



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



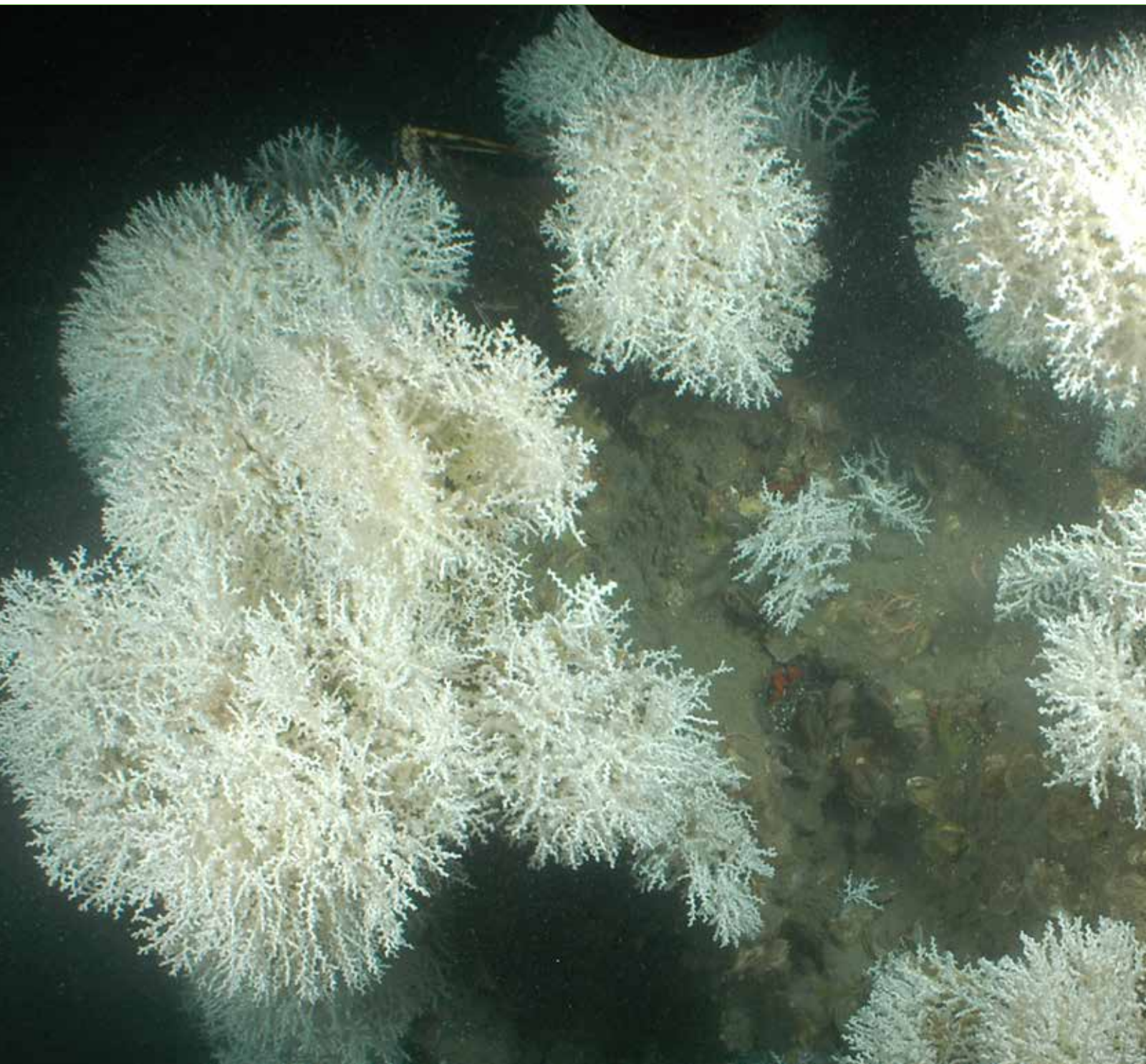
Fundación Biodiversidad

INDEMARES



Sistema de Cañones Submarinos Occidentales del Golfo de León

Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES



Fotografía de Portada: Arrecife de coral de aguas frías dominado por la especie *Madrepora oculata* © IFM-GEOMAR - Jürgen Schauer.

Autores de las fotografías de esta publicación:

ICM/CSIC.

Carlos Dominguez Carrió.

Andrea Gori.

Josep-Maria Gili.

Alejandro Olariaga.

Stefano Ambroso.

IFM/GEOMAR.

Karen Hissman.

Jürgen Schauer.

SEO/BirdLife.

J. M. Arcos.

Beneharo Rodríguez.

SUBMON.

Otros autores:

Gavin Newman.

Alex Llorente.

Toni García.

US - Pablo López-González.

WWF España - Juan Carlos Calvín.

OCEANA - Juan Cuetos.

IEO.

Edición, Diseño y Maquetación: Imaginate con Arte S.L.

Impresión: En papel Symbol Freelifesatin de 150grs. en Interior y Symbol Freelifesatin de 350grs. en portada.



Impreso en Madrid, 2014.

Ejemplar Gratuito, Prohibida su venta.



INDEMARES



Sistema de Cañones Submarinos Occidentales del Golfo de León

Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES



Autores: Carlos Domínguez-Carrió, Susana Requena, Josep-Maria Gili.

Coautor: Jose Manuel Arcos.

Coordinación: Fundación Biodiversidad (Ignacio Torres, Víctor Gutiérrez, Zaida Calvete, Nazaret Pérez, Álvaro Alonso y David Peña).

Colaboradores: ICM/CSIC: Andrea Gori, Teresa Madurell, Enrique Isla, Ana Sabatés, Stefano Ambroso, Ariadna Purroy, Jordi Grinyó, Alejandro Olariaga. UTM/CSIC: Claudio Lo Iacono, Arturo Castellón, Javier Prades, Joel Sans. CEAB/CSIC: Iosune Uriz, Rafael Sardá, Juan Pablo Lozoya, Letzy Serrano. UB: Mikel Zabala, Carles Carboneras. COB-IEO: Covadonga Orejas, Montserrat Ramón. US: Pablo J López González, César Megina. SUBMON: Carla Álvarez, Manel Gazo. SEO/BirdLife: Juan Bécares, Albert Cama, Verónica Cortés, Beneharo Rodríguez, Matxalen Pauly, José Torrent. Fundación Biodiversidad: Mónica Campillos.

Esta monografía ha sido resultado de los estudios científicos del proyecto LIFE+ INDEMARES, cofinanciado por la Comisión Europea, y se ha basado en los estudios realizados por el Instituto de Ciencias del Mar del CSIC, SUBMON y SEO/BirdLife.

Como debe citarse esta publicación: Domínguez-Carrió, Carlos; Requena, Susana y Gili, Josep-Maria. *Sistema de Cañones Submarinos Occidentales del Golfo de León*. Proyecto LIFE+INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2014. 100 pp.

Índice

1. RESUMEN EJECUTIVO	7
2. INDEMARES, un hito en la conservación del medio marino	13
3. METODOLOGÍA	17
4. El Cabo y Cañón de Creus, dos accidentes geográficos excepcionales.....	25
Características Geológicas	26
Características Geomorfológicas	27
Dinámica sedimentaria.....	29
5. Valores oceanográficos de una de las zonas más productivas del Mediterráneo	31
El Régimen de Corrientes Dominantes.....	31
El Régimen Hidrológico y la Producción Primaria.....	32
El Efecto del ‘Cascading’.....	33
6. La última frontera de la biodiversidad marina al nordeste de la Península Ibérica.....	35
Hábitats	37
Zona costera.....	38
Plataforma continental.....	39
Cañón De Creus.....	51
Biodiversidad	56
Especies pelágicas	57
Aves marinas.....	59
Especies bentónicas.....	60
7. Actividades antropogénicas en la plataforma continental del Cabo de Creus.	69
Pesca.....	70
Principales impactos derivados de las actividades antropogénicas en la zona.....	70
Otros impactos.....	73
8. Marco de protección del área	75
Hábitats marinos citados en la Directiva Hábitats	76
Especies incluidas en la Directiva Hábitat o en la Directiva Aves	76
9. Consecuencias de la protección y posterior gestión del área.....	81
10. LA RED NATURA 2000, SUS HÁBITATS Y ESPECIES. BREVE RESEÑA SOBRE LEGISLACIÓN. ..	85
11. Equipo investigador	91
12. Agradecimientos.....	95
13. BIBLIOGRAFÍA.....	97



