



## Ecosistemas marinos vulnerables: sin hábitat no hay recursos

La importancia de los hábitats para los ciclos vitales de muchas especies comerciales / p.9 Evaluación de la situación actual de los ecosistemas marinos en España ¿Es sostenible la explotación de nuestros océanos con el sistema actual? / p.13 La necesidad de una gestión adecuada para una explotación sostenible de los recursos. Líneas de investigación que apoyarían la gestión sostenible de recursos / p.25

**Covadonga Orejas**

# Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Resumen</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1. Introducción. Contexto</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2. La importancia de los hábitats para los ciclos vitales de muchas especies comerciales</b>   | <b>9</b>  |
| <b>3. Evaluación de la situación actual de los ecosistemas marinos en España ¿Es sostenible la explotación de nuestros océanos con el sistema actual?</b>   | <b>13</b> |
| 3.1. La aproximación ecosistémica en la evaluación y gestión de los recursos marinos. Los efectos de la actividad pesquera en el hábitat  | 14        |
| 3.2. Los servicios de regulación proporcionados por los hábitats bentónicos como elementos fundamentales para el buen funcionamiento y la resiliencia del ecosistema y la sostenibilidad pesquera | 20        |
| 3.3 Desde el punto de vista del "hábitat", ¿es sostenible el sistema de explotación pesquera español?   | 22        |
| <b>4. La necesidad de una gestión adecuada para una explotación sostenible de los recursos. Líneas de investigación que apoyarían la gestión sostenible de recursos</b>                           | <b>25</b> |
| <b>Agradecimientos</b>  | <b>29</b> |
| <b>Bibliografía</b>   | <b>30</b> |
| <b>Anexo I</b>  | <b>36</b> |
| Hábitats y ecosistemas marinos vulnerables en España: de la costa al mar abierto. Los bosques vegetales y animales sumergidos que no vemos  | 36        |
| Los hábitats marinos españoles: del Mediterráneo al Atlántico, de la costa al mar abierto   | 36        |
| <b>Anexo II</b>   | <b>40</b> |
| Protección y gestión. Directivas Europeas, Red Natura 2000, Áreas Marinas Protegidas  | 40        |
| Directivas Europeas   | 40        |
| Red Natura 2000 Marina y Áreas Marinas Protegidas   | 42        |
| <b>Anexo III</b>  | <b>44</b> |
| La reserva marina de interés pesquero de Os Miñarzos (Costa da Morte, Galicia)  | 44        |

Las poblaciones del coral bambú *Isidella elongata*: un bosque animal sumergido que alberga recursos pesqueros. Sin protección del bosque los recursos peligran

46

# Resumen

Este documento pretende presentar de forma sucinta la importancia de los hábitats marinos en una explotación sostenible de los recursos alimenticios procedentes del medio marino. El título de este informe hace referencia a este hecho pues la realidad, cada vez más evidente, es que la destrucción de los hábitats en que viven las especies de peces, cefalópodos, bivalvos, crustáceos... que extraemos para su consumo, están ligadas a los hábitats y por tanto el buen estado de éstos es fundamental para su desarrollo y supervivencia. España cuenta con una enorme extensión de hábitats marinos, tanto someros como profundos, distribuidos además entre las aguas Atlánticas y las Mediterráneas. Sin embargo, la falta de control sobre esa fuente de recursos, erróneamente considerada como inagotable, que es el océano ha llevado a que los mismos se encuentren a día de hoy esquilados y sus hábitats maltrechos. El asesoramiento pesquero empezó a tener lugar cuando comenzó a observarse que las capturas de especies comerciales disminuían de forma alarmante. Durante años la actividad pesquera se ha realizado, y en buena parte sigue realizándose, teniendo en cuenta las poblaciones de las especies diana, o en el mejor de los casos el conjunto de poblaciones de interés comercial de una zona determinada, sin embargo, los hábitats han sido ignorados recurrentemente. Este hecho es prácticamente impensable en los ecosistemas terrestres en que pocas veces se descontextualizaría la presencia de un ciervo, un jabalí o un faisán de un bosque, una dehesa, una pradera; sin embargo, se dan casos también en sistemas terrestres, algunos alarmantes, como el de los polinizadores u otras especies que han visto mermadas sus poblaciones por la simplificación de sus hábitats naturales. El medio marino, oculto a nuestros ojos ha sido y aún lo es, largamente ignorado en la gestión de los ecosistemas. En este informe pretendemos mostrar la importancia de los hábitats para el sustento de las especies comerciales, y la necesidad de mejorar el conocimiento sobre éstos y su relación con las especies móviles que los habitan para así contar con bases científicas sólidas para generar herramientas adecuadas de gestión. En documentos anexos presentamos un breve resumen de la riqueza de hábitats marinos españoles, así como las herramientas de protección existentes en la actualidad y dos casos de estudio que pueden ejemplificar que una explotación sostenible es posible y la necesidad urgente de protección de nuestros ecosistemas marinos más vulnerables.

## Palabras clave

Hábitats, ecosistemas, ecosistemas marinos vulnerables, recursos pesqueros, impacto de la pesca, antropoceno, evaluación ecosistemas del milenio.

# 1. Introducción. Contexto

Aunque se trate de una cifra repetida frecuentemente, es importante recordar la relevancia del océano en nuestras vidas pues el 71 % de la superficie del planeta está ocupada por ellos y contienen el 97 % del volumen del agua de la tierra. En el caso de España es relevante el hecho de que el 44 % de la población viven en zonas del litoral a pesar de que éste solo ocupa un 7 % de la superficie total del territorio español (Royo et al. 2012).

La sostenibilidad de la explotación de los recursos marinos tradicionalmente se ha abordado desde la perspectiva de la cuantificación de la extracción de éstos, teniendo en cuenta aspectos fundamentales de la biología de las especies diana, tales como sus ciclos reproductivos y fecundidad, así como sus tasas de crecimiento. Sin embargo, es todavía relativamente reciente la aplicación del así llamado "enfoque ecosistémico" (*ecosystem approach*) (COP, CBD 1995), que en el ambiente marino recibe el nombre de *Ecosystem approach to fisheries* (EAF). Dicho enfoque considera no solo las especies objetivo de la explotación pesquera sino el conjunto del ecosistema en que viven. De hecho, solo será posible contar con pesquerías productivas y sostenibles si contamos con ecosistemas marinos gestionados sosteniblemente, para lo cual es imprescindible contar con un conocimiento adecuado de los procesos ecológicos fundamentales que tienen lugar en dichos ecosistemas.

Una diferencia fundamental en la explotación de los ecosistemas terrestres y marinos radica en que, en la obtención de productos alimentarios en sistemas terrestres, prácticamente todos los recursos provienen de la producción de sistemas de cultivo, mientras que en el medio marino la mayor parte de los recursos proviene de actividades de extracción. Es decir, exceptuando los productos que provienen de la acuicultura<sup>1</sup>, que en el año 2015 suponían a nivel mundial ya un 51% del consumo de productos de origen acuícola (Informe Sofia, FAO 2018), el resto son animales y plantas salvajes extraídos directamente del medio. Esta diferencia fundamental en la explotación de los ambientes, terrestre y marino marca radicalmente su gestión.

Contrastando con la visión tradicional de explotación, centrada en el estudio aislado de las especies de interés comercial, la aproximación ecosistémica se ha comenzado a considerar en el sistema actual de gestión en torno a los llamados servicios ecosistémicos. Éstos se definen como los beneficios que los humanos obtenemos de los ecosistemas naturales gracias a un funcionamiento adecuado de los mismos. No entraremos a valorar aquí los problemas que el actual sistema

---

<sup>1</sup> Es importante mencionar aquí que para mantener la acuicultura siguen capturándose especímenes salvajes bien para la producción de los piensos, bien para abastecer de juveniles de ciertas especies de acuicultura.

de gestión mundial de los recursos entraña para un mundo sostenible, pues trataría un tema de unas dimensiones no abordables en este informe (ver Azma et al. 2012).

En relación con la explotación sostenible de los recursos marinos, en el año 2007 un grupo de investigadores (Francis et al. 2007) redactó un listado con 10 puntos principales como base fundamental para tener en cuenta, considerando la visión global y ecosistémica:

1. Considerar una perspectiva holística, teniendo en cuenta el "principio de precaución"
2. Cuestionar asunciones realizadas previamente, por básicas que estas puedan ser, una de las más extendidas es haber considerado el mar durante décadas como una fuente inagotable de recursos
3. Preservar los ejemplares de gran tamaño y más edad en las poblaciones de peces ya que las hembras mayores y más longevas se han identificado como las mejores reproductoras
4. Caracterizar y mantener la estructura espacial natural de los stocks pesqueros, de forma que la gestión de los límites espaciales de los mismos coincida con las fronteras naturales en el mar
5. Realizar seguimientos de los hábitats bentónicos y preservarlos, para asegurar que las especies de peces cuenten con el alimento y refugio necesarios
6. Mantener la resiliencia de los ecosistemas para permitirles resistir ante perturbaciones
7. Identificar y preservar las conexiones críticas de las redes tróficas, incluyendo predadores y especies ramoneadoras (*foraging species*)
8. Necesidad de adaptación a los cambios en los ecosistemas a lo largo del tiempo, tanto a corto plazo como considerando los ciclos de larga duración de décadas y centurias, incluyendo el cambio global
9. Tener en cuenta los cambios originados por la actividad pesquera que tiende a eliminar los ejemplares mayores y longevos
10. Incluir las actividades de los humanos y sus sistemas sociales y económicos en todas las "ecuaciones ecológicas"

En cuanto al concepto de la **sostenibilidad pesquera**, es pertinente recordar las palabras de Pitcher y Pauly (1998). Estos investigadores, referencia mundial en lo que se refiere al enfoque ecosistémico en el campo de la biología pesquera, proponen no una pesquería sostenible *per se*, sino la recuperación de los



goals", los datos ofrecidos de consumo de pescado *per capita* y año en España son de entre 30-50 kg, mientras que la media europea se encuentra en los 22.5 kg. Dichos datos muestran a España como uno de los mayores consumidores de pescado junto a Francia, aunque por debajo de Portugal en la UE.

Este informe se centrará sobre todo en presentar la importancia de los hábitats bentónicos, fundamentales para la correcta funcionalidad de los océanos, pero aún muy desconocidos, los servicios que los hábitats ofrecen tanto directos (recursos alimenticios) como indirectos (servicios reguladores) y las amenazas que ponen en peligro su supervivencia y por ende la sostenibilidad de la explotación de los ecosistemas marinos. Ante la preocupante situación de buena parte de los ecosistemas del planeta, en el año 2001 Naciones Unidas lanzó el programa "Evaluación de los ecosistemas del milenio", suponiendo dicho programa el mayor esfuerzo internacional llevado a cabo para evaluar el estado y tendencias de los ecosistemas del planeta y analizar las consecuencias de sus cambios sobre el bienestar humano. Los resultados se publicaron en varios informes técnicos y mostraron la importancia de la biodiversidad y los servicios ofrecidos por los ecosistemas para el bienestar humano. Los informes destacaron la urgencia de adoptar políticas y medidas adecuadas para detener la degradación de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas. Esta evaluación se realizó también a nivel del estado español, siendo liderada por el Fondo Europeo de la Pesca y la Fundación Biodiversidad. Uno de los documentos producto de dicha evaluación fue "La evaluación de los servicios de los ecosistemas aplicada a la gestión de la pesca" (Santos-Martín et al. 2015). La información de dicho documento junto con abundante literatura científica e informes de diferente índole y origen han sido las fuentes de información que hemos usado en este breve resumen intentando así aportar información global y lo más actual posible sobre España. Finalizamos este informe con una breve reflexión sobre, a la vista de lo que conocemos, que nos falta por saber para contribuir una explotación racional de los océanos y contribuir a desarrollar un sistema alimentario sostenible.

Junto a esta visión global, hemos considerado imprescindible incluir breve y visualmente algunos de los hábitats marinos más emblemáticos en que las especies de interés comercial habitan, que hemos decidido incluir como anexo (Anexo I). En el breve repaso por los hábitats sumergidos, hemos incluido tanto los dominados por especies vegetales (como son los bosques de macroalgas o las praderas de posidonia) como los "bosques animales sumergidos" (*sensu* Rossi et al. 2017) por ejemplo, el coralígeno, los arrecifes de poliquetos o los corales de profundidad. Incorporamos también un segundo anexo que incluye un breve resumen sobre la situación actual en España en relación con la protección y gestión de los mismos (Anexo II). Si bien la situación actual no es especialmente halagüeña para los ecosistemas marinos en general y los españoles en particular, hemos querido incluir en un tercer documento anexo (Anexo III), dos ejemplos de nuestro país, uno en Galicia y otro en las Islas Baleares que muestran por un lado que el cambio es posible y por otro la necesidad de establecer medidas de gestión que permitan la convivencia entre la conservación y el uso sostenible de recursos.

## 2. La importancia de los hábitats para los ciclos vitales de muchas especies comerciales

Uno de los aspectos destacados en el informe de la evaluación de los ecosistemas del milenio de las zonas marinas, y que había sido previamente apuntado por Duarte et al. (2006), fue la valoración global de la desaparición de ecosistemas del litoral sumergido, que se ha estimado que ocurre a un ritmo entre 4 y 20 veces superior al de los bosques tropicales. Sin embargo, existe todavía **muy poca información de la mayor parte de los ecosistemas litorales y aún menos de los de mar abierto y profundo**. En la mayor parte de casos **no se cuenta con estudios de base** que permitan comparar situaciones de hace años con las situaciones actuales tras décadas de experimentar perturbaciones cada vez mayores y más variadas. Esta situación se complica aún más, como Pauly ya apuntó en su trabajo de 1995, por la aplicación de las “líneas de base móviles” (“shifting baseline”); éstas reflejan el hecho de los científicos (pero también los pescadores) contemplan la situación actual de los stocks y del ecosistema en general como la “base” del estado de las poblaciones, sin embargo la situación actual de una zona concreta es generalmente muy diferente a la que había sido observada y expuesta tanto por científicos como pescadores, por ejemplo 30 años antes. Ello hace que las líneas de base consideradas no sean absolutas, sino relativas según la visión personal y generacional, por tanto, parcial de los individuos y por tanto en muchos casos incorrectas.

Presentamos aquí un ejemplo de uno de los ecosistemas más estudiados, y del que se cuenta con más información y series temporales de datos: las praderas de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* y la relación especies móviles-hábitat. El estudio demostró cuantitativamente como la calidad del hábitat influye en la densidad de las poblaciones de varias de las especies de peces. Las praderas de fanerógamas marinas son consideradas como uno de los ecosistemas más amenazados del planeta. De las praderas marinas, entre las que se incluyen las formadas por *Posidonia oceanica*, es posible afirmar, con datos empíricos en la mano, que de la tasa de regresión que experimentaban (entre el 2 y el 5% al año) hace algo menos de una década (Duarte et al. 2008) ha sido situada por los modelos actuales entre un 17.7% y un 98.9%, detectándose los mayores valores para España y Francia (Montefalcone et al. 2018). La regresión de las praderas de posidonia en España tiene como origen varias causas que incluyen efectos de las actividades antropogénicas directas y del cambio climático; Entre ellas están el exceso de nutrientes y de elementos orgánicos (Marbá et al. 2002, Holmer et al. 2003) y las perturbaciones físicas producidas por la construcción en el litoral (Duarte 2002, Dafforn et al. 2015) ¿Por qué esta preocupación ante la degradación de estas praderas? ¿Qué influencia tiene el bienestar de este hábitat en nuestra vida? La respuesta es que es mucha más de la que pensamos. Además de tratarse de productores primarios, como todos los organismos vegetales, las praderas de posidonia cumplen otras muchas funciones entre las que son destacables su papel como fuente de alimento en las cadenas tróficas costeras, productoras de oxígeno, secuestradoras del carbono atmosférico, exportadoras de carbono orgánico a los ecosistemas adyacentes, asimilar y reciclar nutrientes,

son estabilizadoras del sedimento previniendo su resuspensión, incrementan la transparencia del agua, amortiguan el efecto de las olas protegiendo la línea de costa, además de constituir un hábitat para multitud de organismos, desde las bacterias a animales vertebrados en muchos casos amenazados o de importancia comercial. Todas estas funciones evidencian la importancia de las praderas de fanerógamas destacando este papel fundamental que juegan como proveedoras de innumerables servicios ecosistémicos (Constaza et al. 1997, Boström et al. 2011).

Un ejemplo de nuestras aguas sobre el papel beneficioso de las praderas de *Posidonia oceanica* para el mantenimiento de las poblaciones de peces de interés comercial, unido al efecto positivo de las reservas marinas, lo evidencia el trabajo de Forcada et al. (2009). Estos autores registraron mayores abundancias de varias especies importantes para la pesquería artesanal local en las zonas más cercanas a las áreas marinas protegidas (AMPs) que estaban ocupadas por praderas de *Posidonia oceanica*. El estudio mostró el efecto "rebalse" o "spill over" de las AMPs ligado directamente con la presencia de las praderas (Figura 2), siendo un claro ejemplo del papel del hábitat (además de los anteriormente mencionados servicios de regulación, por ejemplo, el reciclaje de nutrientes o la estabilización del sedimento) para el mantenimiento de las poblaciones ícticas. Aunque se cuenta con estudios que documentan el papel de los hábitats para las poblaciones comerciales de peces, Santos-Martín et al. (2015) menciona que las estadísticas sobre las poblaciones de especies de interés pesquero no tienen en cuenta los cambios que tienen lugar en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos, a pesar de que está documentado que la pesca no sostenible es el impacto antropogénico más importante sobre los ecosistemas marinos (ver Kroodsma et al. 2018), junto con los efectos del cambio climático de origen también antropogénico (p.e. Watson et al. 2013).

