, E., Langaas, A., Thomsen, F., Moffat, C., Ware, K., Connor, D., Vivian, C., Birchenough, A., Stelzenmuller, V., Kroeger, S., Wasserthal, R., Merck, T., Wenzel, C., Buceta, J., Marin-Cabezas, P., Snoeren, B., Mouat, J. & Thompson, S. (2009). Trend analysis of maritime human activities and their collective impact on the OSPAR maritime area. OSPAR Commission-Biodiversity Series, 443: 50 pp.

Piet, G.J., Tamis, J.E., Volwater, J., de Vries, P., van der Wal, J.T. & Jongbloed, R.H. (2021). A roadmap towards quantitative impact assessments: Every step of the way. *Science of Total Environment*, 784: 146847.

Pipitone, C., Badalamenti, F., D'Anna, G. & Patti, B. (2000). Fish biomass increase after a four-year trawl ban in the Gulf of Castellammare (NW Sicily, Mediterranean Sea). *Fisheries Research*, 48: 23-30.

Punzón, A., Arronte, J.C., Sánchez, F. & García-Alegre, A. (2016). Spatial characterization of the fisheries in the Avilés Canyon System (Cantabrian Sea, Spain). *Ciencias Marinas*, 42(4): 237-260.

Raicevich, S., Korpinen, S., Schoeder, A., Muller, H., Lancker, V.V., Vaz, S., Punzón, A., Sandman, A., Wijnhoven, S., Häubner, N., Connor, D., Jochen, K., Papadopolou, N., Canals, M. and others (Thecnical Group on seabed habitats and sea floor integrity-TGSeabed). (2022). Guidance to the assessment of the sea-floor integrity under the EU Marine Strategy Framework Directive v2-1. Communication and Information Resource Center for Administrations, Businesses and Citizens (CIRCABC), 132 pp.

Ravasio, P. (February 8, 2022). The True Cost: Tax Money x Sustainable Development: The Fishing Industry. SHIRAHIME. Retrieved on September 02, 2022, from: <https://shirahime.ch/2022/02/the-true-cost-tax-money-x-sustainable-development-the-fishing-industry/>

Rees, T. (2003). "C-Squares", a New Spatial Indexing System and its Applicability to the Description of Oceanographic Datasets. *Oceanography* 16 (1): 11-19.

Ríos, P., Altuna, A., Frutos, I., Manjón-Cabeza, E., García-Guillén, L., Macías-Ramírez, A., Ibarrola, T.P., Gofas, S., Taboada, S., Souto, J., Álvarez, F., Saiz-Salinas, J.I., Cárdenas, P., Rodríguez-Cabello, C., Lourido, A., Boza, C., Rodríguez-Basalo, A., Prado, E., Abad-Uribarren, A., Parra, S., Sánchez, F. & Cristobo, J. (2022). Avilés Canyon System: Increasing the benthic biodiversity knowledge. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 274: 107924.

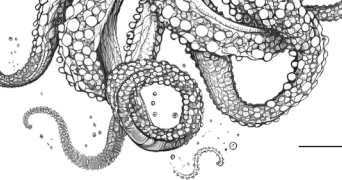
Rodríguez-Basalo, A., Prado, E., Sánchez, F., Ríos, P., Gómez-Ballesteros, M. & Cristobo, J. (2021). High Resolution Spatial Distribution for the Hexactinellid Sponges *Asconema setubalense* and *Pheronema carpenteri* in the Central Cantabrian Sea. *Frontiers in Marine Science*, 8(612761): 15pp.

Sánchez, F., Gómez-Ballesteros, M., González-Pola, C. & Punzón, A. (2014). Sistema de cañones submarinos de Avilés. Proyecto LIFE +INDEMARES. Editorial Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 112 pp.

Selkoe, K.A., Halpern, B.S., Ebert, C.M., Franklin, E.C., Selig, E.R., Casey, K.S., Bruno, J. & Toonen, R.J. (2009). A map of human impacts to a "pristine" coral reef ecosystem, the Papahānaumokuākea Marine National Monument. *Coral Reefs* 28(3): 635-650.

Serrano, A., De la Torriente, A., Punzón, A., Blanco, M., Bellas, J., Durán-Muñoz, P., Murillo, F.J., Sacau, M., García-Alegre, A., Antolínez, A., Elliott, S., Guerin, L., Vina-Herbón, C., Marra, S. & González-Irusta, J.M. (2022). Sentinels of Seabed (SoS) indicator: Assessing benthic habitats condition using typical and sensitive species. *Ecological Indicators*, 140: 108979.

Serrano, A., Rodríguez-Cabello, C., Sánchez, F., Velasco, F., Olaso, I. & Punzón, A. (2011). Effects of anti-trawling artificial reefs on ecological indicators of inner shelf fish and invertebrate communities in the Cantabrian Sea (southern Bay of Biscay). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91(3): 623-633.



Stelzenmüller, V. Rogers, S.I. & Mills, C.M. (2008). Spatio-temporal patterns of fishing pressure on UK marine landscapes, and their implications for spatial planning and management. *ICES Journal of Marine Science*, 65(6): 1081-1091.

Stelzenmüller, V., Lee, J., South, a & Rogers, S.I. (2010). Quantifying cumulative impacts of human pressures on the marine environment: a geospatial modelling framework. *Marine Ecology Progress Series*, 398: 19-32.

Teck, S.J., Halpern, B.S., Kappel, C.V., Micheli, F., Selkoe, K.A., Crain, C.M., Martone, R., Shearer, C., Arvai, J., Fischhoff, B., Murray, G., Neslo, R. & Cooke, R. (2010). Using expert judgment to estimate marine ecosystem vulnerability in the California Current. *Ecological Applications*, 20(5): 1402-1416.

Templado, J., Capa, M., Gualart, J. & Luque, A. (2009). 1170 Arrecifes. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 142 pp.

Vasquez, M., Allen, H., Manca, E., Castle, L., Lillis, H., Agnesi, S., Al Hamdani, Z., Annunziatellis, A., Askew, N., Bekkby, T., Bentes, L., Doncheva, V., Drakopoulou, V., Duncan, G., Gonçalves, J., Inghilesi, R., Laamanen, L., Loukaidi, V., Martin, S., McGrath, F., Mo, G., Monteiro, P., Muresan, M. Nikolova, C., O'Keeffe, E., Pesch, R., Populus, J., Punder, J., Ridgeway, A., Sakellariou, D., Teaca, A., Tempera, F., Todorova, V., Tunesi, L. & Virtanen, E. (2021). EUSeaMap 2021, A European broad-scale seabed habitat map. Thechnical Report. EMODnet Thematic Lot n° 2 – Seabed Habitats: 25 pp.

Victorero, L., Robert, K., Robinson, L.F., Taylor, M.L. & Huvenne, V.A.I. (2018). Species replacement dominates megabenthos beta diversity in a remote seamount setting. *Scientific Reports* 8: 4152.

Willstead, E., Gill, A.B., Birchenough, S.N.R. & Jude, S. (2017). Assessing the cumulative environmental effects of marine renewable energy developments: establishing common ground. *Science of the Total Environment*, 577: 19-32.

# ESTRATEGIAS MARINAS

Protegiendo el mar para todos