Pablo Saavedra Inaraja

**Director General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente**

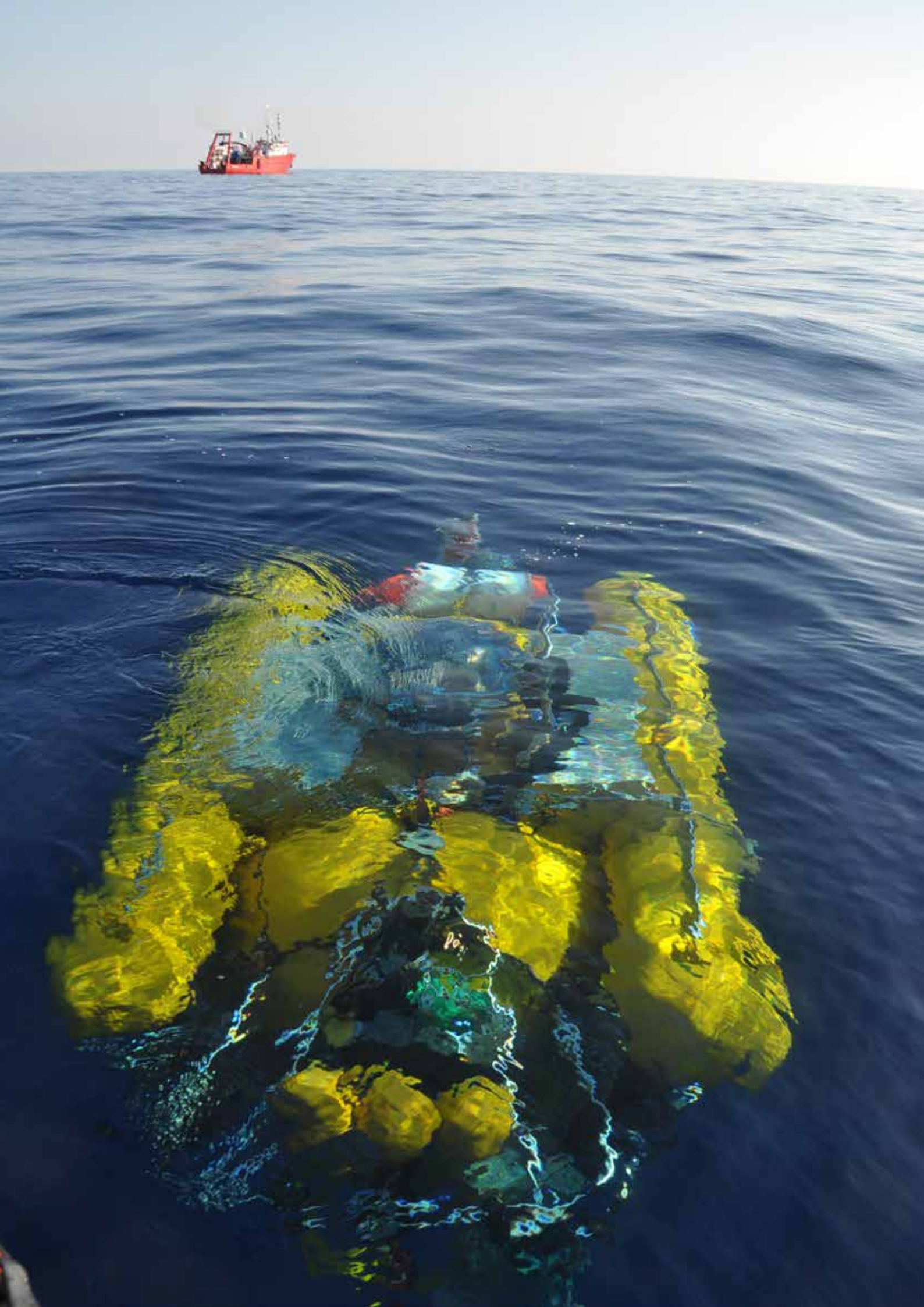
España es uno de los países europeos con mayor biodiversidad marina, rodeado de un extenso mar repleto de riquezas naturales y, sin embargo, es un gran desconocido para la mayor parte de la sociedad. Con casi el doble de superficie de la terrestre, los mares españoles albergan más de 10.000 especies, algunas de ellas emblemáticas, que habitan y surcan nuestras aguas, y que hacen de nuestro medio marino un lugar tan complejo como bello y de gran fragilidad.

Proteger este rico patrimonio marino y establecer las medidas de gestión oportunas para preservarlo debe ser uno de nuestros objetivos prioritarios. Con la integración de nuestros espacios naturales en la Red Natura 2000 europea no solo estamos garantizando la protección de sus recursos, sino aportando además un valor añadido para las actividades que en ellos se desarrollan, para que puedan ser sostenibles en el tiempo.

El proyecto LIFE+ INDEMARES ha supuesto un hito para la conservación de nuestra biodiversidad marina, proporcionando las bases científicas para la ampliación de la Red Natura 2000 en el ámbito marino, a través del estudio e identificación de diez espacios de alto valor ecológico que han venido a sumarse a El Cachucho, el primer Área Marina Protegida de España.

Para proteger, primero es necesario conocer. Proyectos como INDEMARES hacen posible avanzar en el conocimiento de nuestros océanos, gracias a la enorme labor de investigación científica y el gran esfuerzo de coordinación desarrollado entre las partes implicadas. Instituciones de referencia en el ámbito de la gestión, la investigación y la conservación del medio marino han aunado sus fuerzas para estudiar lo que esconden casi cinco millones de hectáreas, repartidas en diez áreas alejadas de las costas y distantes entre sí, dando lugar al proyecto más ambicioso llevado a cabo en España en materia de conservación marina.

El resultado no ha podido ser más ilustrativo, con la propuesta de declaración a la Comisión Europea de 10 nuevos Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), y la declaración por España de 39 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Todo ello para incrementar la protección de nuestros mares desde menos del 1% hasta más del 8%, en dirección al cumplimiento del compromiso internacional del Convenio de Diversidad Biológica de proteger el 10% de las regiones marinas del mundo. Y, además, esta protección se realiza a través de la designación de lugares Red Natura 2000, la gran red ecológica europea que busca la conservación de los espacios más singulares del viejo continente con la compatibilización y el desarrollo de las actividades humanas que en ellos se desarrollan. Gracias al proyecto LIFE+ INDEMARES, hoy conocemos mucho mejor nuestros mares y somos más conscientes del enorme patrimonio natural que se esconde en sus profundidades. Más de cien campañas oceanográficas han permitido sacar a la luz la riqueza sumergida en estas zonas marinas, que deseamos dar a conocer al ciudadano a través de estas páginas, descubriendo al lector sus aspectos más sorprendentes y valiosos.



1 Resumen ejecutivo

El área marina del **Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León** se localiza en el extremo nororiental de la península ibérica. La costa, que pertenece a la comarca catalana del Alto Ampurdán es rocosa y abrupta, recortada en multitud de calas cerradas, pequeñas playas, brazos de roca acantilados e islotes. El elemento más notable de esta costa, el promontorio del cabo de Creus, es también el extremo más oriental del Pirineo catalán. La península del cabo de Creus es agreste y poco elevada pero se adentra en el mar en más de 10 kilómetros.

El área marina incluye una extensa plataforma continental y buena parte del cañón submarino de Creus, así como las cabeceras de los cañones de Lacaze-Duthiers, Pruvost y un par de cañones secundarios. Frente al cabo se encuentra la cabecera del cañón de Creus que, según se aleja de la costa hacia el este, alcanza los 6 kilómetros de anchura y casi los 2.000 metros de profundidad. Entre la línea de costa y la cabecera del cañón queda una estrecha plataforma continental, entre los 60 y los 120 metros de profundidad, que juega un importante papel como zona de transporte de sedimentos y materia orgánica. En la pared sur del cañón de Creus dominan las terrazas mientras que las paredes de la cara norte están formadas por escarpes y extraplomos. El cañón de Lacaze-Duthiers presenta una geomorfología muy similar a la del cañón de Creus, aunque las paredes son aún más escarpadas.

Al área llegan las aguas transportadas por la corriente Liguro-Provenzal o corriente del norte, que circula en el golfo de León en sentido contrario a las agujas del reloj. En su recorrido hacia el sur, estas aguas cargadas de nutrientes procedentes del río Ródano, son enfriadas por la Tramontana y el Mistral (vientos de componente norte y noroeste respectivamente) y al llegar sur del golfo topan con el cabo de Creus, que obstaculiza su paso. La estrecha plataforma continental que separa la costa del cañón juega un papel crucial en la distribución de la materia orgánica y de los sedimentos que aportan los ríos que vierten sus aguas al golfo. Todo este material es canalizado desde las zonas más superficiales y costeras a lo largo de la plataforma continental hasta llegar a la cabecera y el flanco sur del cañón, donde se hundirá hacia sus profundidades aportando nutrientes a las comunidades que allí habitan. De forma periódica, se producen fenómenos de afloramiento en la pared sur del cañón generando procesos de retorno de materia orgánica hacia la plataforma ayudando a mantener la riqueza biológica de esta área marina.