Son numerosos los ejemplos de asociaciones entre especies móviles y hábitats marinos en diferentes regiones del planeta y a lo largo del gradiente de profundidad (Figura 3), como queda reflejado en varios capítulos del libro "Marine Animal Forests" (Rossi et al. 2017), así como en varios trabajos científicos publicados. Este es el caso del estudio de Purser et al. (2013) que muestra la relación entre la abundancia de peces y la mayor cobertura de un arrecife de coral profundo en aguas de Noruega, también el trabajo de Ragnarsson y Burgos (2018) en aguas islandesas investiga estas relaciones peces-hábitat, referenciando buena parte de los trabajos que exploran tanto la relación de los peces con los arrecifes de corales de profundidad como hábitat, pero también como zona de cría, de alimentación o de refugio. En el Mediterráneo, también se ha demostrado la presencia de mayor número de individuos de diversas especies tanto de peces como de cefalópodos asociados a la presencia de los campos del crinoideo *Leptometra phalangium* (Colloca et al. 2004) (Figura 4), y la importancia de una buena gestión ecosistémica para un uso sostenible de los recursos (Lloret et al. 2009). El reciente trabajo de D'Onghia (en prensa) también presenta, para el caso específico de los hábitats de corales profundos mediterráneos, las numerosas

asociaciones existentes entre especies de peces y las comunidades de corales de profundidad.

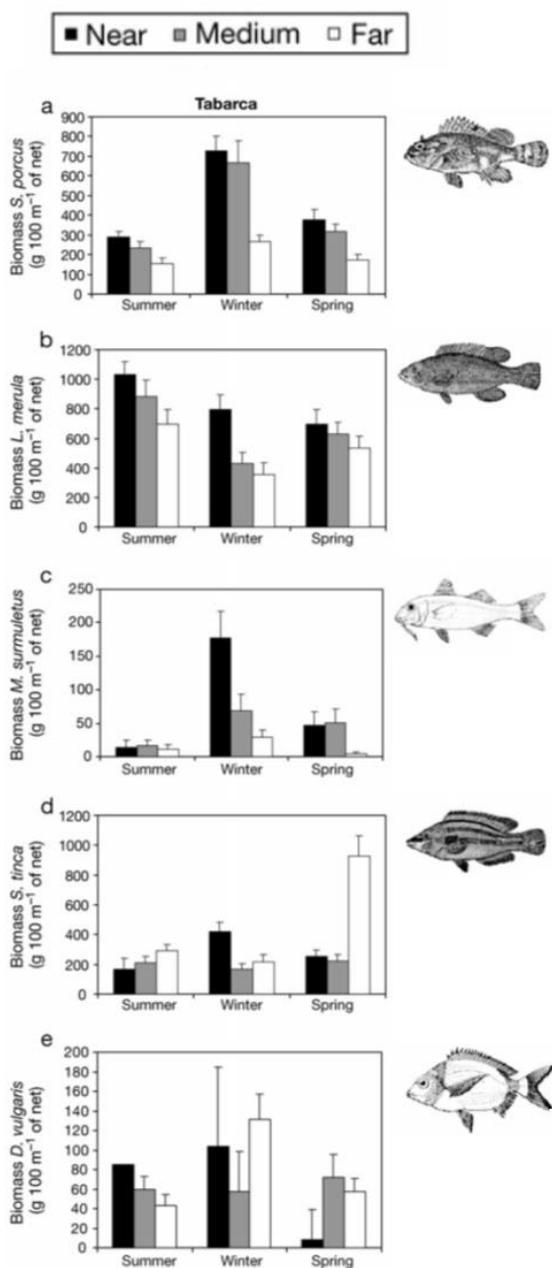
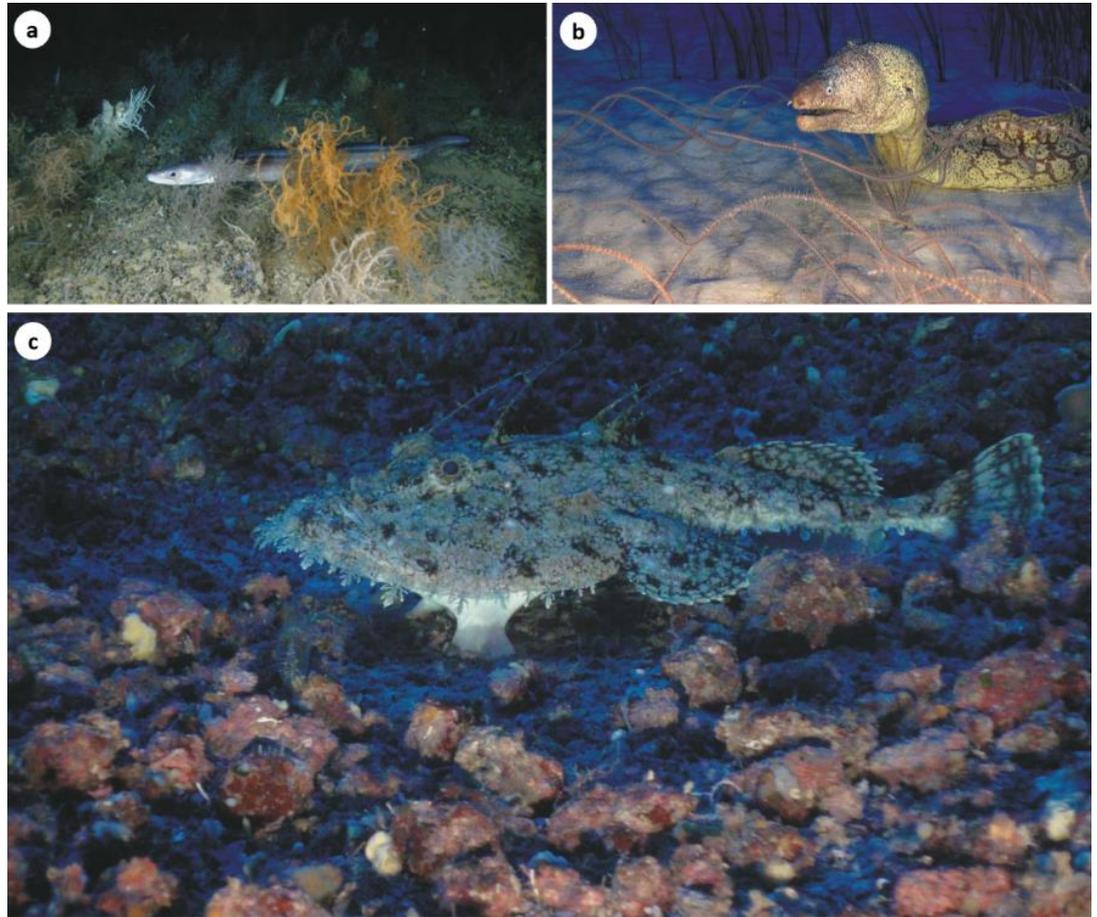


Figura 2. Capturas de (a) *Scorpaena porcus*, (b) *Labrus merula*, (c) *Mullus surmuletus*, (d) *Symphodus tinca* y (e) *Diplodus vulgaris* pescados en praderas de *P. oceanica* a diferentes distancias en la Reserva Marina de Tabarca (las barras muestran el error estándar). Fuente: figura modificada de Forcada et al. 2009



**Figura 3a. Congrio (*Conger conger*) en un bosque del coral negro *Leiopathes glaberrima* en Malta.** Fuente: LIFE BaHAR Malta 2015 Expedition. July 2015; OCEANA © LIFE BaHAR for N2K. **3b. Morena (*Muraena helena*) en un campo del coral negro *Stichopathes sp.* en la montaña submarina de Dacia (Canarias).** Fuente: Ranger Expedition to the Atlantic Seamounts. September 2014. © OCEANA. **3c. Juvenil de rape (*Lophius piscatorius*) en un campo de rodolitos en el Canal de Mallorca.** Fuente: Expedition Oceana Ranger 2010: Discovering seamounts. August 2010

Dicha asociación está relacionada con la densidad de zooplancton, que es presa potencial de las especies de peces planctívoras; además, muchas especies de peces usan los hábitats de corales profundos como zona de puesta y cría. La presencia de hembras grávidas se ha observado con frecuencia en hábitats de coral, así como masas de huevos depositadas en las ramas de coral o las "bolsas de sirena" de los tiburones. Especies de peces pertenecientes a las familias Scyliorhinidae, Sebastidae, Serranidae, Berycidae, Zoarcidae, Lotidae, Moridae, Congridae y Liparidae parecen tener una relación especialmente estrecha con los hábitats de coral, obteniendo de esta asociación múltiples beneficios, aunque mayoritariamente sean habitantes facultativos de estos hábitats.

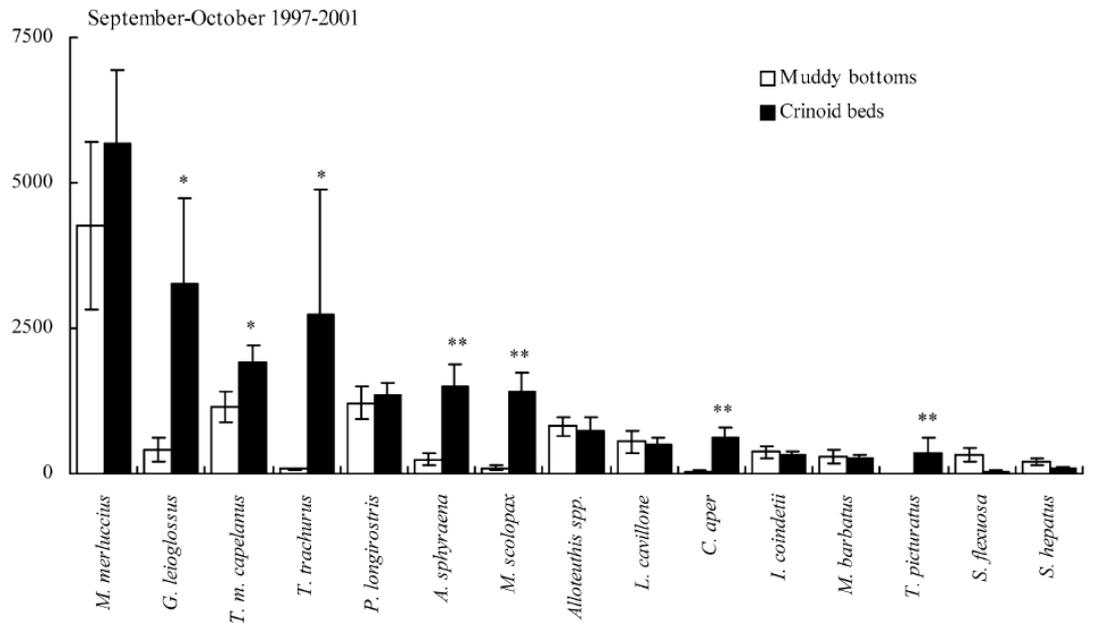


Figura 4. Abundancia media por km<sup>2</sup> para diferentes especies de peces marinos (algunos comerciales) en estaciones con presencia del crinoideo *Leptometra phalangium* y estaciones con fango sin *Leptometra*. Las profundidades de muestro fueron entre 100 y 200 metros en la plataforma de la costa oeste central italiana. Fuente: modificada de Colloca et al 2004

### 3. Evaluación de la situación actual de los ecosistemas marinos en España ¿Es sostenible la explotación de nuestros océanos con el sistema actual?

En este apartado mostraremos algunos ejemplos de lo que se conoce de la explotación de los océanos en España desde el punto de vista de los hábitats. La escasa información publicada al respecto pone de manifiesto las lagunas de conocimiento existentes. Se muestran algunos ejemplos de fuera de las aguas españolas, perfectamente extrapolables al caso español.

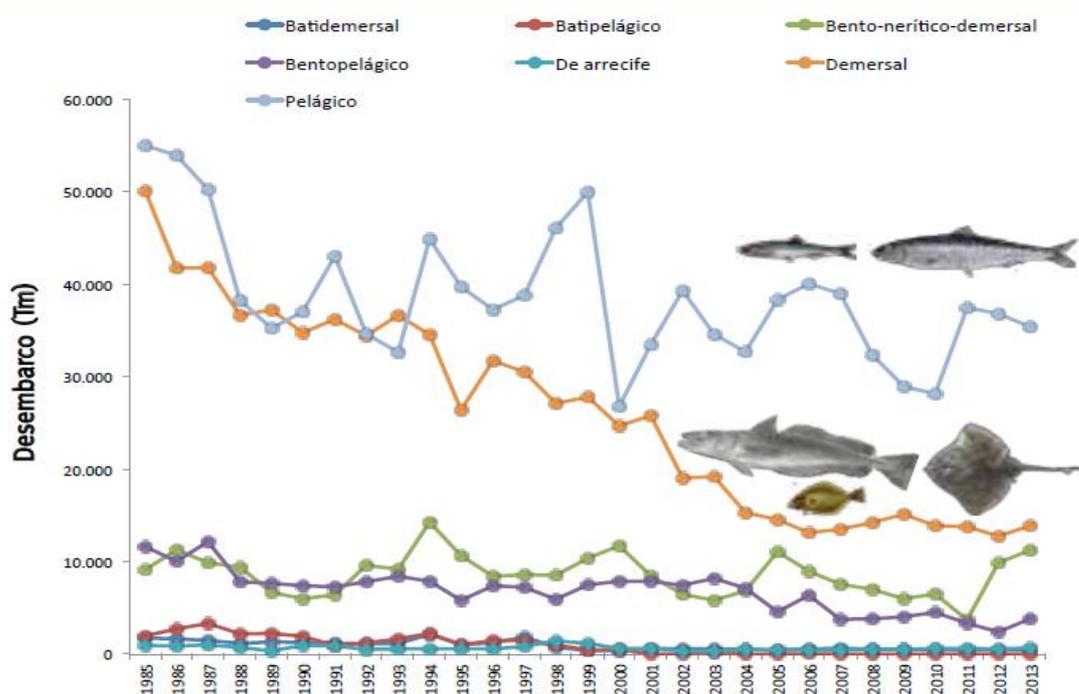
### 3.1. La aproximación ecosistémica en la evaluación y gestión de los recursos marinos. Los efectos de la actividad pesquera en el hábitat

La creciente necesidad de englobar los ecosistemas en la gestión pesquera ha llevado en el entorno marino a la llamada Gestión Basada en el Ecosistema Marino (*Ecosystem Based Management EMB*) (Buhl-Mortensen et al. 2017). El enfoque del EMB considera los impactos acumulativos de diferentes sectores, incorporando a los humanos en la gestión de los ecosistemas alineándose con la idea de la entrada en un nuevo período geológico que ha sido llamado “Antropoceno” (Crutzen 2002). En línea con el EMB, resulta fundamental cuando se habla de una gestión sostenible de los ecosistemas incluir en estos los “socio-ecosistemas<sup>2</sup>” pues esta tiene en cuenta la explotación de las especies de interés comercial a través de diferentes modelos de explotación pesquera (Santos-Martin et al. 2015). La evaluación de los ecosistemas marinos del milenio en España consideró los cambios en los usos del medio, el cambio climático, la contaminación, las especies invasoras y la sobre explotación pesquera; para realizar la evaluación del estado de la diversidad solo se incluyó la información relativa a las especies comerciales y la existente sobre vertebrados con interés de conservación (p. e. tortugas, aves y cetáceos). En el documento se mencionan que, aun tratándose de una mínima parte de la diversidad marina, los organismos estudiados, por estar en la parte más alta de la red trófica, pueden ser un buen proxy del estado de conservación de la totalidad del ecosistema. Si bien este argumento es parcialmente válido, la realidad es que quedan excluidos del estudio todos los organismos formadores de hábitats, quedando patente que la poca información existente no facilita su inclusión en este tipo de análisis. Los formadores de hábitats siguen siendo los grandes ignorados y desconocidos en los estudios que evalúan el estado de la sostenibilidad de la explotación de los ecosistemas marinos. Esta aseveración es válida también para, por ejemplo, la certificación ecológica de productos marinos. Un caso a mencionar es el del sello MSC (Marine Stewardship Council, [www.msc.org/es](http://www.msc.org/es)). Si bien esta certificación generalmente tiene en cuenta el impacto de las pesquerías en el hábitat, lo cierto es que a menudo se le da mayor peso en las evaluaciones a las tendencias experimentadas por las poblaciones diana a lo largo del tiempo así como a las especies *bycatch*; ello conlleva que en muchos casos (sobre todo los que cuenta con poca cantidad de datos), no se trate con el detalle suficiente el impacto sobre los hábitats, lo que lleva a que en algunos casos se haya otorgado la etiqueta de pesquerías sostenibles a algunas que no necesariamente lo son (Heupel y Auster 2013). Santos-Martin et al. (2015) mencionan su existencia, y el grado de amenaza en que muchos de ellos se encuentran, pero no se incluyen en el análisis. Es destacable que los datos presentados sobre la situación de las especies de peces demersales

---

<sup>2</sup> Un socio-ecosistema se define como la interacción que existe entre un sistema social y uno ecológico conformado por una unidad biofísica, a diferentes escalas espacio-temporales, con diferentes actores sociales y sus instituciones (Glaser et al. 2012).