Estas condiciones climatológicas y oceanográficas tan particulares condicionan la alta productividad de la zona. La elevada concentración de nutrientes disueltos en el agua favorece el desarrollo de densas poblaciones de fitoplancton, que se convertirán en el alimento que sustentará el resto de la red trófica. La gran productividad de la zona tiene consecuencias sobre la diversidad de especies que coexisten en las aguas del cabo de Creus, y hasta el momento se han identificado y catalogado más de 2.000 especies en su entorno. Esta cifra tan alta nos da una idea de la importancia ecológica que tiene este área, ya que en una zona tan reducida se ven representadas más de una cuarta parte de todas las especies reconocidas en el Mediterráneo. Otro efecto de estas condiciones tan especiales consiste en la alta concentración estacional de krill en ciertas localizaciones del cañón submarino, que le confieren un importante papel como hábitat refugio y de cría de especies bentónicas y demersales con gran interés comercial.

En los fondos de la plataforma continental del Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León destaca la presencia de tres comunidades biológicas importantes. La **comunidad de detrítico enfangado** es la más extensa. Se caracteriza por sus amplias zonas de arena y fango en las que se desarrollan plumas de mar (*Pteroeides spinosum* y *Pennatula rubra*), así como corales blandos (*Alcyonium palmatum*). La **comunidad de fondos detríticos del final de plataforma** es muy variada y sus especies características varían según las condiciones locales: lirios de mar (*Leptometra phalangium*), erizos (*Cidaris cidaris* y *Echinus acutus*) y anémonas-tubo (*Cerianthus membranaceus* y *Arachnanthus oligopodus*). En determinadas áreas, el detrítico de plataforma rodea parches y salientes rocosos donde la biodiversidad es aún más elevada y dominan diferentes especies de gorgonias y esponjas, y constituyen la representación en el área de la **comunidad de roca de mar abierto**.

En las zonas profundas del borde de plataforma se ha descubierto un hábitat peculiar consistente en un arrecife subfósil de poliquetos serpúlidos, originado hace más de 13.000 años y que no ha sido cubierto por el sedimento debido a su localización en la cornisa sur del cañón, donde dominan fuertes corrientes de fondo.

El cañón de Creus alberga una de las comunidades de corales de aguas frías de *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa* mejor conservadas del Mediterráneo. Estas comunidades son un ejemplo de cómo debieron ser los fondos rocosos del talud mediterráneo en tiempos pasados, cuando los corales de aguas frías ocupaban un amplio rango de distribución. En otras zonas del Mediterráneo, los corales de aguas frías se encuentran en un estado de conservación muy pobre o han desaparecido del todo, fundamentalmente debido a la presión ejercida por la actividad humana.

La **comunidad del final de la plataforma continental de fondos detríticos y roca de mar abierto**, la **comunidad de los cañones dominada por el coral *Madrepora oculata*** y la **comunidad de arrecife subfósil de profundidad** están incluidas en la denominación del Hábitat 1170 (Arrecifes) del Anexo I de la Directiva 92/43/CEE (Directiva de Hábitats). En el área del cabo de Creus, este hábitat ocupa una superficie aproximada de 1.200 hectáreas. La relevancia de todas estas comunidades radica en la capacidad que tienen de generar estructuras tridimensionales y, por lo tanto, aportar complejidad estructural a los fondos. Estas comunidades bioconstructoras favorecen el incremento de la diversidad biológica y la abundancia de especies asociadas. Por otra parte, estas comunidades son altamente vulnerables ya que sus especies dominantes son longevas, de crecimiento lento con escasa capacidad de recuperación y muy sensibles a los cambios en su entorno.

El delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) y el rorcual común (*Balaenoptera physalus*), ambos incluidos en el Anexo IV de la Directiva de Hábitats, son los cetáceos con más avistamientos en el área del cabo de Creus. El delfín mular (*Tursiops truncatus*), de hábitos costeros, también se ha encontrado nadando en solitario por la zona del cañón. Este último está citado además en el Anexo II de la Directiva de Hábitats, sobre especies de interés comunitario para cuya protección es necesario designar zonas especiales de conservación.

Entre las aves destaca la presencia de la pardela mediterránea (*Puffinus yelkouan*) con avistamientos de hasta 1.200 ejemplares estimados en un solo día, seguida de la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*). El charrán patinegro (*Sterna sandvicensis*) es muy abundante sobre las aguas del cañón durante el invierno. El paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*), la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) y el alcatraz atlántico (*Morus bassanus*) completan la lista de especies

pelágicas regulares en la zona y justifican la importancia de esta zona como **Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marina**.

Atraída por la abundancia de recursos explotables en los fondos del área marina del **Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León**, la flota pesquera ha faenado en sus aguas durante décadas, tanto en las modalidades consideradas artesanales como en las de tipo industrial. Mientras que sus artes no contacten con el fondo, la pesca artesanal no parece generar importantes impactos sobre las comunidades bentónicas. La fragilidad de los corales profundos los hace extremadamente sensibles ante posibles enganches de los cables de palangre y de artes perdidos o abandonados. La pesca de arrastre, por su parte, produce uno de los mayores impactos de los que se tiene constancia sobre los fondos blandos de la plataforma continental, tanto localmente al impactar físicamente sobre el sustrato y arrancar la fauna bentónica, como a cierta distancia por el incremento de partículas en suspensión que generan. Además, en los últimos años se ha producido un incremento de la pesca furtiva y de la pesca considerada recreativa. Al no ser reportada ni gestionada administrativamente, ambas comportan un problema grave ante la regulación de las actividades profesionales, la gestión de los recursos pesqueros y la conservación de los hábitats.

Puede considerarse que la densidad de tráfico marítimo que soporta la zona que no es muy alta, al no estar situada en una zona de paso de rutas comerciales importantes ni en la proximidad de ningún gran puerto. A pesar de ello, existen otras actividades humanas, actuales y previstas a medio plazo, que producirán una presión muy importante sobre las comunidades bentónicas y pelágicas, como son los estudios sísmicos, las prospecciones mineras o, la posibilidad de explotación de gas natural o petróleo mediante la técnica conocida como *fracking*, actualmente en estudio.

1 Executive Summary

The marine area “**South-West Gulf of Lions canyons system**” is located in the northeastern part of the Iberian Peninsula. The coastline belongs to the Catalan province of Girona, featuring a large number of rocky outcrops with many coves, small beaches, vertical cliffs and islets. Cape Creus is the most notorious element of the landscape, which corresponds to the easternmost part of the Pyrenees Mountains. This small peninsula is characterized by its wildness, and despite its low relief it penetrates into the Mediterranean Sea for more than 10 kilometers.

The marine area includes an extensive continental shelf, as well as a large part of the submarine canyon of Creus, the head of Lacaze-Duthiers and Pruvost Canyons and also a couple of secondary submarine canyons. In the case of Creus Canyon, it is located just in front of the cape and it opens eastward, reaching a width of 6 kilometers and almost 2,000 meters of depth. Between the coastline and the head of the canyon there is a narrow continental shelf between 60 and 120 meters depth, which plays an important role in the transport of sediments and organic matter. Terraces dominate the southern wall of the Creus Canyon, while cliffs and overhangs characterize the northern wall. The Lacaze-Duthiers Canyon presents a similar geomorphology to Creus, although its walls are even steeper.

The waters that surround the area are influenced by the Liguro-Provençal or Northern Current, which performs an anticyclonic gyre in the Gulf of Lions. On their way to southern latitudes, these nutrient-rich waters, mainly enhanced by the discharge of the Rhone River, are cooled by the

Tramontana and Mistral winds (with a North and Northwestern origin respectively). These waters move towards the southern part of the Gulf of Lions until they come upon cape Creus, which blocks their way. The narrow continental shelf that separates the coastline from the submarine canyon plays a crucial role in the distribution of the organic matter and sediments provided by the rivers that reach the gulf. All this material is funneled from the shallow and coastal areas all along the continental shelf until it reaches the head and the southern wall of the canyon, through which it sinks to greater depths providing a significant supply of food to the deep-dwelling biological communities. Upwelling phenomena occur periodically, providing a return route for the organic matter to the shelf, which contributes to the maintenance of the biodiversity rates observed in this marine area.

These particular climatic and oceanographic conditions determine the great productivity of the area. The high concentration of nutrients dissolved in the water boosts the development of a dense phytoplankton community, which in turn becomes the food source that sustains the rest of the food web. This great productivity has had an effect over the diversity of the organisms that coexist in the waters surrounding the cape, and more than 2000 species have been identified up to date in the area. Such great numbers in a relatively small surface imply that almost one fourth of all species catalogued in the Mediterranean Sea are represented in cape Creus. Another effect of these particular conditions is the high seasonal concentration of krill in certain locations of the submarine canyon, which plays a key role as a refuge and reproductive habitat for a certain number of benthic and demersal species of commercial interest.

Over the continental shelf of the “South-West Gulf of Lions canyons system”, three major benthic communities stand out among all others. The **muddy detritic community** is the most widespread, characterized by large areas of sand and mud where sea pens (*Pteroeides spinosum* and *Pennetula rubra*) and soft corals (*Alcyonium palmatum*) develop. The shelf edge detritic community is very rich and its characteristic species may vary according to local and specific conditions: sea lilies (*Leptometra phalangium*), sea urchins (*Echinus acutus* and *Cidaris cidaris*) or tube anemones (*Cerianthus membranaceus* and *Arachnanthus oligopodus*). In certain areas, the shelf edge detritic is found surrounding rocky outcrops where biodiversity is enhanced. These rocky patches are dominated by different species of gorgonians and sponges, representing the offshore rocky bottom community.

In the deeper areas of the shelf break, a new habitat consisting of a **subfossil reef of serpulid polychaetes** formed about 13,000 years ago has been discovered. It has avoided getting buried under the sediment due to its location on the southern wall of the canyon, where strong bottom currents dominate.

The Creus Canyon holds one of the cold-water coral communities of *Madrepora oculata* and *Lophelia pertusa* better preserved in the Mediterranean. These communities must be considered an example of how the rocky bottoms of the Mediterranean continental slope could have been in the past, when cold-water corals were widely distributed. In other locations of the Mediterranean Sea, cold-water corals have a very poor conservation status or have even disappeared absolutely, essentially due to the pressure exerted by human activities.

The offshore rocky bottom community, the cold-water coral community dominated by *Madrepora oculata* and the **subfossil reef of serpulid polychaetes are included in the Habitat 1170 “Reefs” from the Annex I of the Directive 92/43/CEE (Habitats Directive)**. In the area of the “South-West Gulf of Lions canyons system”, this habitat occupies 1200 ha approximately. The relevance of all these communities reside in the capacity that reefs have in generating tridimensional structures, and hence increasing the structural complexity of the seabed. Engineering species favor the

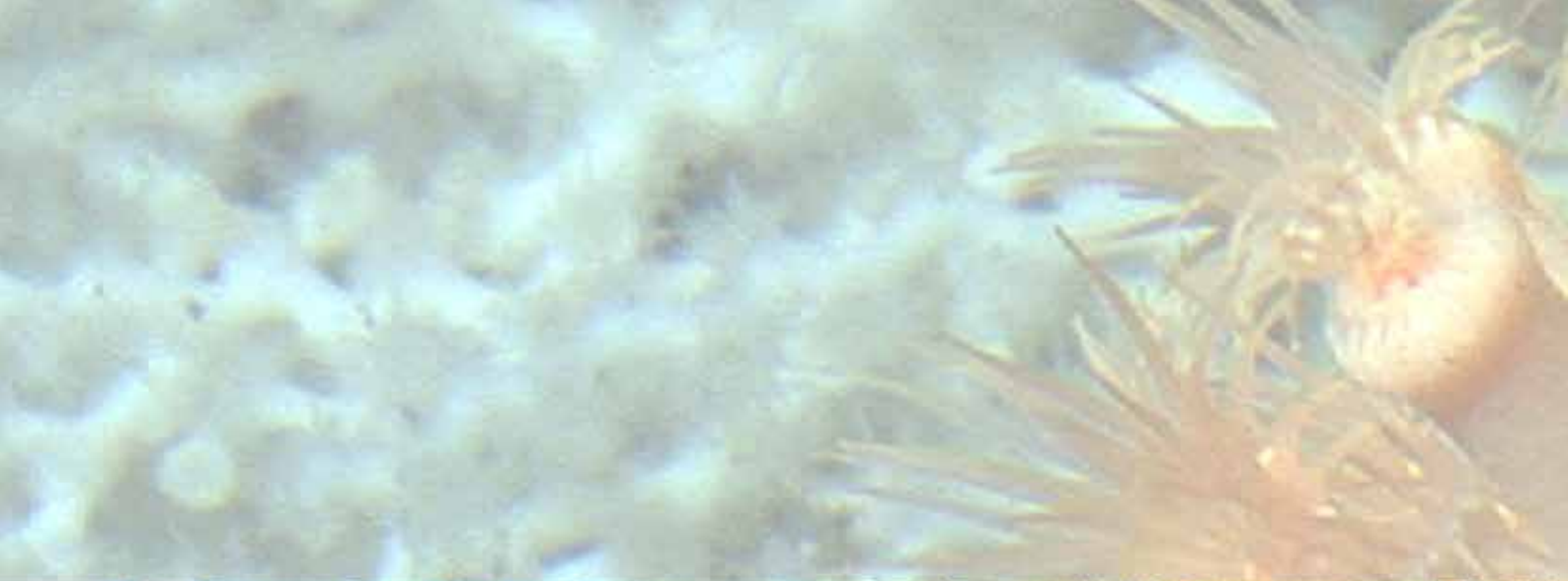
biological diversity and the abundance of associated species. Additionally, these communities must be considered very vulnerable because their dominant species are long-lived, with very slow growth rates, with a low recovering capacity and very sensitive to changes in their environment.

The striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) and the fin whale (*Balaenoptera physalus*), both included in the Annex IV of the Habitats Directive, are the most sighted cetaceans in the area of cape Creus. The common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), with a generally more coastal distribution, has also been observed swimming alone close to the canyon area. This last species is mentioned in Annex II of the Habitats Directive, as a species of commune interest for whose protection it is necessary to designate special zones of conservation.

In the case of sea birds, the presence of the Yelkouan shearwater (*Puffinus yelkouan*) and the Balearic shearwater (*Puffinus mauretanicus*) is relevant, with sightings of the former species of up to 1200 individuals in a single day. The sandwich tern (*Sterna sandvicensis*) is very abundant over the waters of the canyon during the winter period. The european storm petrel (*Hydrobates pelagicus*), the Audouin's gull (*Larus audouinii*) and the northern gannet (*Morus bassanus*) complete the list of regular pelagic species observed in the area, which justify the importance of cape Creus and its surroundings as a marine Special Protection Areas for birds (SPA).

Both artisanal and commercial fishing fleets have operated in the waters of the "South-West Gulf of Lions canyons system" during decades, attracted by the abundance of exploitable marine resources produced in this marine area. The artisanal fishing fleet does not seem to generate important impacts over the benthic communities when their arts do not reach the seafloor. The fragility of the cold-water corals, however, makes them extremely vulnerable against possible entanglements from long-line cables. Commercial trawling, on the other hand, represents one of the major threats over the soft bottoms of the continental shelf, both locally by physically removing the benthic fauna, and regionally by increasing the number of suspended sediment particles. In addition, there has been an rise in the number of recreational fishing activities as well as some illegal fishing practices in the past few years. If these practices are not being reported nor being properly managed, both may become a serious threat towards professional activities, fishing resources and the conservation status of the different habitats.

The density of marine traffic is not very high around the cape, since it is not located near commercial routes neither in the proximity of large ports. However, other human activities that may be executed in the near future will generate high pressures over the benthic and pelagic communities. Activities like seismic studies, mining and the possibility of extracting natural gas using the well-known technique of fracking are today under study.



2 INDEMARES, un hito en la conservación del medio marino

El 71% de la superficie de nuestro planeta está cubierta por agua, de la cual el 97% es mar y, a pesar de ello, sigue siendo un gran desconocido.

El mar es fuente de vida, pero el aumento de la presión de las actividades humanas en el medio marino está mermando la salud de los océanos y la disponibilidad de los recursos naturales que albergan. Por esta razón, la protección de nuestros mares y el desarrollo sostenible de las actividades económicas que en él se desarrollan es imprescindible.

España es uno de los países más ricos en términos de biodiversidad marina, de la que dependen importantes actividades económicas. Pero, mientras más de una cuarta parte del territorio terrestre está incluida en la Red Natura 2000, la red de espacios protegidos de referencia a nivel europeo, en el ámbito marino esta red estaba menos desarrollada. Los altos costes y la complejidad asociados a la realización de inventarios en zonas alejadas de la costa y a grandes profundidades dificultan la disponibilidad de la información científica sobre hábitats y especies que debe guiar la identificación de los espacios a incluir en esta Red.