(las que viven ligadas al fondo), muestran que son las que sufrieron mayores declives a lo largo de la serie temporal analizada (Figura 5) y resultaron ser las especies determinantes en el agotamiento de las pesquerías en Andalucía (Santos-Martin et al. 2015). Una gran parte de las especies demersales se capturan mediante arrastre de fondo que es un arte de pesca muy inespecífico, con gran porcentaje de descartes<sup>3</sup> y con gran impacto en el fondo marino. Merece la pena incluir algunas líneas sobre los descartes pues por ejemplo en el Mediterráneo el % de descartes en la pesca de arrastre de fondo ("bottom trawl") puede variar de un 13 hasta un 70% del total de las capturas (Tsagarakis et al. 2014).



**Figura 5. Evolución de desembarcos pesqueros en Andalucía. Se muestran los datos correspondientes a cada uno de los hábitats explotados.** Fuente: Santos-Martin et al. 2015

Respecto al impacto, éste puede llegar a ser irreversible, como sucede en los arrecifes de corales profundos en que el paso del arrastre puede suponer la destrucción del hábitat, como sucedería si un "bulldozer" atravesará un bosque de encinas milenarias.

<sup>3</sup> El descarte es la práctica de devolver al mar las capturas, vivas o muertas, no deseadas (Tsagarakis et al. 2014).

No contamos con imágenes mostrando los fondos impactados por el arrastre del litoral español, pero resultará fácil hacerse a la idea del aspecto de un lecho marino una vez que un arte de contacto de fondo para la extracción de bivalvos ha pasado sobre él a través de las imágenes de unos fondos de Escocia (Figura 6). También mostramos en la figura 7 unas imágenes que permiten hacerse una idea real de lo que el impacto del arrastre supone para las comunidades bentónicas y en general para los fondos marinos, dadas las dimensiones de algunos artes de arrastre comparados con elementos cotidianos o ampliamente conocidos por todos.

Si bien no hemos logrado encontrar trabajos centrados en aguas españolas que muestren de forma cuantitativa el efecto del arrastre sobre comunidades de corales o esponjas (pero ver sección 3.3), hay ejemplos de otras zonas, como los mostrados por Clark et al. (2016), en que se cuantifica el impacto del arrastre en este tipo de ecosistemas. El efecto muestra daños en dichos ecosistemas entre el 32 y el 90% de su cobertura (Tabla 1).



Figura 6. Imágenes que muestran el antes y el después de un ecosistema costero en Escocia, impactado por un arte de arrastre de fondo que se emplea para la extracción de bivalvos. Fuente: <http://renaissanceendeavour.blogspot.com/2015/05/the-scottish-governmentare-still-intent.html>

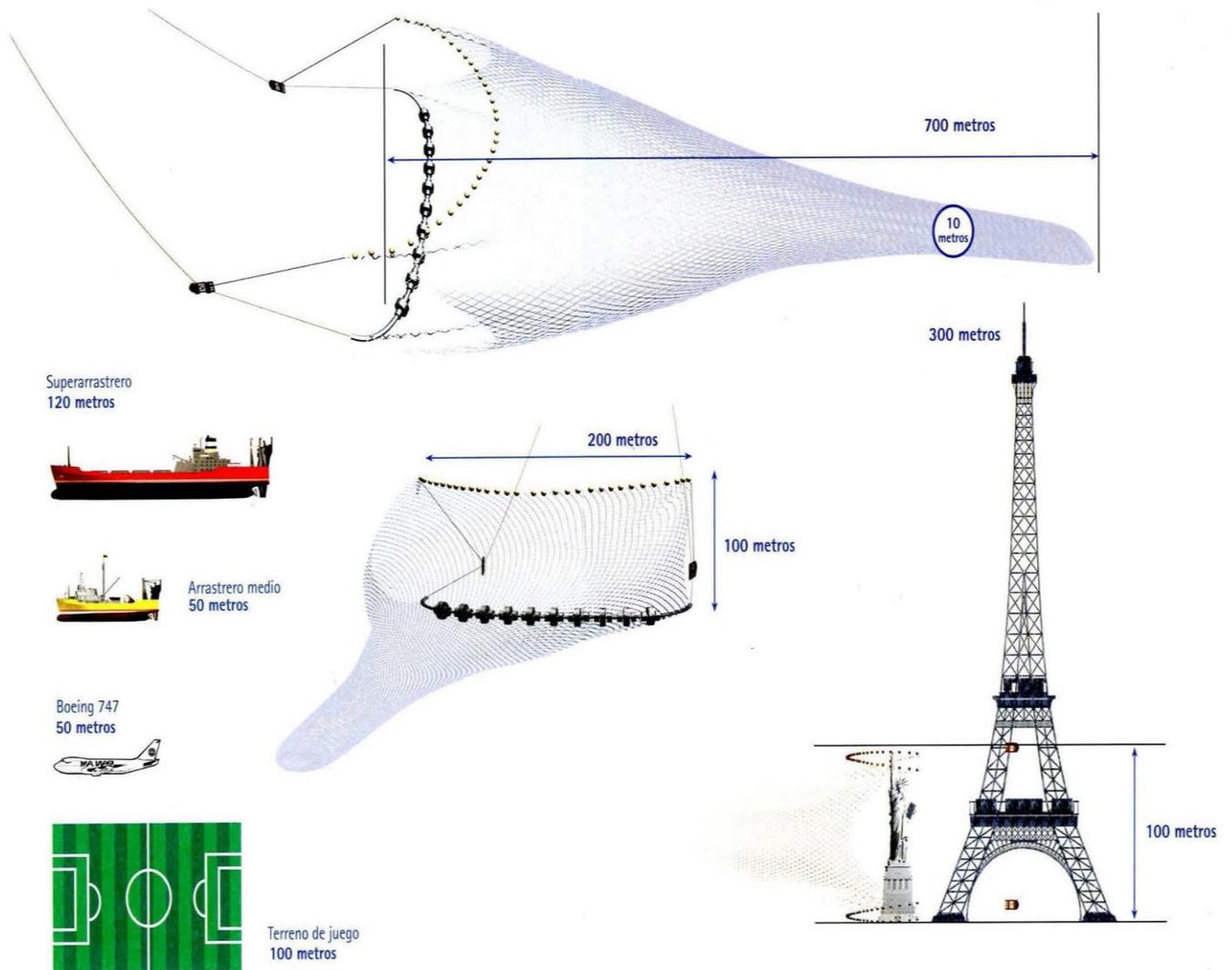


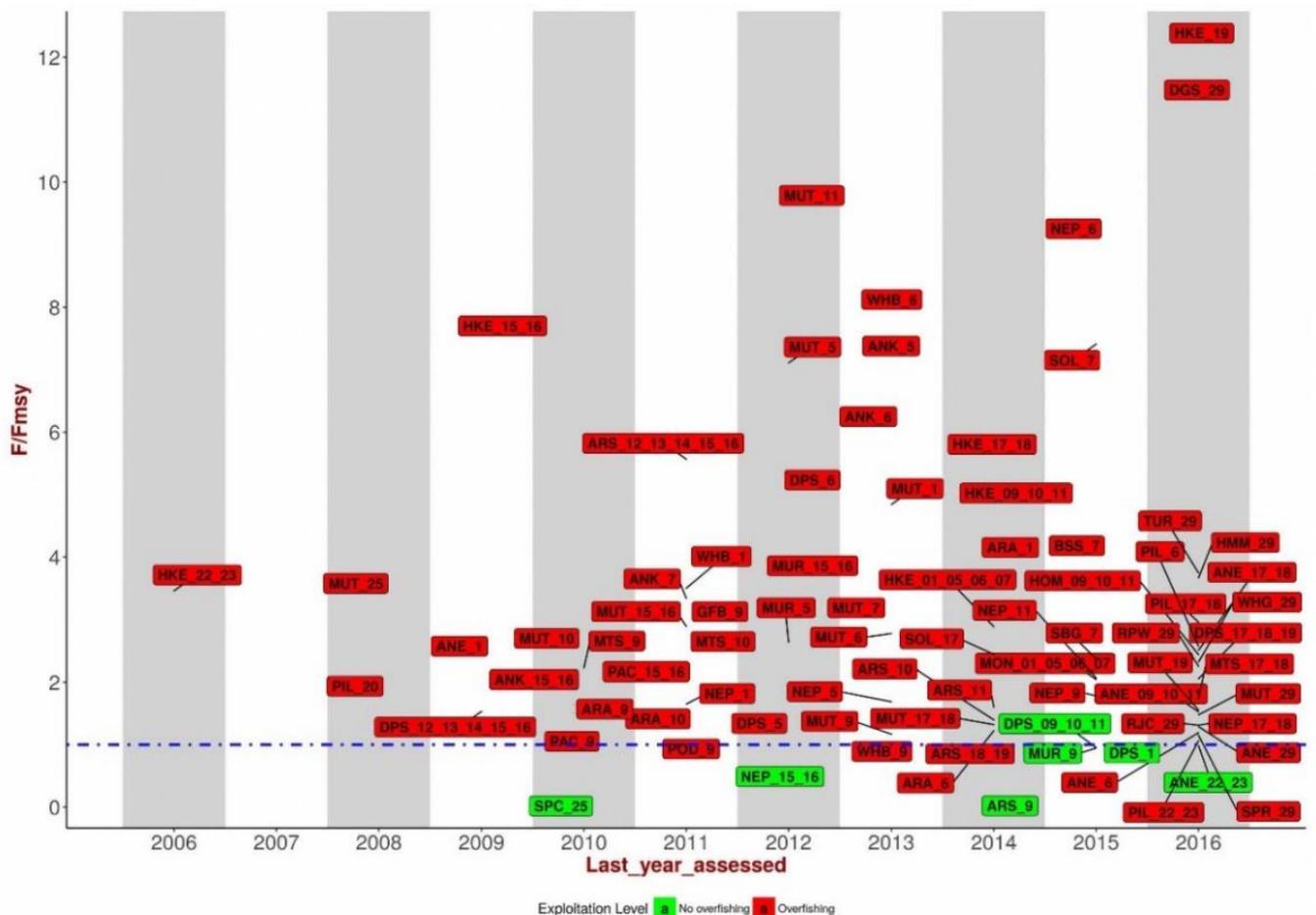
Figura 7. Imagen comparativa de las dimensiones de las redes de arrastre y diversos elementos de sobra conocidos como son los aviones Boeing 747, un campo de fútbol, la estatua de la libertad o la Torre Eiffel. Fuente: OCEANA 2014

**Tabla 1.**

**Selección de varios estudios en que se realizaron pescas de arrastre experimental con una configuración parcialmente diferente para cuantificar el efecto del arrastre en las comunidades de esponjas y gorgonias de diversas localidades.** Fuente: Clark et al. 2016

| Lugar            | Profundidad (m) | Arte de pesca   | Esfuerzo                              | Taxón              | Daños (%) | Referencia              |
|------------------|-----------------|---|---------------------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|
| Georgia, SE EEUU | 20              | Arrastrero para peces (16 m, cabo de fondo, discos de goma 15-30 cm)              | 1 vez un "trawl track"                | Esponjas barril    | 32        | Van Dolah et al. (1987) |
| Alaska           | 200-300         | Arrastrero para peces (discos, bolas que saltan sobre las rocas, discos 40-60 cm) | 8 veces un "trawl track"              | Esponjas Gorgonias | 67<br>55  | Freese et al. (1999)    |
| NO Australia     | 50-200          | Arrastrero para peces (discos de goma 15 cm)                                      | 7 veces un "trawl track"              | Esponjas           | 90        | Sainsbury et al. (1997) |
| NE Australia     | 20-35           | Arrastrero para gambas (22 m cabo de fondo y cadena de fondo)                     | 13 veces un "trawl track" (de 2.7 km) | Esponjas Gorgonias | 78<br>86  | Burridge et al. (2003)  |

En Santos-Martin et al. (2015) se muestra que los ecosistemas marinos españoles no abastecen la demanda de consumo de recursos pesqueros de los españoles, por ello se pesca fuera de las aguas jurisdiccionales españolas (representando el 65 % de las capturas desembarcadas en España en el 2012). El estudio reveló que más de la mitad de los caladeros españoles de pesca están explotados por encima de los límites biológicos de sostenibilidad (un 60% de los stocks de la ZEE española han estado o están colapsados, un 15% están sobre explotados/explotados y solamente un 10% no está completamente explotado). La situación en el Mediterráneo es una de las más dramáticas, pues considerando la evaluación de 71 stocks, un mínimo porcentaje no está sobreexplotado (Figura 8). En los últimos 50 años ha aumentado un 80 % el uso de los servicios ecosistémicos marinos lo que ha llevado a que el 40% de los servicios evaluados hayan sido degradados y estén siendo explotados de una manera no sostenible (Royo et al. 2012). Como ya se ha mencionado previamente en este informe, los ecosistemas proporcionan en términos económicos bienes y servicios, y los productos de la pesca se incluirían en la categoría de bienes, sin embargo, el trabajo realizado por Constanza et al. (1997), estima el valor económico de los servicios ecosistémicos marinos en un 63% del valor global de los servicios de los ecosistemas, con un valor de 33 trillones de dólares.



**Figura 8. Situación de 71 stocks evaluados en el Mediterráneo y Mar Negro. Tan solo siete se consideraron en situación de no sobre explotación a lo largo de diferentes años.** Fuente: Osio et al. 2018

La mitad de ellos provienen de ecosistemas costeros, que proveen servicios estimados en 400,000 dólares por kilómetro cuadrado; de todo ello, menos de un 5% proviene de la pesca. Los demás servicios para los humanos son los asociados al reciclaje de los nutrientes, regulación de perturbaciones, ocio, usos culturales, materias primas, hábitats como refugio y control biológico, por lo que es esperable que la restauración de ecosistemas proporcione una mayor cantidad de servicios que los que proporcionan los ecosistemas que están degradados (Pitcher 2001).

Para finalizar con este apartado, cabe mencionar algunos campos de investigación emergentes, como el de la restauración de hábitats. La restauración ecológica está mucho más avanzada en los ecosistemas terrestres que en los marinos (Dobson et al. 2017), donde se ha demostrado que pueden ser una herramienta poderosa para recuperar ecosistemas degradados. En los estudios en ecosistemas terrestres, las zonas protegidas y reservas se consideran como la línea de base para poder valorar los impactos provocados por la actividad antropogénica (Arcese y Sinclair 1997). Los procesos de restauración de sistemas naturales se contemplan como un instrumento necesario frente a las pérdidas producidas por causas naturales (Sinclair et al. 1995); de hecho, en ecosistemas

terrestres la preservación de los hábitats se considera esencial; Pitcher (2001) enfatiza que **los hábitats deben ser considerados como recursos renovables** para evitar su degradación hasta un punto en que ésta pueda ser irreversible.

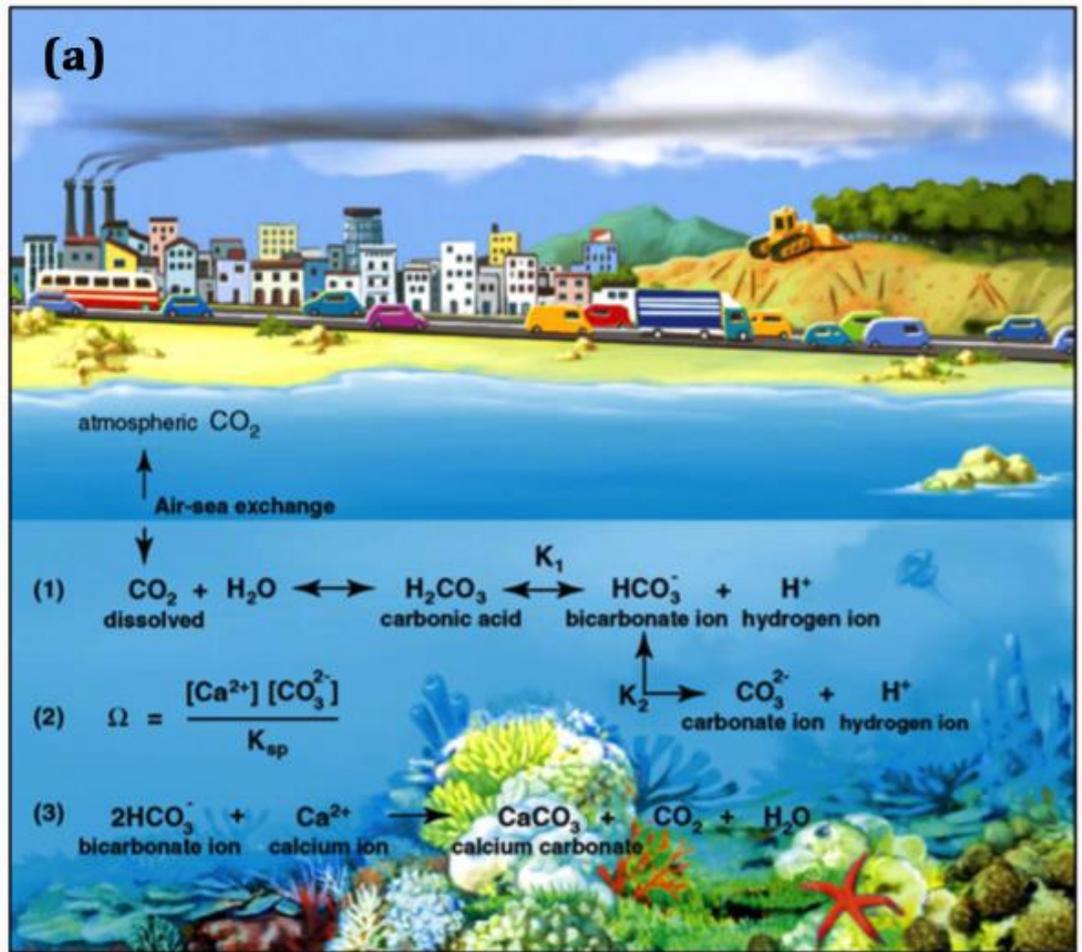
### **3.2. Los servicios de regulación proporcionados por los hábitats bentónicos como elementos fundamentales para el buen funcionamiento y la resiliencia del ecosistema y la sostenibilidad pesquera**

En las páginas previas se ha tratado la no sostenibilidad en el uso directo de los recursos, su efecto sobre el hábitat y las consecuencias de su destrucción para el mantenimiento de los recursos. En este apartado trataremos el papel de regulación que juegan los ecosistemas marinos.