En este contexto, en el año 2009 se inició el **proyecto LIFE+ INDEMARES**, una de las mayores iniciativas europeas para el conocimiento y la conservación del medio marino, que ha tenido como objetivo contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles. El proyecto, cofinanciado por la Comisión Europea ha tenido un enfoque participativo, integrando el trabajo de instituciones de referencia en el ámbito de la gestión, la investigación y la conservación del medio marino y a los usuarios del mar, especialmente al sector pesquero.

La Fundación Biodiversidad, dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, ha sido la coordinadora del proyecto, en el que han participado 9 socios: el propio Ministerio, el Instituto Español de Oceanografía, el Consejo Superior de Investigaciones

Científicas, ALNITAK, la Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos, OCEANA, la Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario, SEO/BirdLife y WWF España.

El proyecto se ha desarrollado en **10 grandes áreas repartidas por las tres regiones biogeográficas** marinas de España cuya selección se basó en su amplia representación natural, en la presencia de especies o hábitats amenazados y la existencia de áreas de alto valor ecológico, estudiando así una superficie de casi 5 millones de hectáreas:

- Región Atlántica: Banco de Galicia, Sistema de cañones submarinos de Avilés y Volcanes de fango del Golfo de Cádiz.
- Región Mediterránea: Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León, Canal de Menorca, Espacio marino de Illes Columbretes, Sur de Almería-Seco de los Olivos y Espacio marino de Alborán.
- Región Macaronésica: Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura y Banco de la Concepción.

Además, se ha completado la información de otro proyecto LIFE “Áreas Importantes para las Aves (IBA) marinas en España” (LIFE04NAT/ES/000049), desarrollado por SEO/BirdLife con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, por el cual se seleccionaron las 42 IBA marinas. Durante INDEMARES se han corroborado otras 2 IBA marinas y se ha estudiado en detalle el uso que las aves hacen de estos espacios, su interacción con las actividades humanas y sus amenazas. Al final de INDEMARES, 39 de estas áreas importantes para las aves han sido designadas como Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

Se han realizado **más de 40 actuaciones** dirigidas, en una primera fase, a obtener la información científica y socioeconómica en cada una de las áreas estudiadas y, en una segunda fase, analizar los resultados de forma coherente

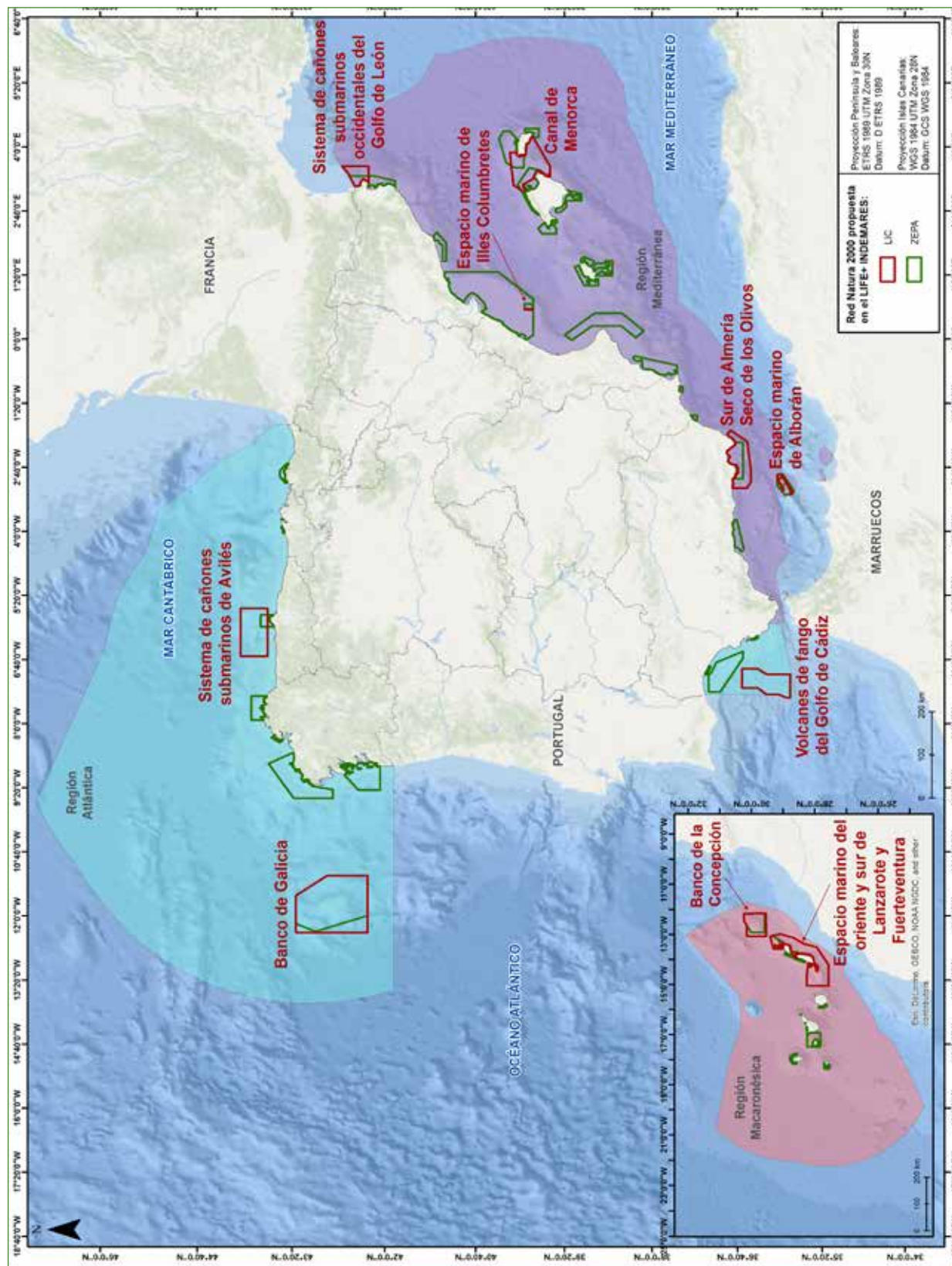


Figura 2.1. Mapa de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 propuestos en el proyecto INDEMARES.
Foto: Fundación Biodiversidad - Mónica Campillos.

para permitir, a través de la participación pública, la designación de espacios de la Red Natura 2000 y la elaboración de las directrices de gestión en esta red ecológica europea.

El **enfoque multidisciplinar** del proyecto ha permitido emplear diferentes herramientas y técnicas de muestreo con el fin de incrementar el conocimiento de las zonas hasta llegar a disponer de una información detallada de las especies presentes. Se han aplicado metodologías para el estudio de la hidrografía, caracterizando cada región, describiendo sus principales masas de agua y la hidrodinámica de las corrientes. También se ha abordado la geología de las mismas, incluyendo levantamientos batimétricos, perfiles sísmicos, muestreos de sedimento y petrológicos, obteniendo modelos digitales del terreno y mapas de tipos de fondo. Se han caracterizado las comunidades bentopelágicas, demersales, epibentónicas y endobentónicas, prestando especial atención a aquellas que conforman o estructuran los hábitats sensibles cuyo inventariado y cartografía era objeto principal del proyecto.

INDEMARES ha abierto un nuevo horizonte en el conocimiento de la biodiversidad que atesoran las profundidades y que tiene una relevancia vital en la estabilidad del clima, los océanos y en los bienes y servicios que producen para el bienestar humano. Trabajar en las zonas profundas de nuestros mares, caracterizando lugares de los que prácticamente no se tenía ningún dato científico, ha sido una tarea titánica, uno de los grandes retos del proyecto.

Se han identificado cerca de **144 hábitats** presentes en el **Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos**, logrando una caracterización de los hábitats bentónicos más precisa y amplia de Europa y permitiendo la localización de los hábitats presentes en el Anexo I de la Directiva Hábitats. Además, se ha obtenido información muy valiosa sobre la importancia de otros tipos de hábitats no incluidos en la Directiva y que, según los criterios científicos, se debe proponer su inclusión y, por lo tanto, contribuir a su mejora en cuanto a la representación de hábitats marinos se refiere. Estos son: hábitats biogénicos sobre fondos sedimentarios, maërl y rodolitos y fondos de cascajo.

Asimismo se ha ampliado el conocimiento sobre los patrones de usos que las **16 especies de aves marinas** presentes en el Anexo I de la Directiva Aves hacen de sus áreas de distribución, así

como la influencia de las actividades humanas sobre todas ellas.

Los estudios sobre los **cetáceos y tortugas** han permitido conocer sus estimas de abundancia y presencia y la identificación de las áreas más importantes que merecen una atención especial. A través de un laboratorio de experimentación, se han desarrollado herramientas de mitigación de los impactos producidos por determinadas actividades humanas sobre este grupo de animales: turismo, defensa, transporte y pesca.

Gracias a INDEMARES, España se sitúa a la vanguardia de la conservación del medio marino en toda Europa, no solo por la superficie Red Natura 2000 propuesta para designación, sino también porque ha sentado las bases para la futura gestión de estas áreas. Como principal resultado de INDEMARES se han declarado **39 ZEPA marinas** (Zonas de Especial Protección para las Aves) y 10 LIC (Lugares de Importancia Comunitaria), lo que supone **7,3 millones de hectáreas**. Esta superficie, sumada a la declarada con anterioridad al proyecto, significará la **protección del 8,4% de la superficie marina del Estado**, contribuyendo, de esta forma, al objetivo del Convenio de Diversidad Biológica de proteger el 10% de las regiones marinas.

El **Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León** es un área marina excepcional en la que se han desarrollado numerosos proyectos de investigación durante las últimas dos décadas. Las zonas menos profundas, hasta los 50 metros, están incluidas en el **Parc Natural de Cap de Creus (Parque Natural del Cabo de Creus)**. Las zonas más someras están dominadas por comunidades de algas y de invertebrados bentónicos, albergando una gran riqueza biológica.

Los estudios previos realizados en la zona permitieron diseñar con mayor precisión los muestreos a desarrollar en las zonas más profundas, tanto en la plataforma como en el talud continental. A pesar de que se trata de zonas afectadas por actividades pesqueras, se han descubierto áreas todavía bien conservadas, con altos índices de diversidad biológica que se encuentran dominadas por gorgonias, esponjas o corales de aguas frías.

El estudio de la estructura y dinámica ecológica de las comunidades ha generado importantes datos sobre el papel ecológico que juegan los corales de aguas frías como reservorios de

biodiversidad y como hábitat refugio de fases larvarias y juveniles de peces y crustáceos (el conocido como efecto *nursery*). Las corrientes asociadas al cañón intervienen en procesos de resuspensión y transporte de nutrientes y materia orgánica desde otras zonas, generando las condiciones necesarias para mantener unas comunidades bentónicas tan diversas.

Toda esta riqueza proporciona en gran medida la base de excepcional relevancia que tiene la zona para las aves, integrada en la Zona Especial para las Aves del espacio marino de l'Empordà.

El área del Sistema de los cañones submarinos occidentales del Golfo de León es un laboratorio perfecto para estudiar y comprender en profundidad los procesos biológicos que se desarrollan entre la plataforma continental y las cuencas profundas del mar Mediterráneo. Algunos de sus enclaves cuentan con un estado de conservación que se podría considerar como extraordinario. Es por ello que se puede considerar un magnífico lugar de estudio para comprender como se recuperan los hábitats marinos tras la aplicación de medidas de gestión sostenible de los recursos y que compatibilicen las actividades humanas con la conservación.

3 Metodología

El área de estudio tiene una extensión de más de 1.000 km², de los cuales la gran mayoría corresponde a los ambientes de plataforma continental y talud superior y apenas un 15% de la superficie corresponde al cañón del cabo de Creus (155 km²). Las tres campañas oceanográficas realizadas a bordo del Buque Oceanográfico (B/O) “García del Cid” y las numerosas campañas litorales que se han ejecutado a lo largo del proyecto han tenido como objetivos la caracterización de los fondos de la plataforma y del talud continental hasta los 400 metros de profundidad y de la columna de agua que se encuentra inmediatamente encima. Se han realizado estudios de geomorfología, análisis físico-químicos del agua, estudios de las comunidades de zooplancton, grabaciones de imágenes de la fauna bentónica y recolección de muestras biológicas para la determinación de las diferentes especies. Todos estos estudios han sido realizados por el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).



Figura 3.1. Buque Oceanográfico “García del Cid”, gestionado por la Unidad de Tecnología Marina del CSIC y utilizado para todas las campañas INDEMARES en el Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León. **Foto:** IFM/GEOMAR - Karen Hissman.

Estudios Geológicos

El **estudio geológico** del área de trabajo se ha realizado mediante técnicas indirectas a partir de la interpretación de datos acústicos registrados con una ecosonda multihaz, que nos aporta información sobre la batimetría y la reflectividad del fondo. A su vez, también se

ha analizado las características del sedimento mediante técnicas directas a partir del análisis de muestras recogidas con diferentes tipos de dragas. La morfología y la interpretación de la calidad del fondo han sido claves para la selección de puntos de muestreo, ya que permiten seleccionar zonas donde la profundidad y la calidad del fondo sea la adecuada para disponer del mayor abanico de combinaciones posible.

El **estudio sedimentológico** se llevó a cabo mediante el análisis granulométrico de un conjunto de muestras adquiridas con una draga “Van Veen”, que recoge el sedimento de los primeros 40 centímetros del fondo marino. Con estas muestras se caracterizó el tamaño de grano de las diferentes partículas que componen el sedimento en diferentes puntos de la plataforma y el talud. Paralelamente, se obtuvieron diferentes testimonios de las primeras capas del sedimento mediante la utilización de una “Box corer”, instrumento que permite conocer como varían las características físicas y químicas del sedimento en las diferentes capas que lo conforman.

Columna de agua

Para conocer las condiciones físico-químicas de la masa de agua que se encuentra sobre la plataforma y el cañón de Creus, se realizaron una serie de estaciones en las que se hizo descender una sonda o CTD montado sobre una roseta con diferentes botellas Niskin, que pueden ser activadas desde el mismo buque. Un CTD (correspondientes a las siglas en inglés de Conductivity Temperature and Depth / conductividad temperatura y profundidad) es un instrumento oceanográfico que consiste en un sistema de sensores que mide diferentes variables físicas del agua a medida que descienden por la columna, tales como temperatura, densidad, conductividad, turbulencia, etc. Estas medidas se muestran a tiempo real en un ordenador a bordo del buque, de manera que se puede escoger a que profundidad se van cerrando las botellas



Figura 3.2. (de izda. a dcha. y de arriba abajo): Investigadores del ICM/CSIC procesando los datos obtenidos mediante la sonda multihaz a bordo del B/O “García del Cid”. (Foto: ICM / CSIC - Josep - María Gili); draga “Van Veen” utilizada para los análisis de granulometría (Foto: IFM/GEOMAR - Karen Hissman); draga “Box-corer” utilizada para la recolección de testigos de sedimento. (Foto: ICM/CSIC - Josep-Maria Gili) y procesado “in-situ” de las muestras de sedimento recogidas con la Box-corer (Foto: ICM/CSIC - Alejandro Olariaga).