La importancia de los servicios de regulación del medio marino para el mantenimiento de las pesquerías es evidente, pero no existen buenos indicadores directos para poder analizar el estado de estos servicios (Santos-Martin et al. 2015). La falta de series temporales impide hacer una valoración de éstos y su desarrollo a lo largo del tiempo. De hecho, los indicadores usados en el informe de los Ecosistemas del Milenio, se agrupan en tres clases: regulación hídrica, autodepuración, y mantenimiento del ecosistema, y dentro de esta última solo se incluyen indicadores de las especies pesqueras, es decir no existe ningún indicador, por ejemplo, del estado del hábitat. De nuevo se evidencia el bajo nivel de datos con el que contamos y la imposibilidad de realizar una evaluación cuantitativa del papel de los hábitats en la sostenibilidad del sistema alimentario español en relación con el mar. Cabe mencionar, sin embargo que en el marco de la Directiva Europea de la Estrategia Marina (EEMM Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de junio de 2008) que es actualmente una de las herramientas principales para valorar el estado del medio marino de todos los países de la Unión Europea, si se tienen en cuenta estos aspectos y dentro de los descriptores considerados para la evaluación del buen estado ambiental de los ecosistemas marinos, hay varios que abordan el estado de los hábitats (ver información detallada sobre EEMM en Anexo II). La evaluación inicial de EEMM fue publicada en 2012 presentando los primeros resultados sobre el estado de nuestros ecosistemas marinos. Dicha evaluación evidencia también el escaso volumen de información y en muchos casos carencia de líneas base ("base line") de datos para poder comparar la situación actual con la pasada ("shifting base line" Pauly 1995).

El hábitat como elemento físico resulta fundamental para el desarrollo y mantenimiento de los recursos pesqueros, pero hay otro servicio regulador fundamental para el ecosistema marino y ligado a los hábitats: los procesos biogeoquímicos que tienen lugar y que engloban desde la fotosíntesis, hasta el reciclado de nutrientes o la absorción de metales pesados y contaminantes o su rol como sumideros de CO<sub>2</sub>. Este último es fundamental dentro del papel regulador de la actividad atmosférica que los organismos con esqueletos de carbonato cálcico juegan en la absorción de CO<sub>2</sub>. La situación actual ha derivado en la incapacidad de nuestros océanos y los organismos que los habitan

de absorber tanto CO<sub>2</sub> como se produce, llevando a la acidificación de éstos (Figura 9).

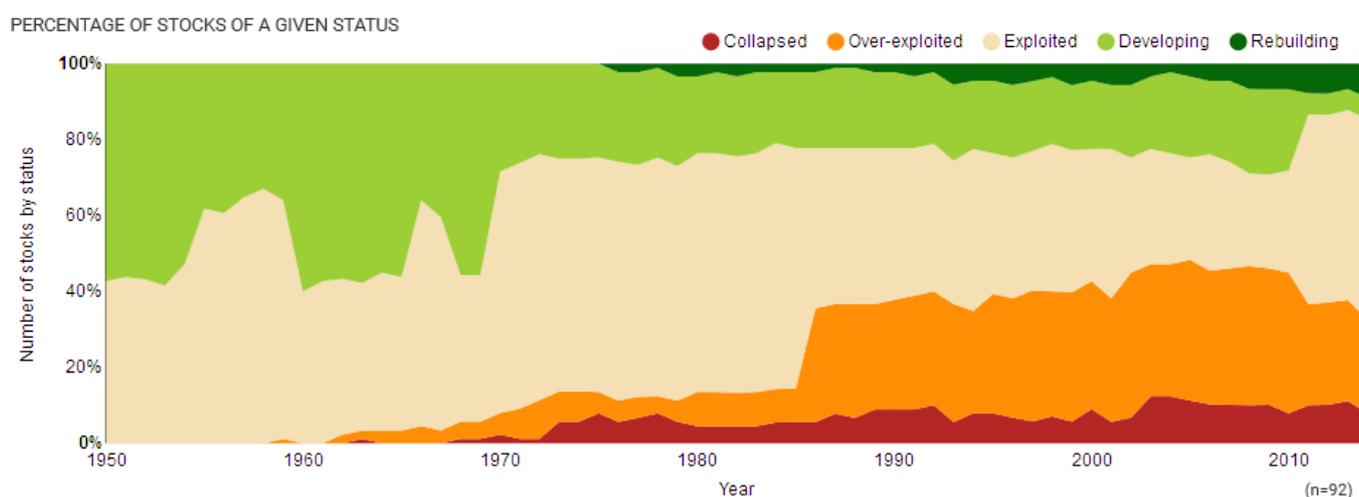


**Figura 9. Representación esquemática de la perturbación experimentada por el ciclo del carbono en el cual parte del CO<sub>2</sub> emitido por la combustión de combustibles fósiles y deforestación es absorbida por los océanos.** Fuente Pelejero et al. 2010 en Movilla 2015

Las relaciones tróficas, no solo entre las especies de interés comercial, sino entre éstas y otros elementos de los ecosistemas, son otro reflejo del papel que los hábitats juegan para las especies comerciales que encuentran en ellos también su fuente de alimentación.

### 3.3 Desde el punto de vista del “hábitat”, ¿es sostenible el sistema de explotación pesquera español?

Con el breve repaso ofrecido en esta sección, parece evidente que la respuesta a la pregunta realizada en el título de esta sección (¿es sostenible el sistema de explotación pesquera en España?) del informe es un “no”. En la figura 10, se muestran datos para España hasta el año 2014 con la situación de un total de 92 stocks analizados que claramente muestra la dramática situación del sistema de explotación de pesca y la falta de mejoras en la gestión de éste a lo largo de décadas, que también tienen consecuencias para los hábitats.



**Figura 10. Evaluación de 92 stocks en distintos estados de explotación desde el año 1950 hasta el año 2014 para la ZEE Española (Sea Around Us project 2011). En torno a un 10% estarían en recuperación y en torno a un 5% en desarrollo. El resto se encuentran explotados, (~50%), sobreexplotados (~25%) y aproximadamente un 10% colapsados.**  
Fuente: Sea Around Us

Aunque no hay muchos ejemplos que muestren de forma empírica el efecto de la actividad pesquera en los hábitats en el Mediterráneo, uno de los pioneros es el trabajo de de Juan et al. (2007), realizado en una zona cercana al Delta del Ebro, y donde se evidencia la aparición de cambios funcionales en los componentes de la comunidad bentónica en zonas dominadas por organismos considerados no especialmente vulnerables a la pesca de arrastre; el trabajo muestra las implicaciones del arrastre en la estructura y funcionamiento de todos los tipos de comunidades bentónicas (Figura 11).

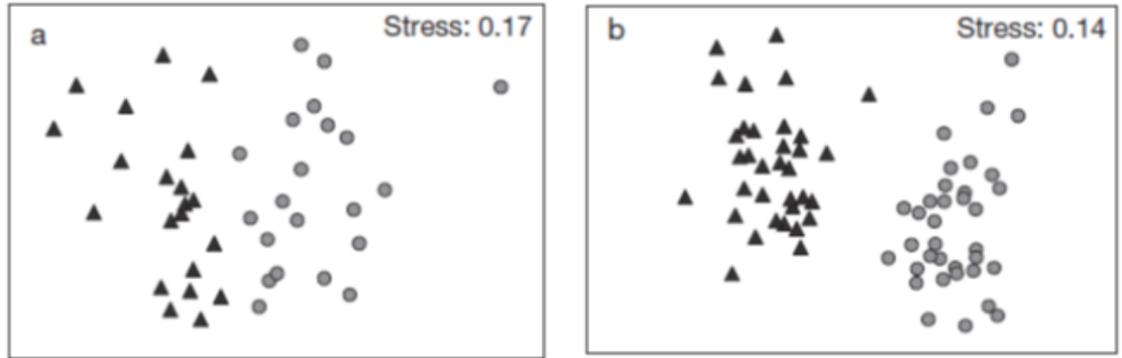


Figura 11. Análisis multidimensional de la epifauna (a) y la infauna (b). Los triángulos corresponden a las muestras procedentes del área impactada por el arrastre y los círculos al área de referencia; los resultados evidencian la diferencia en la composición específica entre ambas comunidades, la impactada y la no impactada. Fuente: de Juan et al. 2007

Otro trabajo relevante en el mismo sentido es el de Pusceddu et al. (2014), desarrollado en un cañón submarino de la costa catalana, y que evidencia un efecto dramático de la pesca de arrastre, sobre la morfología de la zona (ver Puig et al. 2012), y en múltiples características de las comunidades biológicas, por

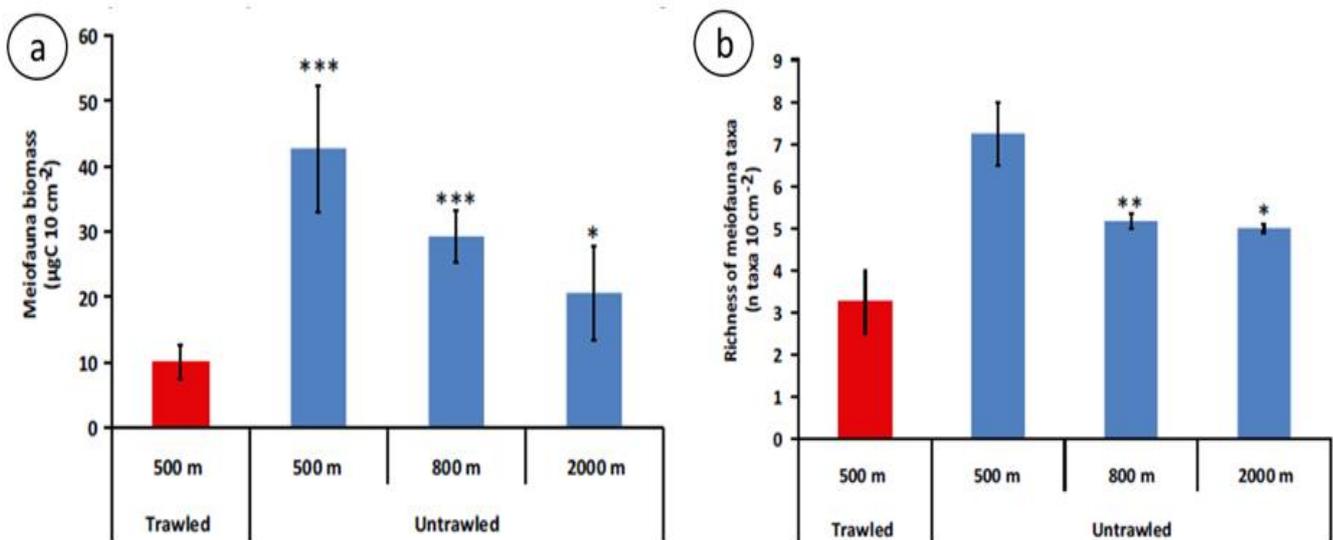


Figura 12. Efectos de la pesca de arrastre en la biomasa de la meiofauna (a) y en la riqueza de taxones de la meiofauna (b). El estudio de Pusceddu et al. (2014) mostró diferencias significativas entre la zona de referencia y tres zonas impactadas a diferentes profundidades. Fuente: Pusceddu et al. 2014

ejemplo, la biomasa de meiofauna<sup>4</sup>, que mostró valores drásticamente mayores en las zonas que no habían sufrido arrastre, así como en la riqueza de taxones (Figura 12). También en otras zonas del Mediterráneo se ha caracterizado y cuantificado el efecto del arrastre en los hábitats (Petovic et al. 2016).

Para concluir esta sección, resaltamos el trabajo de síntesis de Roberts y Sargent (2002) en que los autores defienden la importancia del hábitat en la preservación de los recursos explotables, ofreciendo numerosos ejemplos sobre los beneficios para la pesca de la creación de áreas marinas protegidas integrales (las llamadas zonas “no take”). Los autores muestran como un incremento de la biomasa y complejidad de los organismos bentónicos puede alterar los patrones de movimiento de los peces, y reducir las tasas de mortalidad natural, lo que aumenta los beneficios de las reservas. Los peces están asociados a uno o más tipos de hábitats pues a lo largo de la vida pueden pasar, por ejemplo, de vivir en hábitats someros en las fases juveniles y moverse a aguas más profundas en fases adultas; es el caso de la merluza (e.g. Carpentieri et al. 2005, Druon et al. 2015). Disminuir la complejidad de los hábitats puede tener importantes consecuencias en las dinámicas poblacionales de las especies de peces (comerciales y no comerciales): por ejemplo, los alevines se encuentran generalmente sujetos a menor depredación en hábitats estructuralmente complejos donde pueden protegerse de los depredadores (Szedlmayer y Howe 1997, Goteceitas et al. 1995, 1997, Lindholm et al. 1999). La reducción y simplificación del hábitat puede llevar a reducir el reclutamiento por aumento de depredación sobre juveniles (Auster y Malatesta 1995). Por último, es importante citar el trabajo de Kroodsma et al. (2018) en que se estudió la huella pesquera a nivel mundial, analizando datos de diferentes artes de pesca en el periodo 2012-2016. Los resultados son devastadores, revelando que la huella pesquera es mucho mayor que la de cualquier otra forma de producción alimentaria, a pesar de que la captura de pescado supone tan solo el 1.2 % de la producción global de calorías del consumo de alimentos humano (FAO 2016a), que asciende a unas 34 kcal per capita y día (FAO 2016b).

---

<sup>4</sup> La meiofauna son los organismos que viven en los intersticios del substrato menores de 1 mm y mayores de 0.1 mm.

## 4. La necesidad de una gestión adecuada para una explotación sostenible de los recursos. Líneas de investigación que apoyarían la gestión sostenible de recursos

En las secciones previas hemos intentado ofrecer una panorámica sobre la importancia directa de los hábitats tanto para las especies de interés comercial como para aquellas que no lo son, pero juegan un papel en el ecosistema. Dada la evidencia de la no sostenibilidad del sistema de extracción pesquera desde el punto de vista de la situación de los hábitats, en esta última sección, y a raíz de todo lo expuesto en las páginas anteriores, quisiéramos destacar de forma resumida, algunos aspectos que consideramos fundamental tener en cuenta para una gestión sostenible de los recursos desde el punto de vista de los hábitats y en general de los ecosistemas. Así mismo se mencionan cuáles de estos aspectos podrían derivar en líneas de investigación necesarias para promover la preservación y uso sostenible de los ecosistemas.