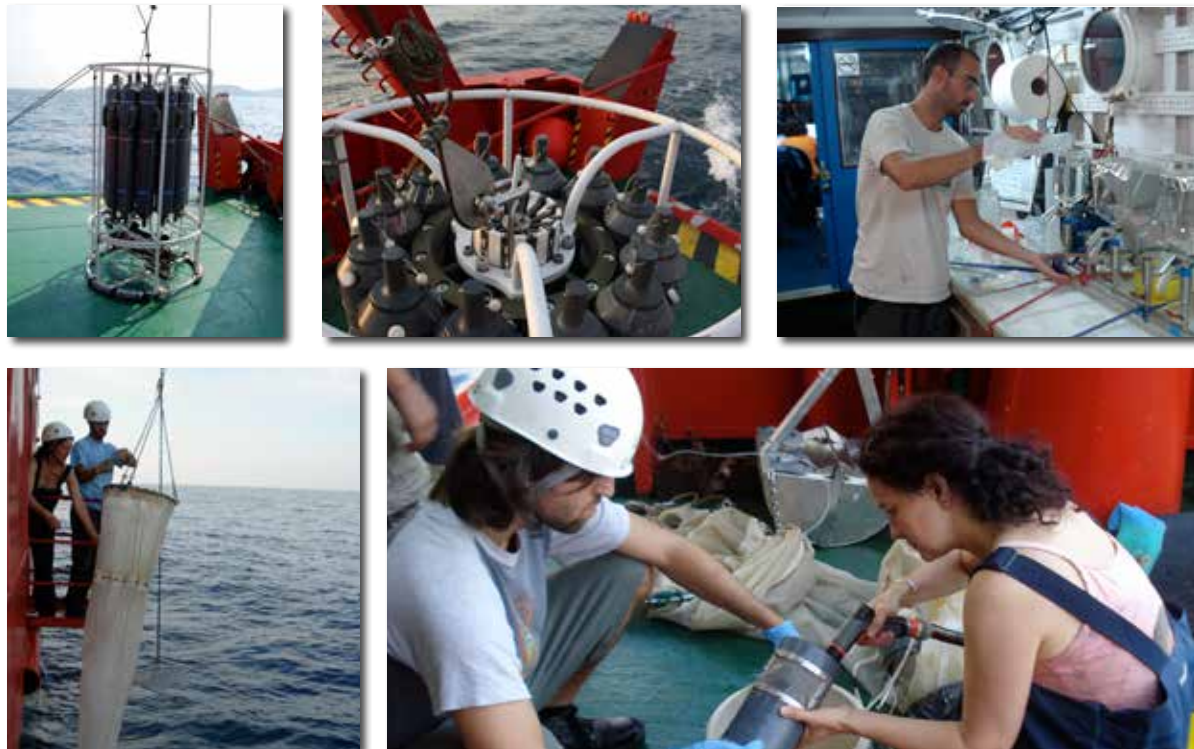


Figura 3.3. (de izda. a dcha. y de arriba abajo): Dos imágenes del CTD montado sobre la roseta que se utilizó en las diferentes campañas (Fotos: ICM/CSIC - Adrea Gori y Carlos Dominguez Carrió); Filtrado del agua recogida mediante las botellas Niskin para su posterior análisis en el laboratorio (Foto: ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió); Imagen de la red de plancton utilizada en las campañas INDEMARES en el cabo de Creus (Foto: ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió); Extracción y fijado de la muestra recogida mediante la red de plancton (Foto: ICM / CSIC - Carlos Dominguez Carrió).

Niskin que recogerán agua a diferentes profundidades. Las botellas Niskin permiten recoger y conservar en condiciones óptimas el agua a la profundidad deseada. Este agua es después utilizada para realizar diferentes análisis químicos, tales como concentración de nutrientes, concentración de clorofila, cantidad de carbono y nitrógeno orgánico disuelto y particulado, etc.

También se hicieron pescas oblicuas con una red de plancton en diferentes puntos de la plataforma y el talud, caracterizando así la composición faunística de las diferentes masas de agua. Las muestras recogidas fueron analizadas identificando los diferentes componentes de la comunidad plantónica animal, tales como copépodos, isópodos, medusas, larvas de diferentes especies, etc.

Comunidades Bentónicas

El estudio de las comunidades bentónicas se basó en la grabación de imágenes de alta definición, así como la recolección de muestras biológicas para la identificación precisa de las diferentes especies que componen los fondos de la plataforma y el talud del cabo de Creus.

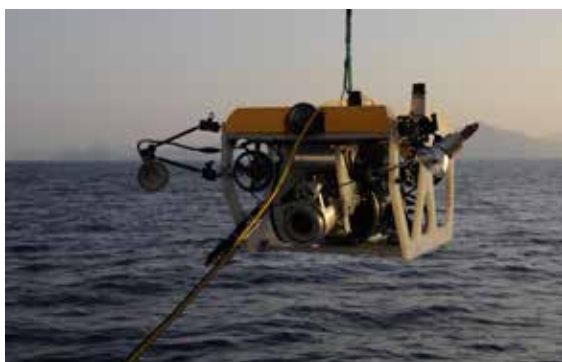


Figura 3.4. Imágenes del ROV “Nemo” utilizado en las campañas oceanográficas INDEMARES en el cabo de Creus.
Foto: ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió y Josep-Maria Gili.

Las **imágenes** fueron registradas mediante un ROV (siglas en inglés de “Remotely Operated Vehicle” o vehículo operado de forma remota) dotado de una cámara de alta definición y con capacidad para llegar hasta profundidades superiores a los 300 metros. Estos vehículos se controlan desde superficie y la información llega a través de un umbilical, que los conecta a un conjunto de ordenadores instalados a bordo del buque oceanográfico. El ROV utilizado disponía, además, de un sistema de recolección de muestras que permitía recoger aquellos organismos que necesitaran de una identificación más precisa en el laboratorio.

A su vez, también se utilizó un sumergible tripulado para la grabación de las imágenes, con una profundidad límite más allá de los 400 metros. Este submarino también está equipado con una cámara de alta definición, además de disponer de dos punteros láser que permiten dar escala a las imágenes obtenidas. Del mismo modo que el ROV, el submarino utilizado está equipado con un brazo articulado que permite recoger muestras a demanda en función de las necesidades de cada inmersión. Los sumergibles tripulados, al no estar conectados al buque mediante ningún sistema de cableado, tienen una gran maniobrabilidad y pueden operar con mucha mayor facilidad en zonas de paredes verticales y extraplomos.



Figura 3.5. Imágenes del sumergible “JAGO”, que permite realizar inmersiones hasta los 400 metros de profundidad y con capacidad para dos personas.
Foto: IFM/GEOMAR - Karen Hissman y Toni García.

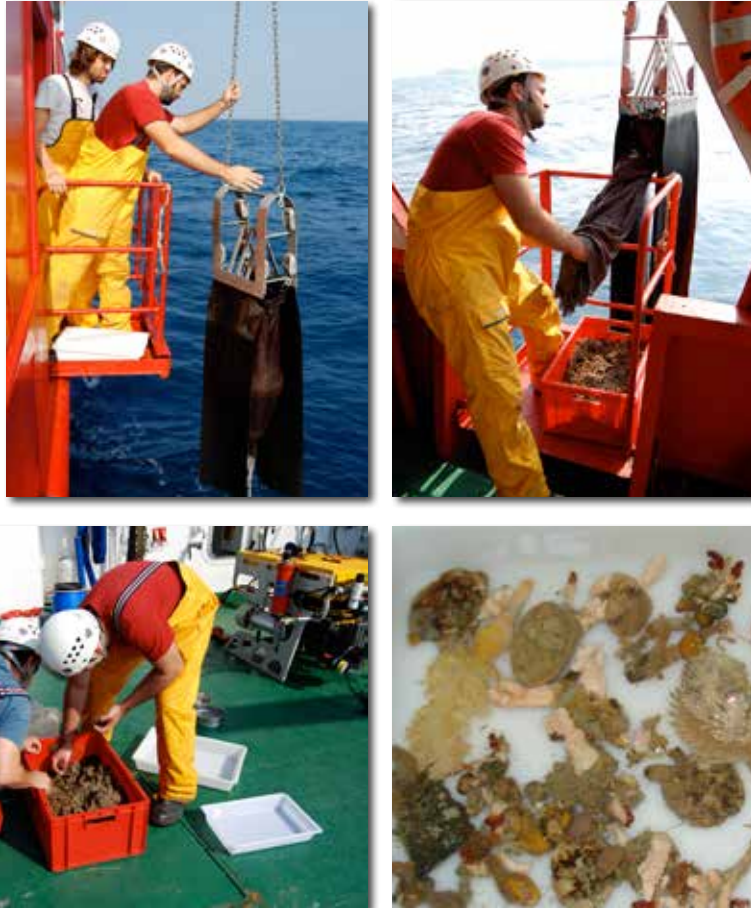


Figura 3.6. (de izda. a dcha. y de arriba abajo). Imágenes de la red bentónica “Martin Rauschert”, utilizada para recoger organismos bentónicos del fondo marino (Foto: ICM / CSIC - Andrea Gori); Procesado de la muestra recogida con la “Martin Rauschert” (Foto: ICM/CSIC - Andrea Gori) y algunos de los organismos de fondo blandos de la plataforma recolectados (Foto: ICM / CSIC - Carlos Dominguez Carrió).

Las **muestras biológicas** fueron recogidas mediante el uso de un patín epibentónico de pequeño tamaño denominado “Martin Rauschert”. Este patín se desliza sobre el fondo del mar y recolecta organismos de diferentes especies que se encuentran en el epibentos o directamente sobre el sustrato, no enterrados, y que quedan retenidos en su malla. Este tipo de muestreo no provoca un daño excesivo al ecosistema, ya que se trata de una red con una apertura de unos 50 centímetros de diámetro.

Para la recolección de gorgonias o esponjas de mayor tamaño se utilizó el patín “Benthic ripper”, diseñado específicamente para este propósito en el Instituto de Ciencias del Mar (CSIC). Este patín combina las ventajas de una draga bentónica y un ROV, ya que incorpora una cámara de video que permite ver desde superficie la comunidad sobre la cual se está muestreando y el número de organismos que se han recolectado. Se desplaza sobre el fondo mediante unas ruedas de caucho que le permiten sortear obstáculos de mediano tamaño.



Figura 3.7. Imagen del patín “Benthic Ripper” utilizado para recoger ejemplares de esponjas y gorgonias (Arriba) y algunas de las muestras recogidas (Abajo). Fotos: ICM/ CSIC - Carlos Dominguez Carrió y Josep-Maria Gili.