La integridad del hábitat es fundamental para la salud de los ecosistemas y también para la preservación de los recursos pesqueros. Preservar y proteger los hábitats y sus recursos requiere:

### 1. Conocimiento científico

- **Cartografiar** los ecosistemas más vulnerables a la actividad pesquera, así como la actividad pesquera en sí para identificar las zonas de solapamiento y generar así bases de datos georreferenciadas. Esta es una de las bases para una actividad pesquera sostenible, para poder establecer medidas de gestión.
- Profundizar en el estudio de la **conectividad** tanto entre procesos terrestres y marinos como en la conectividad entre los propios hábitats sumergidos.
- Considerar las **sinergias entre los efectos antropogénicos sobre los hábitats**. No solo la pesca es responsable de la falta de sostenibilidad del sistema pesquero: los efectos de la contaminación, así como los producidos por el cambio climático intervienen en su degradación y establecen sinergias entre ellos cuyos efectos son aún desconocidos.
- **Cuantificar los efectos de la huella pesquera** en los ecosistemas marinos españoles
- El uso de **modelos predictivos de hábitats** es una herramienta fundamental en la aplicación del principio de precaución en la gestión de los

ecosistemas marinos vulnerables (VMEs por su sigla en inglés) pero es importante trabajar con modelos basados en buena información de base para evitar predicciones erróneas (e.g. Anderson et al. 2016)

## 2. Cambios en la actividad pesquera

- La pesca de arrastre es una actividad destructiva que supone la imposibilidad de recuperación de muchos de los hábitats marinos, especialmente de todos aquellos considerados como ecosistemas marinos vulnerables (VMEs).
- La pesca de arrastre lleva afectando los fondos de nuestros océanos desde hace siglos, en concreto está documentado que en aguas británicas esta actividad se desarrolla desde el año 1350 (Jones 2018). Es por ello necesario analizar el estado de los fondos y establecer programas de restauración que deben ir ligados a **cambios tanto en el tipo de artes de pesca (ver por ejemplo Jenkins y Garrison 2013) como en la frecuencia en la que esta actividad se realiza y las dimensiones de las zonas que cubren**

## 3. Establecer programas de restauración. Creación de Áreas Marinas Protegidas (AMPs)

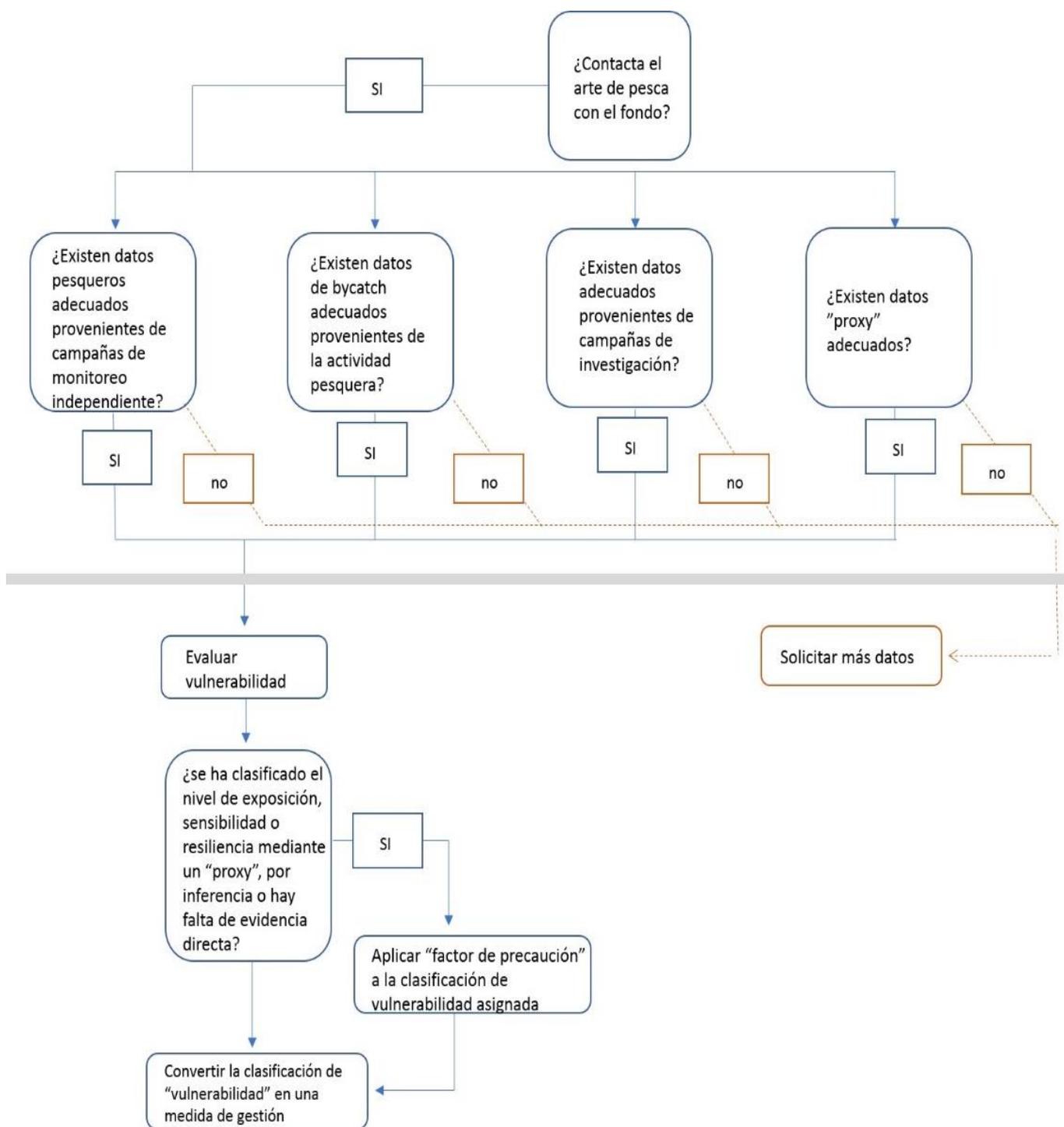
- Los programas de **restauración de hábitats deben diseñarse para cada tipo específico de ecosistema**, teniendo en cuenta sus características, por ejemplo, las tasas de crecimiento de las especies estructuradoras.
- El diseño de planes de restauración de ecosistemas requiere un **conocimiento adecuado de la biología y ecología de las especies formadoras de hábitat**.
- Las **áreas marinas protegidas** son un elemento fundamental para la sostenibilidad y debe fomentarse su creación y ampliación.
- **Las reservas integrales** se han mostrado como las herramientas más eficaces de conservación en los océanos contribuyendo también, en muchos casos, a mejorar localmente la situación de los stocks pesqueros (Sala y Giakoumi 2018 y referencias en este artículo).

## 4. Establecer medidas de gestión de la pesca

- El informe emitido por la FAO en 2014 (Rosenberg et al. 2014) estimó que para una preservación adecuada de los ecosistemas **las tasas de explotación de los ecosistemas marinos no deberían superar el 20-25% de su producción**.
- Las **pesquerías artesanales y locales podrían contribuir a mejorar la situación actual, siempre y cuando ésta se realice de forma controlada, con un número de barcos reducido y limitada la actividad a las aguas**

**territoriales. Asimismo, la implantación de sistemas de control (e.g. VMS, Vessel Monitoring Systems) sería imprescindible para regular la actividad y efecto de dichas flotas.** Una pesquería artesanal de este tipo podría suponer un equivalente a los cultivos ecológicos en zonas terrestres, y deberían fomentarse en detrimento de la pesca industrial con el fin de fomentar extracciones sostenibles y desaparición de intermediarios.

- La práctica de **la pesca sostenible contribuye a restaurar la diversidad de los ecosistemas**, junto con el control de la contaminación y el mantenimiento de los hábitats esenciales. Todo ello es una “inversión de futuro” al dar lugar a una mayor y mejor producción de servicios ecosistémicos, basados en la resiliencia y estabilidad de los ecosistemas (Worm et al. 2006).
- Algunos estudios ofrecen **elementos útiles** para abordar la problemática del impacto de las artes de pesca sobre los hábitats y establecer medidas de gestión, un ejemplo es el esquema que presentamos en la **figura 13**.
- En la **planificación de medidas de gestión es imprescindible involucrar a todos los actores implicados** para garantizar al máximo el éxito de las medidas



**Figura 13. Diagrama de flujos para identificar fuentes de información en el asesoramiento de la vulnerabilidad de especies, comunidades, hábitats y ecosistemas. Sobre la barra gris se presenta la obtención de datos y evaluación de los mismos para clasificar la vulnerabilidad cuando hay suficientes datos (izquierda del gráfico), o solicitar información adicional cuando los datos no son suficientes para el asesoramiento (derecha del gráfico). Fuente: modificado de Heupel y Auster 2013**

# Agradecimientos

Agradecemos a Alfredo Veiga (Aquarium Finisterrae), Jordi Grinyó y OCEANA el habernos facilitado buena parte de las imágenes incluidas en este documento y sus anexos. Gracias especialmente a OCEANA por la imagen del coral bambú, *Isidella elongata*, incluida en la portada del informe. Nuestro agradecimiento va también a Alfredo Goenaga (TRAGSA) por preparar el mapa de la figura 1 incluida en el Anexo II. Agradecemos a Juan Gómez (Xunta de Galicia) la revisión del texto correspondiente al caso de estudio de la Reserva Marina Os Miñarzos. La ayuda de Cruz Iglesias con la búsqueda referencias bibliográficas ha sido fundamental para la elaboración de este documento, así como las aportaciones de Wolf Isbert que han mejorado notablemente las primeras versiones de este informe. Agradecemos al proyecto Sea Around Us el acceso en abierto a todos los datos que nos ha permitido ofrecer la gráfica presentada en la figura 10.

# Bibliografía

Anderson OF et al. (2016) Field validation of habitat suitability models for vulnerable marine ecosystems in the South Pacific Ocean: Implications for the use of broad-scale models in fisheries management. *Ocean Coast Manag* 120: 110-126

Arena P, Li Greci F (1973) Indagine sulle condizioni faunistiche e sui rendimenti di pesca dei fondali batiali della Sicilia occidentale e della bordura settentrionale dei banchi della soglia Siculo-Tunisina. *Quaderni dei Laboratori e tecnologia della pesca* 1: 157-201

Auster PJ, Malatesta RJ (1995) Assessing the role of non-extractive reserves for enhancing harvested populations in temperate and boreal marine systems. In "Marine protected areas and sustainable fisheries", (N. Shackell and J.H.N. Willison, eds.), pp. 82-89. Science and management of protected areas association, Wolfville.

Azma G et al. (2012) *La naturaleza no tiene precio. Lo que oculta la economía verde*. Clave Intelectual, Madrid, 140 p.

Bellan-Santini D et al. (2002) Handbook for Interpreting Types of Marine Habitat for the Selection of Sites to Be Included in the National Inventories of Natural Sites of Conservation Interest. In: UNEP Report (ed.). Tunis.

Boström C et al. (2011) Seascape ecology of coastal biogenic habitats: advances, gaps, and challenges. *Mar Ecol Prog Ser* 427, 191e217

Buhl-Mortensen L et al. (2017) Maritime ecosystem-based management in practice: Lessons learned from the application of a generic spatial planning framework in Europe. *Marine Policy* 75, 174-186. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2016.01.024>

Cachón de Mesa et al. (2008) *Los Mares de España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 508 p.

Carpentieri P et al. (2005) Feeding habits of European hake (*Merluccius merluccius*) in the central Mediterranean Sea. *Fish Bull* 103: 411–416

Cartes JE et al. (2013) Geomorphological, trophic and human influences on the bamboo coral *Isidella elongata* assemblages in the deep Mediterranean: To what extent does *Isidella* form habitat for fish and invertebrates? *Deep Sea Res Part I: Oceanographic Research Papers* 76: 52-65

Clark MR et al. (2016) The impacts of deep-sea fisheries on benthic communities: a review. *ICES J Mar Sci J du Conseil* 73 (Suppl. 1), i51ei69

- Colloca F et al. (2004). A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata: Crinoidea). *Mar Biol* 145: 1129-1142
- COP/CBD (1995) Report of the second meeting of the conference of the parties to the convention on biological diversity. Conference of the parties to the convention on biological diversity. Second meeting Jakarta, 6-17 November 1995. UNEP/CBD/COP/2/19. 92 p
- Costanza R et al. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-60
- Crutzen PJ (2002) Geology of Mankind. *Nature* 415, 23.
- Dafforn KA et al. (2015). Marine urbanization: an ecological framework for designing multifunctional artificial structures. *Frontiers in Ecology and the Environment* 13: 82-90
- de Juan S et al. (2007) Functional changes as indicators of trawling disturbance on a benthic community located in a fishing ground (NW Mediterranean Sea). *Mar Ecol Progr Ser* 334: 117-129
- D' Onghia G et al. (2003) Biodiversity of the upper slope demersal community in the eastern Mediterranean: preliminary comparison between two areas with and without trawl fishing. *J Northwest Atl Fish Sci* 31: 263-273
- D' Onghia G (in press) Cold-water corals as shelter, feeding and life-history critical habitats for fish species: ecological interactions and fishing impact. In: *Mediterranean cold-water corals: past, present and future. Coral Reefs of the World* 9, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91608-8\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91608-8_30)
- Druon JN et al. (2015). Modelling of European hake nurseries in the Mediterranean Sea: An ecological niche approach. *Progr Oceanogr* 130: 188-204
- Duarte CM (2002) The future of seagrass meadows. *Environmental Conservation* 29: 192-206
- Duarte CM (coord.), 2006. *Las Ciencias y tecnologías marinas en España*. CSIC. 292.
- Duarte CM et al. (2008) The Charisma of Coastal Ecosystems: Addressing the Imbalance. *Estuaries and Coasts*. 31 (2): 233-238
- Fabri MC et al. (2014) Megafauna of vulnerable marine ecosystems in French mediterranean submarine canyons: Spatial distribution and anthropogenic impacts. *Deep Sea Res Part II: Topical Studies in Oceanography* 104: 184-207

- FAO (2014) The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Page 223 in FAO, editor. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO (2016a) The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. FAO, editor. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO (2016b) FAO Statistical Pocketbook 2015.
- FAO GFCM (2017) Final Report. Working Group on Stock Assessment of Demersal Species (WGSAD). Scientific Advisory Committee (SAC). FAO, Rome, Italy, 13-18 November 2017. <https://bit.ly/2TTvQ5s>
- FAO (2018) The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. [www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf](http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf)
- Fernández-Márquez D (2015) La reserva marina de interés pesquero Os Miñarzos: línea base de las comunidades biológicas y análisis del efecto reserva temprano. Tesis doctoral. 318p
- Fogarty MJ, McCarthy JJ (2014) The sea: Marine Ecosystem-Based Management. Vol. 16; Fogarty, M., J.J. McCarthy (eds). Harvard University Press, pp 1-16
- Forcada A et al. (2009) Effects of habitat on spillover from marine protected areas to artisanal fisheries. *Mar Ecol Progr Ser* 379: 197–211
- Francis RC et al. (2007) Ten Commandments for Ecosystem-Based Fisheries Scientists. *Fisheries* 32 (5): 217-233
- Gell FR, Roberts CM (2003) Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology & Evolution* 18: 448-455
- Glaser M et al. (2012) Measuring and understanding sustainability-enhancing processes in tropical coastal and marine social–ecological systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4 (3): 300-308
- Gotceitas V et al. (1995) Habitat use by juvenile Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in the presence of an actively foraging and non-foraging predator. *Mar Biol* 123: 421-430
- Gotceitas V et al. (1997) Use of Eelgrass Beds (*Zostera marina*) by Juvenile Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Canad J Fish Aquat Sci* 54: 1306-1319
- Halpern BS et al. (2010) Placing marine protected areas onto the ecosystem-based management seascape. *Proc Natl Acad Sci* 107: 18312–18317

- Heupel E, Auster PJ (2013) Eco-labeling seafood: Addressing impacts to vulnerable seafloor species, communities, habitats and ecosystems in data-poor regions. *Mar Pol* 38: 8-15
- Holmer M et al. (2003) Fast sulfur turnover in carbonate seagrass (*Posidonia oceanica*) sediments. *Marine Biogeochemistry* 66: 223-239
- Inness L et al. (2016). The first global integrated marine assessment; world ocean assessment. United Nations, New York.
- Jenkins LD, Garrison K (2013) Fishing gear substitution to reduce bycatch and habitat impacts: An example of social-ecological research to inform policy *Mar Pol* 38: 293-303
- Jones P (2018) The long "lost" history of bottom trawling in England, c. 1350-1650. *The International Journal of Maritime History* 30(2): 201-217
- Kroodsma DA et al. (2018) Tracking the global footprint of fisheries *Science* 359: 904-908
- Lindholm JB et al. (1999) Habitat-Mediated Survivorship of Juvenile (0-Year) Atlantic Cod *Gadhus morhua*, *Mar Ecol Progr Ser* 180: 247-255
- Lloret J et al. (2009) Towards new approaches to fisheries management in the Mediterranean Sea. In: *Fisheries: Management, Economics and Perspectives* ISBN 978-1-60692-303-0. Editors: N. F. McManus and D. S. Bellinghouse, chapter 3, pp 93-125
- Marbá N et al. (2002) Assesing the efectiveness of protection on *Posidonia oceanica* populations in Cabrera National Park (Spain) *Envir Cons* 29: 509-518
- Mastrototaro F et al. (2017) *Isidella elongata* (Cnidaria: Alcyonacea) facies in the western Mediterranean Sea: visual surveys and descriptions of its ecological role. *The European Zoological Journal* 84: 209-225
- Maynou F, Cartes JE (2012) Effects of trawling on fish and invertebrates from deep-sea coral facies of *Isidella elongata* in the western Mediterranean. *J Mar Biol Ass UK* 92: 1501-1507
- Montefalcone M et al. (2018) Geospatial modelling and map analysis allowed measuring regression of the upper limit of *Posidonia oceanica* seagrass meadows under human pressure. *Est Coast Shelf Sci* doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.11.006>
- Movilla J (2015) Effects of ocean acidification in mediterranean corals. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Instituto de Ciencias del Mar (CSIC) PhD thesis 240 p.

- Mytilineou Ch et al. (2013) New cold-water coral occurrences in the Eastern Ionian Sea: results from experimental long line fishing. *Deep-Sea Res II* 9: 146-157 pp
- O'Leary BC et al. (2016) Effective coverage targets for ocean protection Running Title: Effective targets for ocean protection. *Conservation Letters* 9: 398-404
- Pardo E et al. (2011) Documentación de arrecifes de corales de agua fría en el Mediterráneo occidental (Mar de Alborán). *Chronica naturae* 1: 20-34
- Pauly D (1995) Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in Ecology & Evolution* 10, p. 430
- Pauly D (2008) Global fisheries: a brief review. *J Biol Res Thessaloniki* 9: 3-9
- Pauly D et al. (1998) Fishing down marine food webs. *Science* 279: 860-863
- Pauly D et al. (2002) Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418: 689–695
- Pérès JM, Picard J (1964) Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume* 31: 5-137
- Petovic et al. (2016) Effects of bottom trawling on the benthic assemblages in the south Adriatic Sea (Montenegro). *Acta Adriat* 57(1): 81-92
- Pitcher TJ (2001) Towards new approaches to fisheries management in the Mediterranean Sea. *Ecol Appl* 11(2): 601–617
- Pitcher TJ, Pauly D (1998) Rebuilding ecosystems, not sustainability, as the proper goal of fishery management. *Reinventing Fisheries Management* pp 311-329
- Puig P et al. (2012) Ploughing the deep sea floor. *Nature* 489: 286-289
- Purser A et al. (2013) Local variation in the distribution of benthic megafauna species associated with cold-water coral reefs on the Norwegian margin. *Cont Shelf Res* 54: 37-51
- Pusceddu A et al. (2014). Chronic and intensive bottom trawling impairs deep-sea biodiversity and ecosystem functioning. *Proc Nat Acad Sci* 201405454
- Ragnarsson SA, Burgos JM (2018) Associations between fish and cold-water coral habitats on the Icelandic shelf. *Mar Envir Res* 136: 8-15
- Relini G et al. (1986) Osservazioni sulle comunità dei fondi strascicabili del Mar Ligure Centro Orientale. *Bollettino del Museo dell' Istituto di Biologia dell' Università di Genova* 52: 139-161

- Roberts CM, Sargant H (2002) Fishery benefits of fully protected marine reserves: why habitat and behavior are important. *Nat Res Model* 15: 487-50
- Roberts CM et al. (2017) Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. *Proc Nat Acad Sci* 114: 6167-6175
- Rosenberg AA et al. (2014) Developing new approaches to global stock status assessment and fishery production potential of the seas. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1086*. Rome. 175 pp
- Rossi S et al. (2017) *Marine Animal Forests. The ecology of benthic biodiversity hotspots*. Springer, Cham, 1366 p
- Royo L et al. (2012) Ecosistemas marinos: ¿Es el mar de un azul infinito? En: *Evaluación de los ecosistemas del milenio en España*. Ambienta. Secretaría General Técnica Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente p 111106-115
- Sala E, Giakoumi S (2018) No-take marine reserves are the most effective protected areas in the ocean. *ICES J Mar Sci* 75 (3): 1166-1168
- Santos-Martín F et al. (2015) *La aproximación de los servicios de los ecosistemas aplicada a la gestión pesquera*. Fondo Europeo de Pesca, Fundación Biodiversidad del Ministerio de Medio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid
- Sardà F et al. (1994) Spatio-temporal variations in megabenthos abundance in three different habitats of the Catalan deep-sea (Western Mediterranean). *Mar Biol* 120(2): 211-219.
- Szedlmayer ST, Howe JC (1997) Substrate preference in age-0 red snapper, *Lutjanus campechanus*. *Envir Biol Fish* 50: 203-207
- Tsagarakis K et al. (2014) Mediterranean fishery discards: review of the existing knowledge. – *ICES Journal of Marine Science*, 71: 1219-1234.  
<http://icesjms.oxfordjournals.org/content/71/5/1219.full.pdf+html>
- UNCLOS (1982) *United Nations Convention on the Law of the Sea* 202 p
- Watson RA et al. (2013) Global marine yield halved as fishing intensity redoubles. *Fish* 14: 493-503
- Worm B et al. (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314: 787-790

# Anexo I

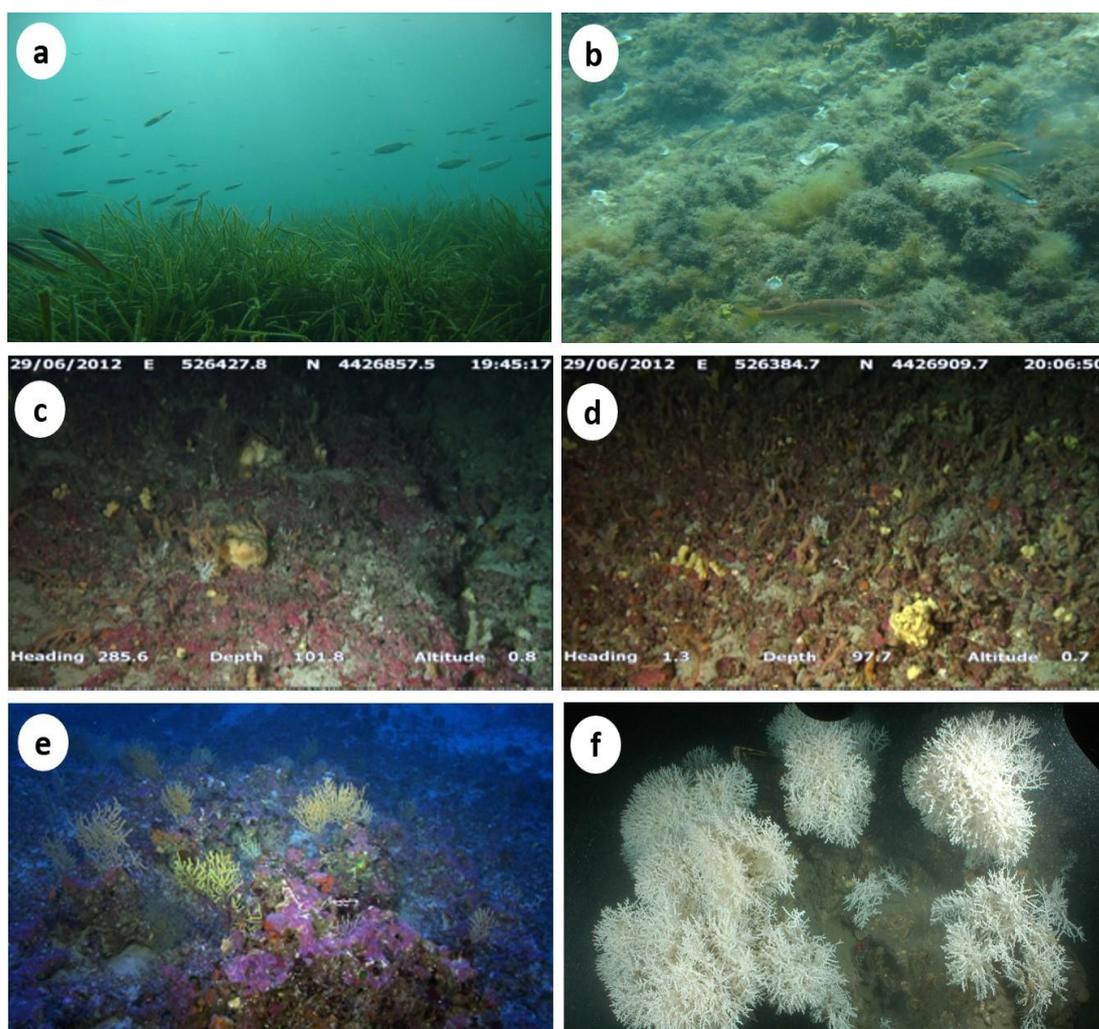
## Hábitats y ecosistemas marinos vulnerables en España: de la costa al mar abierto. Los bosques vegetales y animales sumergidos que no vemos

España cuenta con entorno a los 5,978 km de costa repartidos entre el Mediterráneo y el Atlántico, que se extienden además mar adentro en las aguas territoriales españolas que llegan hasta las 12 millas náuticas desde la costa (en las aguas territoriales, la soberanía completa de las mismas corresponde a España). La zona de exclusión económica (ZEE), declarada en 1978, se extiende aún más, llegando hasta las 200 millas náuticas (UNCLOS 1982). La ZEE cubre una superficie de 148,159 km<sup>2</sup>, de los cuales 37,315 ocupan zonas de plataforma continental. Un país con tal extensión de zonas marinas, tanto costeras como de mar abierto, repartidas además entre Mediterráneo y Atlántico, cuenta con gran diversidad de hábitats. No podemos en este anexo describirlos en detalle, pero si hacer un breve recorrido que permita contar con una idea de la imponente variedad y diversidad de la que estamos hablando. Para profundizar en dicha diversidad, el libro Los Mares de España (Cachón de Mesa et al. 2008) ofrece una visión completa de todos ellos.

### Los hábitats marinos españoles: del Mediterráneo al Atlántico, de la costa al mar abierto

Dentro de las zonas costeras mediterráneas, hay dos ecosistemas especialmente emblemáticos y genuinamente mediterráneos que jalonan el litoral: el coralígeno, y las praderas de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* (Figura 1a) Además de estos hábitats, las comunidades de algas fotófilas dominan las zonas rocosas más someras (Figura 1b), habiendo también zonas donde los bivalvos muestran una presencia importante en el equivalente al intermareal atlántico, si bien, en el Mediterráneo la amplitud de las mareas es tan pequeña que no se considera que existan como tal. Todos estos sistemas de aguas poco profundas, además de contar con la dominancia de determinadas especies bentónicas, son habitados por las comunidades ícticas, que encuentran en ellas hábitat, lugar de refugio, de alimentación o de cría, como veremos en la próxima sección. También en zonas más profundas (en torno a los 50-60 metros) donde la radiación solar penetra debido a la oligotrofia de las aguas, como es el caso del archipiélago Balear, destaca la presencia de las formaciones de algas calcáreas o rodolitos (Figura 1c), verdaderos ingenieros ecosistémicos vegetales cuyos individuos pueden alcanzar dimensiones considerables (en torno a los 13 cm de diámetro). Aumentando la profundidad, donde la radiación solar es limitada o desaparece por completo, dominan las comunidades formadas por animales, tal es el caso de los campos de esponjas (Figura 1d) o gorgonias (Figura 1e). Las profundidades por debajo de los 100 metros (el circalitoral) son de dominio absoluto de los animales, como gorgonias, corales negros, hidrozooos, esponjas, gasterópodos, bivalvos, ascidias, entre otros, así como los corales de aguas frías (Figura 1f) que alcanzan profundidades aún mayores. Cabe recordar que buena parte de las zonas más profundas de los océanos están formadas por las llanuras abisales, dominadas por

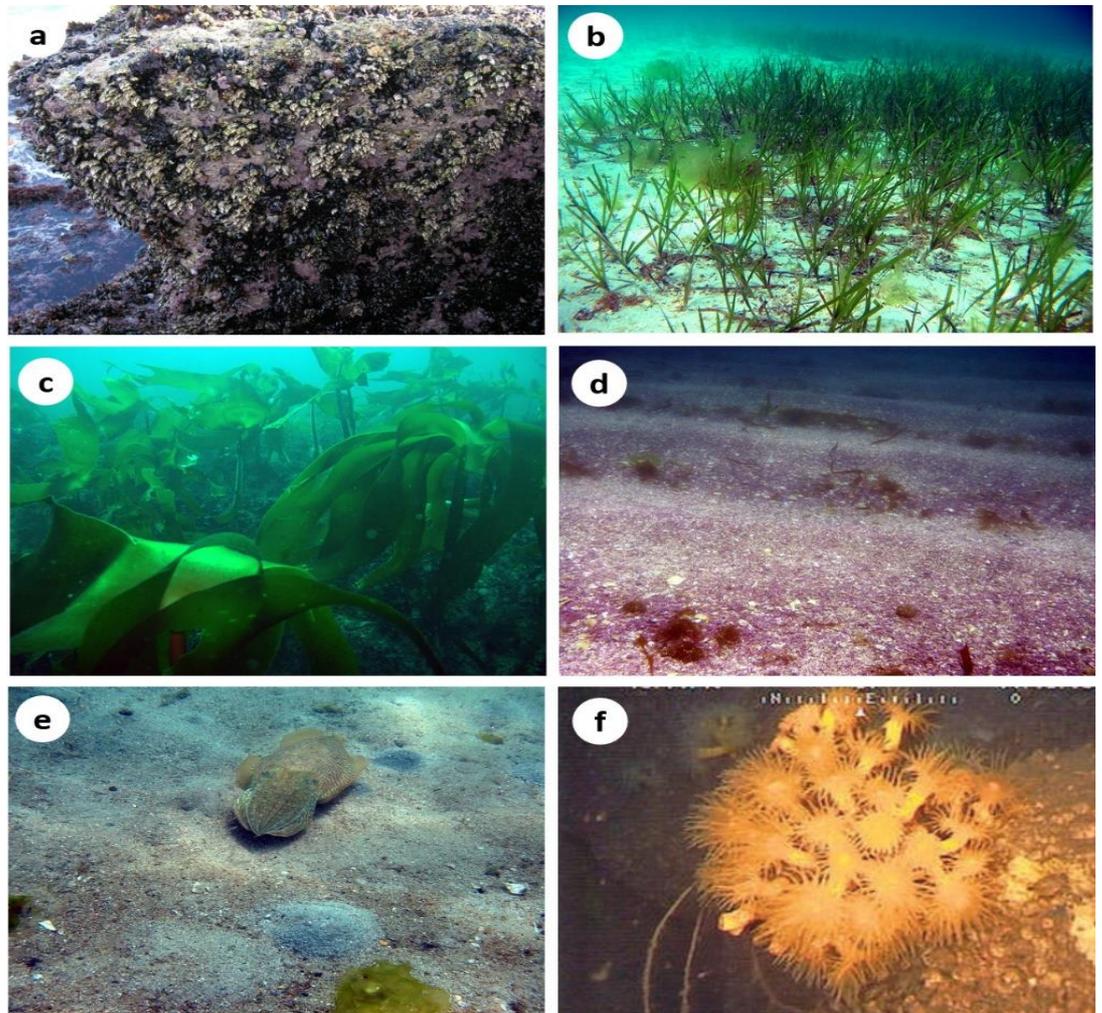
fondos sedimentarios donde los organismos de vida asociada al sustrato son poco visibles dado que viven dentro del sustrato, la llamada infauna.



**Figura 1. Panorámica de algunos hábitats típicamente mediterráneos, a) pradera de *Posidonia oceanica* en el Cap de Creus. Fuente: Proyecto Mapuche/A. Canepa; b) comunidad de algas fotófilas en el Cap de Creus. Fuente: Proyecto Mapuche/A. Canepa; c) campo de rodolitos en el Canal de Menorca, 101 m. Fuente: Gavin Newman / ICM-CSIC; d) comunidad de esponjas en el coralígeno mediterráneo en el Canal de Menorca, 97,7 m. Fuente: Gavin Newman / ICM-CSIC; e) comunidad de gorgonias en el Canal de Menorca, 70 m. Fuente: GEOMAR / ICM-CSIC; f) comunidad de corales profundos dominada por *Madrepora oculata* en el cañón submarino de Cap de Creus ~ 250 m de profundidad Fuente: GEOMAR / ICM-CSIC.**

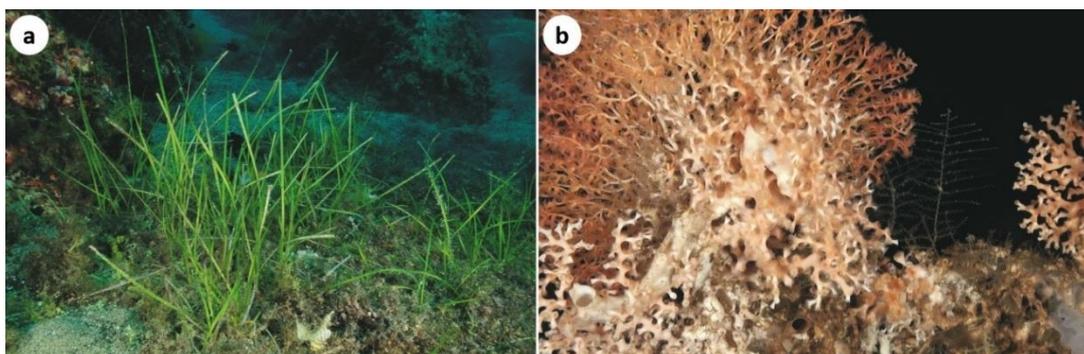
Las costas atlánticas se caracterizan sobre todo por la influencia de las mareas, considerando las zonas sumergidas (o parcialmente sumergidas), el piso intermareal es el primero a mencionar; en él las comunidades bentónicas se organizan formando cinturones paralelos a la costa, con dominancia de los balánidos, el grupo al que pertenecen los percebes, en las zonas más batidas por el mar, y acompañados por otras especies de bivalvos y gasterópodos (Figura 2a). En las zonas que se encuentran en el siguiente estrato de profundidad comienza el dominio de las fanerógamas marinas (Figura 2b), y de los bosques de macroalgas,

los llamados "kelps" (Figura 2c). En zonas donde la radiación presenta intensidades menores se desarrollan los fondos de algas coralináceas, también llamado "maerl" (Figura 2d). Además de estas formaciones, que mencionamos aquí de forma muy genérica, existen algunas específicas intermareales (arrecifes biogénicos de diversa naturaleza) en cuyo detalle no entraremos en estas páginas. Una vez se alcanza mayor profundidad, los fondos blandos aparecen dominados por diferentes grupos taxonómicos bentónicos como las plumas y erizos de mar, pero también habitados por especies de gran importancia comercial como son gasterópodos, bivalvos, crustáceos o cefalópodos (Figura 2e); los fondos rocosos aparecen dominados por fauna bentónica en la que los corales y esponjas tienen un papel destacado en muchas zonas (Figura 2f).



**Figura 2. Panorámica de algunos hábitats típicamente atlánticos, a) comunidad de percebes (*Pollicipes pollicipes*) en el intermareal. Fuente: Aquarium Finisterrae; b) pradera de la fanerógama *Zostera marina*. Fuente: Ignacio Bárbara. Universidad de A Coruña; c) Bosque de kelps (*Laminaria ochroleuca*). Fuente: Ignacio Bárbara. Universidad de A Coruña; d) fondo de maerl. Fuente: Ignacio Bárbara. Universidad de A Coruña; e) Fondo arenoso con *Sepia officinalis*. Fuente Ignacio Bárbara. Universidad de A Coruña; f) fondo rocoso con el coral de profundidad *Dendrophyllia cornigera*. Fuente OCEANA.**

Los ecosistemas canarios son singulares dentro de los hábitats atlánticos españoles, dada su localización en la Macaronesia. Las zonas de rompiente muestran la zonación típica de las aguas atlánticas, ocupados los estratos por especies de diferentes orígenes, que muestran el carácter subtropical de estas aguas. Las zonas más someras del infralitoral, en sus fondos arenosos, se caracterizan por la presencia de los llamados seabadales (praderas de fanerógamas marinas) (Figura 3a). A partir de los 20 metros de profundidad corales y gorgonias dominan pudiendo alcanzar los 1900 metros de profundidad en algunos casos (Figura 3b).



**Figura 3. Dos ejemplos de hábitats en las Islas Canarias. a) Sebadal (*Cymodocea nodosa*) en Veril de Playa Grande, Cagafrecho, Lanzarote, España. Fuente: Expedición Oceana Ranger a las Islas Canarias. Agosto 2009. © OCEANA / Carlos Minguell; b) Corales de profundidad (*Acanella arbuscula*, *Madrepora oculata*) en Punta de Tejada, El Hierro, islas Canarias, España. Fuente: Expedición del Ranger a las montañas submarinas del Atlántico. October 2014. © OCEANA.**

Los ecosistemas brevemente presentados en los párrafos anteriores son el “hogar” de buena parte de las especies de interés comercial, las que encontramos en nuestra mesa como parte de nuestra dieta. Los hábitats más conocidos y estudiados son los más cercanos a la costa, especialmente las praderas de fanerógamas marinas, pero hay muchos otros que se encuentran a mayor profundidad. No olvidemos que el 64% de los océanos se encuentran en las zonas fuera de las jurisdicciones nacionales (ABNJ, areas beyond national jurisdiction), los llamados “high seas” donde las profundidades son generalmente mayores, con algunas excepciones.

# Anexo II

## Protección y gestión. Directivas Europeas, Red Natura 2000, Áreas Marinas Protegidas

Existen varias directivas, instrumentos europeos y figuras a diferentes niveles (internacionales, nacionales, regionales) que tienen como objetivo la protección del mar. Haremos un brevísimo recorrido por algunas de ellas presentando las fuentes con el fin de facilitar el acceso a las mismas. Presentaremos también la estrategia de la Unión Europea para la sostenibilidad de los océanos (el llamado plan de Crecimiento azul, "Blue Growth") y dos ejemplos en nuestro país, uno de gestión de ecosistemas en zonas someras y otro de zonas profundas que muestra la necesidad de la misma.

### Directivas Europeas

Hay dos grandes directivas europeas para la protección del medio natural, una de ellas generalista: la Directiva hábitats y una específica para el mar: la Directiva marco para la estrategia marina, ambas las trataremos en los próximos párrafos. Existen otras directivas relacionadas con el medio ambiente, como son la Directiva 91/271/CEE sobre tratamiento de aguas residuales, que tiene como objetivo "la protección del medio ambiente de los efectos adversos que resultan de las descargas de aguas residuales", la Directiva de nitratos (91/676/UE) cuyo objetivo es reducir la eutrofización causada por nitratos de uso agrícola (UE 1991b), así como otras Directivas que indirectamente inciden en la calidad de las aguas costeras en cuanto a la eutrofización como son la 79/923/UE sobre aguas de marisqueo y la Directiva de Aguas de Baño (2006/7/EU), directivas que no serán tratadas en este documento.

La directiva Hábitats (Directiva 92/ 43 /CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992)<sup>5</sup>, , está destinada a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, incluyendo determinados hábitats marinos así como especies. En dicha directiva los fondos marinos sumergidos apenas se encuentran representados, y casi no se incluyen especies de invertebrados, entre las cuales no se encuentran los grandes estructuradores, como corales y esponjas. Esta directiva tiene su trasposición nacional en la ley del 2017 de patrimonio natural y de la biodiversidad<sup>6</sup>, que incluye un puñado de hábitats que no cubren la realidad de la diversidad de los hábitats marinos, especialmente los de profundidad. Sí se encuentran contemplados en el hábitat 1170 los arrecifes, que, considerado en

---

<sup>5</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=ES>

<sup>6</sup> [www.boe.es/boe/dias/2007/12/14/pdfs/A51275-51327.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/14/pdfs/A51275-51327.pdf)

sentido amplio, cubriría alguno de los ecosistemas mencionados en las primeras secciones.

La directiva marco de la estrategia marina (a partir de ahora EEMM) (Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de junio de 2008)<sup>7</sup>, establece el marco en el que los Estados miembros deberán adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medio ambiental (BEA) del medio marino a más tardar en el año 2020. La estrategia marina propone 11 descriptores (D1: Biodiversidad, D2: Especies autóctonas, D3: Especies explotadas comercialmente, D4: Redes tróficas, D5: Eutrofización, D6: Integridad de los fondos marinos, D7: Alteraciones de las condiciones hidrográficas, D8: Contaminantes y sus efectos, D9: Contaminantes en los productos de la pesca, D10: Basuras marinas y D11: Energía, incluido ruido submarino) del BEA de los océanos cuya situación fue evaluada por los países europeos, empleando diferentes indicadores. Además de la EEMM, existe la directiva marco del agua (Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000)<sup>8</sup> que hace referencia fundamentalmente a aguas continentales y subterráneas y no se tratará en este informe.

Los resultados de la evaluación inicial de la EEMM publicados en el 2012<sup>9</sup>, así como los programas de seguimiento y planes de medidas, serán herramienta fundamental para implementar la futura planificación marítima espacial (MSP<sup>10</sup>) para la cual en abril del 2017 se publicó en el BOE el Real Decreto 363/2017 por el que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo, siguiendo las directrices de la Directiva 2014/89/UE del Parlamento Europeo y del Consejo. Actualmente España no cuenta con MSP.

En el marco europeo hay varios programas cuyo objetivo es promover el “Crecimiento Azul”, estrategia a largo plazo, lanzada por la Unión Europea en el año 2012, cuyo objetivo principal es apoyar el crecimiento sostenible de los sectores marino y marítimo<sup>11</sup>. La estrategia Crecimiento Azul reconoce la importancia de los mares y océanos como motores de la economía europea por su gran potencial para la innovación y el crecimiento, y es la contribución de la Política Marítima Integrada en la consecución de los objetivos de la Estrategia

---

<sup>7</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0056&from=ES>

<sup>8</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=ES>

<sup>9</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategias-marinas/>

<sup>10</sup> MSP: Marine Spatial Planning

<sup>11</sup> [https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue\\_growth\\_en](https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue_growth_en)

2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Crecimiento Azul se basa en cinco sectores principales: acuicultura, turismo costero, tecnología azul, energías oceánicas, explotación minera de los fondos marinos.

### **Red Natura 2000 Marina y Áreas Marinas Protegidas**

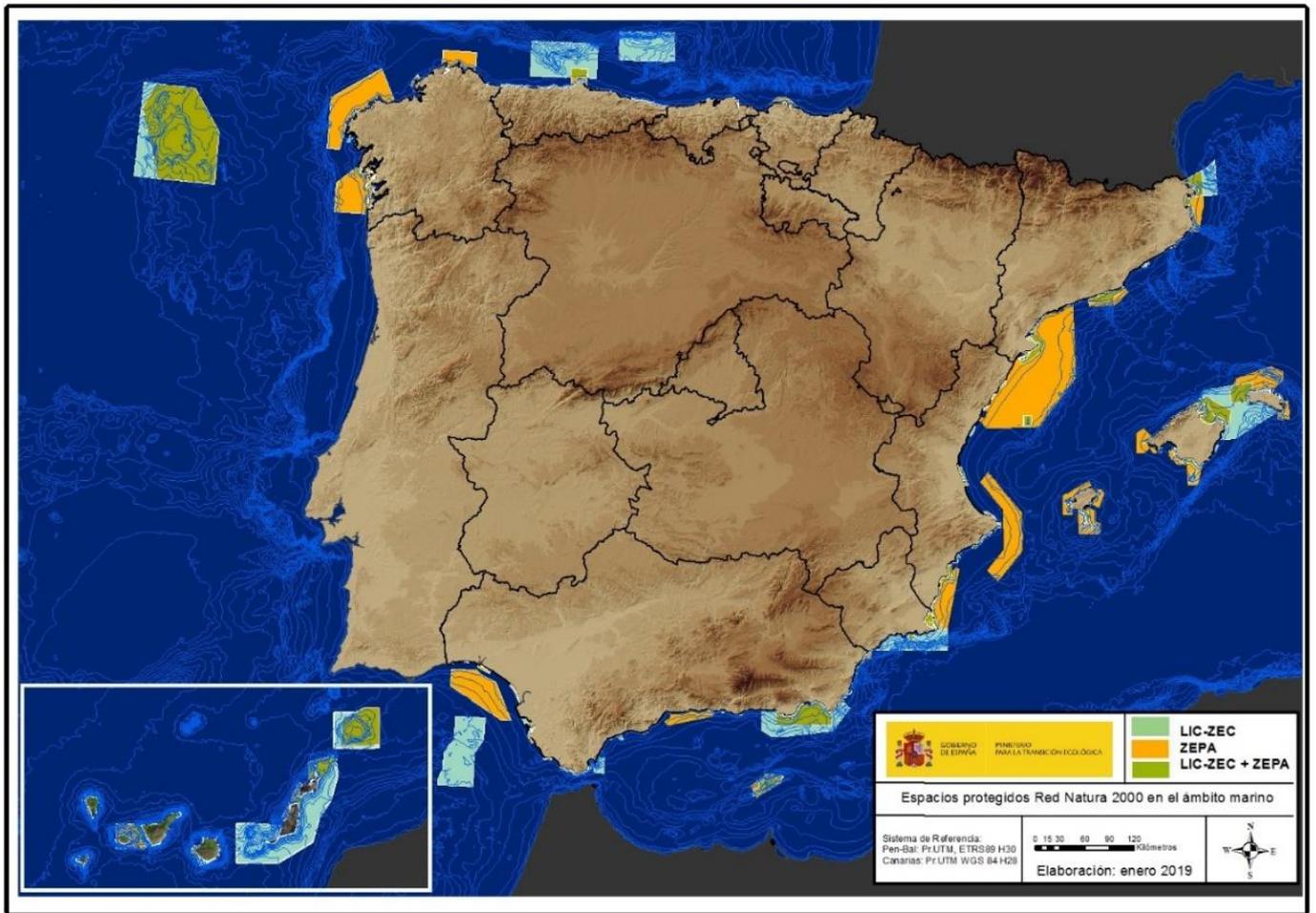
La creación de Áreas Marinas Protegidas (AMPs) ha sido destacado como uno de los mecanismos que contribuirían al desarrollo de una pesca sostenible (Pauly et al. 2002, Gell y Roberts 2003, O'Leary et al. 2016). A nivel mundial el número de AMPs he experimentado un considerable aumento desde los años 90 (Ye et al. 2013), estando la mayoría de las naciones de acuerdo con los compromisos alcanzados en la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de proteger el 10-30% de sus aguas (Halpern et al. 2010), mencionando Roberts et al. (2017) que el objetivo debe ser la declaración de al menos un 30% de AMPs del total de la superficie oceánica para poder preservar los ecosistemas marinos a largo plazo (O'Leary et al. 2016).

España cuenta con una Red de Áreas Marinas Protegidas (RAMPE) (Real Decreto 1599/2011) que incluye diversas figuras de protección entre las cuales figuran las "Reservas Marinas de Interés Pesquero", dentro de las que existen zonas de reserva integral no destinadas a la pesca<sup>12</sup>. España cuenta también con diversos Lugares de Interés Comunitario (LICs) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marinas en la Red Natura 2000 la figura 1 muestra el actual mapa de la Red Natura 2000 marina en España<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/biodiversidad-marina/espacios-marinos-protegidos/red-areas-marinas-protegidas-espana/red-rampe-index.aspx>

<sup>13</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/biodiversidad-marina/espacios-marinos-protegidos/red-natura-2000-ambito-marino/red-natura-2000-ambito-marino.aspx>



**Figura 1. Mapa de la red actual Natura 2000 en España, indicando los actuales Lugares de Interés Comunitario (LICs) y Zonas de Especial Conservación (ZEC), así como las Zonas de Especial Protección para las aves (ZEPAS) y aquellas que incluyen estas tres figuras**  
 Elaboración: Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural. MITECO. Marzo de 2019. Fuente: Administraciones competentes. Diciembre de 2018

## Anexo III

Mostramos, a través de dos casos de estudio, ejemplos reales por un lado el papel que la protección puede jugar en la explotación sostenible de recursos y por otro la necesidad urgente de protección de algunos enclaves para asegurar la supervivencia de las comunidades. Presentamos dos ejemplos, uno costero Atlántico y uno Mediterráneo de aguas profundas, ambos en aguas españolas.

### **La reserva marina de interés pesquero de Os Miñarzos (Costa da Morte, Galicia)**

La reserva marina de Os Miñarzos fue creada en 2007 por iniciativa de la cofradía de pescadores de Lira (Ayuntamiento de Carnota, provincia de la Coruña), en la que participaron de forma activa desde un principio en su diseño los pescadores de la comunidad, apoyados por técnicos – biólogos, y en su posterior puesta en marcha. La reserva está situada en Lira, entre la ría de Muros y el faro de Fisterra y es la primera Reserva Marina de Interés Pesquero de la costa atlántica de la península Ibérica. La reserva cuenta con una extensión de 2126 hectáreas (ha), habiéndose establecido dentro de la misma dos reservas integrales, una con fondo rocoso (RI Sur, Porto Cubelo, de 61,3 ha) y la otra mixta rocoso-arenoso (RI Norte, playa de Carnota, de 79 ha), dentro de las cuales las regulaciones son más restrictivas que las establecidas por la normativa pesquera general. La normativa general incluye limitaciones tanto en los periodos de actividad pesquera como las tallas mínimas, y cuotas de captura por embarcación. En todo el ámbito de la reserva marina está prohibida la pesca submarina, pero se permite el buceo de recreo, de observación y por supuesto fotográfico, exceptuando las referidas reservas integrales, en las cuales solo pueden realizarse actividades científicas. La reserva está dentro de la Red Iberoamericana de Reservas Marinas (RIRM), junto a la ría de Cedeira.

Se trata de un espacio marino amparado legalmente, designado para promover una utilización sostenible y proteger su patrimonio natural y cultural. La reserva fue declarada mediante el Decreto 87/2007, del 12 de abril (DOGA num.88, del 8 de mayo de 2007), cuenta con vigilancia marítima terrestre y con un puesto de control de capturas en el puerto. Existe un censo de embarcaciones que pueden pescar dentro de la reserva, pertenecientes a varias cofradías de las inmediaciones del área protegida, a las que se les exige la notificación de las capturas efectuadas en la reserva.

El objetivo de la creación de la reserva fue regular las actividades pesqueras para conservar las especies objeto de explotación garantizando al mismo tiempo la conservación y sostenibilidad del ecosistema marino. Con este fin se limitó y reguló la actividad pesquera y se controlaron las capturas realizadas. Al limitar el acceso y regular las actividades extractivas se consigue que las especies puedan alcanzar mayores tallas, lo que deriva en preservar ejemplares de mayor tamaño (reproductores) y así garantizar la perdurabilidad de las poblaciones. Por otro lado, el aumento en la densidad de las poblaciones puede suponer un “excedente” que podría ser exportado (efecto rebalse o “spillover”) a las áreas próximas. A estos posibles beneficios para las especies de interés comercial, se suman ventajas

para el ecosistema, como la conservación de los hábitats y el aumento de la biodiversidad.

El órgano de gestión de este espacio está formado por cuatro representantes del sector pesquero (dos de la cofradía de Lira-Carnota y dos de la Federación Galega de Confrarias de Pescadores) y otros cuatro de la Administración. El plan de gestión lo elabora el sector en colaboración con un equipo de biólogos y lo aprueba el órgano de gestión. La cofradía de Lira promueve la valorización de la cultura de la pesca mediante el proyecto "Mardelira", que permite conocer como es una jornada normal de trabajo en el mar y la vida de un pequeño puerto pesquero. Además, organiza talleres de pesca para escolares, rutas guiadas y salidas en barcos para pescadores deportivos de caña en las que se practica la pesca sin muerte.

Entre los logros alcanzados tras los primeros años de creación de la reserva, los primeros datos confirmaron la recuperación de poblaciones de percebe, pulpo y centollo (ver Fernández-Márquez 2015). En lo que respecta al aspecto social, se creó un clima de confianza en la pesca sostenible entre los pescadores, detectándose la oportunidad de comercializar los productos pesqueros con una marca de calidad. Así mismo se empezaron a notar algunos beneficios en otros sectores como el turístico, deportivo y educativo.

Un proceso de este tipo entraña también dificultades, entre ellas el rechazo por parte de algunos pescadores y mariscadoras, así como las dificultades en las tareas de vigilancia de la reserva, que aún se considera insuficiente.

En el año 2009, los propios pescadores plantearon la necesidad de crear una nueva reserva marina llamada Os Miñarzos-Fin da Terra, que incluyera la reserva ya constituida, e incorporase a pescadores de otras cofradías. Entre los motivos que impulsaron a los pescadores con la propuesta del 2009, estaban su deseo de un mayor control sobre la pesca ilegal y el furtivismo, así como el descenso paulatino observado en las distintas pesquerías, debido a la sobrepesca. Los objetivos de esta nueva propuesta eran, entre otros, aumentar el rendimiento económico de las pesquerías, mejorar el estado de los ecosistemas marinos, promover la gestión participativa del sector pesquero en las decisiones de la reserva, dar mayor valor a los productos pesqueros de la reserva marina, así como una dinamización económica del territorio afectado. Desafortunadamente los desencuentros entre la administración autonómica y estatal sumados a la crisis económica llevaron a que la creación de esta nueva reserva no contase con apoyos institucionales. A ello se sumó el desencuentro entre las cofradías implicadas, dado que 6 de ellas apoyaban la propuesta y dos no.

En lo que respecta a la reserva original de Os Miñarzos, si bien la reserva sigue existiendo, desafortunadamente ha pasado a ser una reserva "de papel", debido a varios factores: por un lado a la falta del apoyo económico e institucional, por otro a la falta de relevo generacional dentro de la cofradía de Lira que no ha contado con el apoyo de los nuevos pescadores que trabajan en la reserva lo cual es también consecuencia de un error de planificación en el diseño de la misma, por no haber tenido en cuenta la evolución del "factor humano" en el

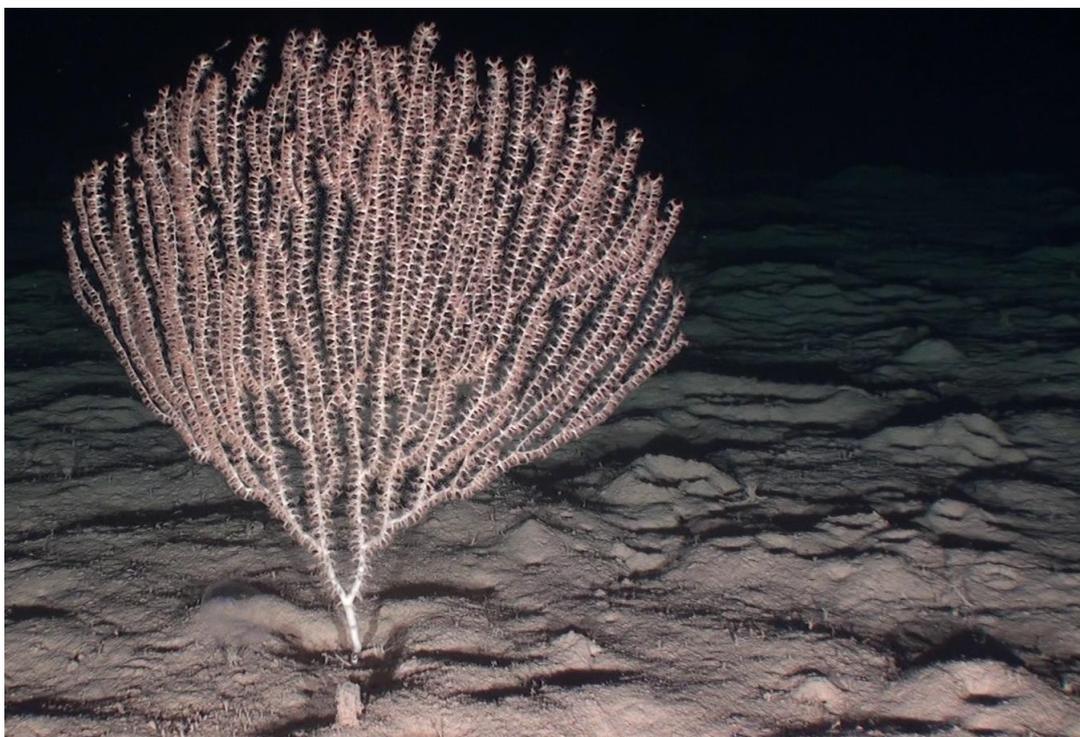
tiempo. En un caso tan especial y pionero como el de la reserva de Os Miñarzos este final no tan feliz no solo conlleva estos aspectos poco exitosos, sino que es importante destacar el aprendizaje que este proceso de varios años supuso. Varias de las enseñanzas de Lira, sobre todo las relacionadas con la cogestión, han servido para desarrollar otras estrategias parecidas en otras zonas del litoral gallego y de otras zonas de España, como es el caso de la pesquería del sonso en el Mediterráneo.

Cabe por lo tanto concluir que la metodología utilizada para el diseño de la Reserva Marina de Os Miñarzos en su momento supuso un éxito en cuanto a la participación de los pescadores artesanales en la gestión de los recursos pesqueros y en la toma de decisiones a través del Órgano de Gestión Seguimiento y Control. Sin embargo, hay que reconocer que no se tuvieron en cuenta aspectos tan importantes como, por una parte los cambios políticos y como éstos podrían afectar de forma negativa a procesos de este tipo, y por otra, la necesidad de tratar de diseñar herramientas de índole económica que permitiesen sostener la estructura de la reserva marina sin depender de subsidios públicos. Estos dos aspectos pudieron ser fundamentales para que no se pudiera lograr que el modelo fuera sostenible en el tiempo.

### **Las poblaciones del coral bambú *Isidella elongata*: un bosque animal sumergido que alberga recursos pesqueros. Sin protección del bosque los recursos peligran**

Como se ha expuesto a lo largo de este documento, para preservar las especies es imprescindible preservar sus hábitats. Es este un hecho evidente en sistemas terrestres. Sin embargo, la lejanía de los fondos marinos, especialmente los profundos, impide en muchas ocasiones establecer estos vínculos, tan evidentes e intuitivos en tierra, cuando se trata de las profundidades oceánicas.

Un ejemplo cercano y paradigmático de esta asociación es el de los bosques del coral bambú *Isidella elongata* (Figura 1). Es esta una especie con distribución fundamentalmente mediterránea y que ocupa un rango batimétrico muy amplio, desde los 115 metros en sus localizaciones más someras hasta los más de 1200 m en las zonas más profundas (UICN red list, <http://oldredlist.iucnredlist.org/search>).



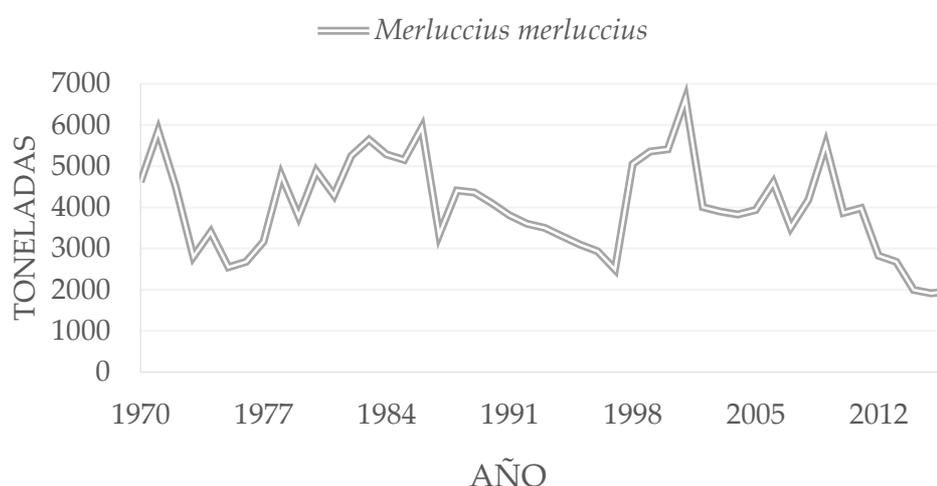
**Figura 1. Ejemplar del coral bambú *Isidella elongata* en las montañas submarinas de Baleares.** Fuente: OCEANA

*Isidella elongata* era una especie frecuente en el Mediterráneo que formaba densos bosques en los fondos fangosos batiales de diferentes enclaves del Mediterráneo, pero a partir de los años 80 se observa una importante disminución de esta especie en el bycatch de los barcos pesqueros (Pérès and Picard 1964, Arena and LiGreci 1973, Relini 1986, Bellan-Santini et al. 2002). También se constata la disminución de poblaciones, otrora abundantes, en los cañones del Golfo de León probablemente por el efecto de la pesca de arrastre (Fabri et al. 2014). También en el Mar Balear, se localizan colonias de la especie en zonas donde no se observan marcas de arrastre, y las poblaciones de la especie en el talud Balear se consideran también altamente alteradas por el efecto de la pesca de arrastre (Maynou y Cartes 2012, Cartes et al. 2013). Cartes et al. (2013) muestran en su trabajo el impresionante potencial destructivo del arrastre dada la tasa de desaparición de las colonias que formaban un bosque probablemente casi prístino en 1994 en la costa catalana, y que tras 15 años de esfuerzo pesquero continuado en la zona ha terminado prácticamente con la población en la que ya solo se encuentran ejemplares aislados (0.9 colonias por hectárea). Resultado de todo ello es que los bosques batiales de *I. elongata* se consideran ahora muy escasos (Sardà et al. 1994, D'Onghia et al. 2003) y restringidos a sus zonas de distribución más someras o profundas o a aquellas zonas en que no tiene lugar la pesca de arrastre y sirven como refugio para la especie. Debido a su morfología arborescente, esta especie se encuentra afectada también por la pesca de palangre, siendo frecuente bycatch de la misma. De hecho, una pesca experimental realizada para la captura de sargos entre 500 y 600 m de profundidad en el Mar Jónico mostró que estos organismos aparecían enganchados en un 72% de los palangres (Mytilineou et al. 2013). El efecto de las actividades pesqueras sobre esta especie ha sido devastador, tanto que ha sido clasificada por la UICN como especie gravemente amenazada, una categoría

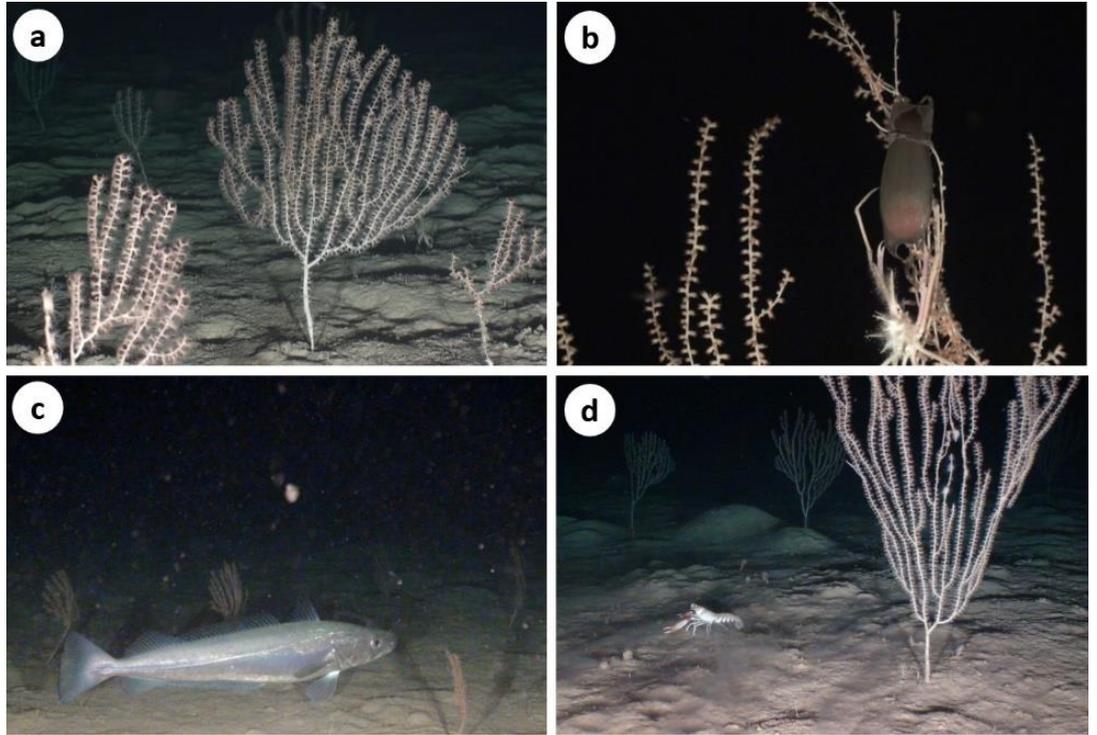
que, para hacernos una idea, es mayor que la que actualmente ostenta el lince ibérico. Así mismo la especie ha sido incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona, un tratado vinculante para aquellos países firmantes del mismo, como es el caso de España, lo cual implica establecer medidas de gestión y protección para la especie.

Las facies batiales de *Isidella elongata* se han asociado desde hace décadas a la presencia de poblaciones de gambas de profundidad, como la codiciada gamba roja, así como de otras especies de interés comercial, como la merluza, una de las especies de mayor interés comercial del Mediterráneo, pero que se encuentra en grave estado de sobre explotación en muchas regiones de éste (FAO GFCM 2017) (Figura 2). En el mar de Alborán, *Isidella* se ha identificado como posible zona de cría (*nursery*) para la merluza (Pardo et al. 2011). A los fondos de *Isidella* no solo se asocian las especies de interés comercial previamente mencionadas, sino que una gran cantidad de otras especies forman parte de las comunidades estructuradas por este ingeniero ecosistémico (Mytilineou et al. 2013, Mastrototaro et al. 2017 y referencias incluidas en el mismo) (Figura 3).

Las asociaciones observadas y documentadas en la literatura científica entre *Isidella elongata* y varias especies de interés comercial son un claro ejemplo de la relación entre la presencia de un hábitat bien conservado y el buen estado de la comunidad asociada. El trabajo de Mastrototaro et al. (2017) es el más reciente realizado sobre esta especie y las comunidades asociadas, y responde a dos enclaves de las Islas Baleares, uno de ellos en una zona entre dos montañas submarinas que ha sido protegido de la pesca de arrastre por la presencia del cableado submarino y otro en el cual el arrastre ha tenido lugar. Los resultados de dicho trabajo muestran diferencias significativas entre la biodiversidad asociada a las poblaciones de *Isidella* en la zona no afectada por el arrastre y la zona afectada por el arrastre, poniendo de manifiesto la importancia de la conservación del hábitat para el buen estado de las especies asociadas.



**Fig. 2 Evolución de las capturas de merluza en el Mar Balear desde 1970 hasta la actualidad.**  
Fuente: FAO Online Query Panel (2019) GFCM Capture Production 1970-2016. Available at: <http://www.fao.org/figis/servlet/TabSelector>



**Figura 3 a) Población de *Isidella elongata* en buen estado de conservación, b) huevo de un tiburón de profundidad en las ramas de una colonia de *Isidella*, c) ejemplar de merluza entre colonias del coral bambú, c) una cigala en un campo de *Isidella*. Fuente: OCEANA**

Actualmente *Isidella elongata* todavía no cuenta con medidas reales de protección y gestión que garanticen la conservación de las pocas poblaciones que aún se conservan en buen estado en enclaves mediterráneos.

Todos podemos crear valor socioeconómico y ambiental en la cadena alimentaria si en nuestras decisiones tenemos en cuenta la salud de las personas y la sostenibilidad de los ecosistemas. Desde Alimentta nos sumamos a este desafío aportando conocimiento experto, desde un enfoque interdisciplinar y adecuado a nuestro entorno mediterráneo.

## **Ecosistemas marinos vulnerables: sin hábitat no hay recursos**

**Covadonga Orejas**, Instituto Español de Oceanografía (IEO)

Abril 2019

[www.alimentta.com](http://www.alimentta.com)

[info@alimentta.com](mailto:info@alimentta.com)

[@alimentta](https://www.instagram.com/alimentta)

Con la colaboración de