Especies Pelágicas

Las poblaciones de **mamíferos marinos** de la zona se han estudiado siguiendo tres vías de información básicas: los censos visuales en el mar, los censos acústicos y la foto-identificación de individuos.

Transectos lineales

Los grupos de investigación que han participado en el estudio de cetáceos en las distintas áreas del proyecto INDEMARES acordaron una metodología de estudio de estas especies basada en transectos lineales diseñados para proporcionar una cobertura representativa, perpendiculares a la costa y en zig-zag. De esta forma registró la información sobre esfuerzo recorrido y avistamientos realizados bajo los mismos criterios metodológicos.

Un avistamiento se define como un grupo de animales de la misma especie, vistos al mismo tiempo y mostrando un comportamiento similar a menos de 1500 metros unos de otros. Para cada avistamiento se han registrado, en formularios específicamente diseñados la hora inicial del primer contacto, la posición, la dirección del movimiento, la especie, el número de animales y la profundidad.

Al menos cada 15 minutos se tomaron datos genéricos referidos al esfuerzo de búsqueda realizado en el área, y durante determinados sucesos tales como avistamientos o cambios de turno. Los datos de recorrido (hora local, posición, rumbo y velocidad de la embarcación) se obtuvieron automáticamente mediante el uso de un GPS. Los datos de búsqueda hacían referencia a si se estaba en esfuerzo/fuera de esfuerzo.



Figura 3.8. Técnico del proyecto durante un periodo de censo visual. **Fotos:** SUBMON.

En cuanto a la multitud de datos ambientales posibles, se tomaron como prioritarios el estado del viento y de la mar (siguiendo las escalas de Beaufort y de Douglas respectivamente), la nubosidad y la visibilidad (en términos náuticos, la visibilidad se define como la máxima distancia horizontal a la que un observador puede distinguir claramente un objeto en el horizonte).

Métodos acústicos

Los cetáceos son capaces de comunicarse entre sí (conversar) y algunos de ellos conocer su medio ambiente (detectar su alimento y navegar) usando un sistema de sonar biológico. Aunque no todas las especies de cetáceos realizan este proceso de ecolocalización, el sonido es fundamental para la vida de todas estas especies. Esta característica de algunos cetáceos es aprovechada para la investigación mediante el uso de hidrófonos u otras técnicas acústicas. El hidrófono de arrastre es una herramienta fundamental para llevar a cabo censos acústicos; permite la detección de la presencia de los animales a través del sonido, aunque no sean avistados, y la grabación y creación de archivos y bancos de estos sonidos para caracterizar de forma más clara las especies de cetáceos que sean objeto del estudio.

En el golfo de León, además, se ha utilizado un método acústico pasivo, con el fondeo de una unidad de registro acústico autónomo (EAR, por sus siglas en inglés) que ha permitido el seguimiento continuado de la presencia de las diferentes especies de cetáceos, además se ha estudiado el patrón estacional y los movimientos migratorios del rorcual común (*Balaenoptera physalus*). El sistema EAR se sumerge mediante un sistema de fondeo a una profundidad de hasta 500 metros, donde graba los sonidos detectados y almacena las grabaciones en un disco duro.

Foto Identificación

Muchas especies de cetáceos tienen unas marcas distintivas (pigmentación o muescas en las aletas dorsales) que varían de un animal a otro de tal forma que los individuos pueden ser reconocidos en el mar. Las fotografías de esas marcas distintivas forman la base

de un método llamado foto-identificación que provee información sobre tamaño de la población y supervivencia, movimientos y reproducción. Durante las campañas oceanográficas se tomaron fotografías de los animales, fundamentalmente el lomo y la aleta dorsales (aunque según la especie la técnica puede variar) y se anotan otros detalles de la morfología y de la coloración para garantizar la correcta identificación de la especie, además a cada animal fotografiado se le asigna el sexo y la condición sexual así como otros detalles tales como la extensión y la densidad de cicatrices en el cuerpo. Todos estos datos se vuelcan en una base de datos que promete hacer un seguimiento en el tiempo y en el espacio de cada individuo.



Figura 3.9. Preparación del fondeo para una sonda EAR desde el Buque Oceanográfico “García del Cid” (Arriba) y fotografiado de dos individuos de calderón común (*Globicephala melas*) para la base de datos de fotoidentificación (Abajo).

Fotos: SUBMON.

El **estudio de aves marinas** en el contexto de INDEMARES se ha dirigido a ratificar y, si procedía, completar el inventario de las Áreas Importantes para la Conservación de las aves marinas (en inglés *Important Bird Area*, IBA) identificadas previamente, así como a realizar

estudios de detalle a pequeña y mediana escala para conocer mejor los patrones de distribución de las aves marinas, sus ritmos de actividad, los usos que hacen del medio y las interacciones con actividades humanas. Esto último se centró en algunas de las IBA más representativas, para poder desarrollar las medidas de gestión adecuadas para mantener (o mejorar) el buen estado de conservación de las aves marinas en las futuras ZEPA.

La metodología seguida para llevar a cabo los objetivos marcados ha consistido fundamentalmente en la realización de censos desde embarcación, aprovechando diversas campañas oceanográficas u organizando campañas específicas, y en el marcaje de aves con dispositivos de seguimiento remoto. Ambas aproximaciones han permitido conocer en detalle los patrones de distribución espaciotemporales de las especies más relevantes así como poder inferir su comportamiento e interacción con actividades humanas. Por último, también se han desarrollado acciones específicas para poder evaluar interacciones con actividades humanas y cuantificar amenazas.

Campañas oceanográficas

Las campañas oceanográficas se han realizado principalmente mediante transectos (o área de muestreo) estandarizados, siguiendo la metodología más extendida en aguas europeas. Ésta consiste en censar las aves observadas en una franja imaginaria (generalmente 300 metros) a uno o dos lados del barco (en función de las condiciones de observación), a medida que éste avanza con rumbo y velocidad constantes (preferiblemente 5-15 nudos). Los datos se agrupan por unidades de censo, de 10 minutos, de forma que para cada unidad existe un valor de abundancia por especie, que queda vinculado a una posición georreferenciada. Durante la realización de los censos por transectos se recoge información sobre las variables ambientales que puedan influir en la distribución de las aves, principalmente variables meteorológicas, así como información relacionada con actividades humanas e impactos (presencia de embarcaciones, basuras, etc.). De forma complementaria también se han realizado censos en estación fija, durante maniobras de pesca, dragados de fondo, etc.

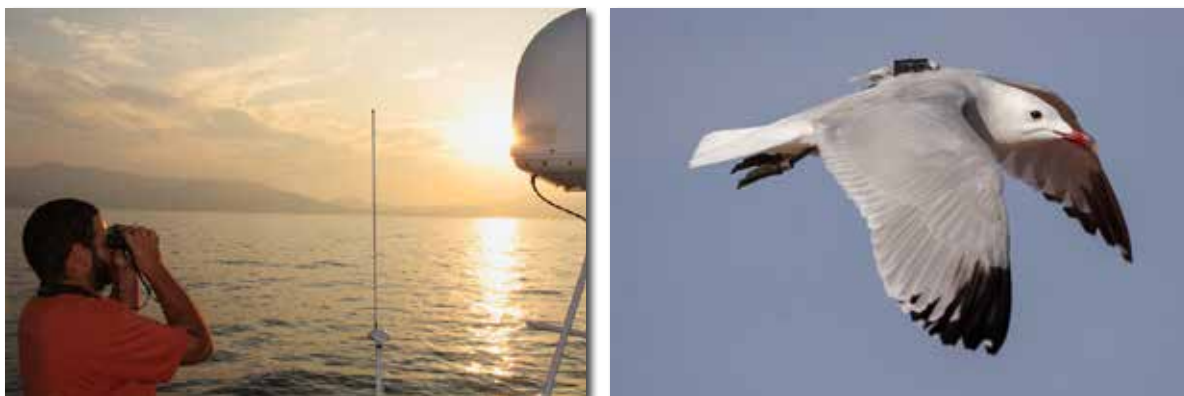


Figura 3.10. Imágenes de un censo visual durante un transecto (izda.) y de un ejemplar de gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) marcada con un dispositivo de seguimiento (dcha.). **Fotos:** SEO/BirdLife – Beneharo Rodríguez y J. M. Arcos.

Seguimiento remoto

El trabajo de marcajes y seguimiento remoto de aves marinas ha aportado resultados de gran interés durante el proyecto INDEMARES. En función de las especies y de los objetivos específicos de cada campaña, se han usado distintos dispositivos de seguimiento remoto y distintas metodologías para la sujeción de éstos a las aves. Cabe mencionar el espectacular avance en el marcaje con aparatos de GPS, gracias a la miniaturización y especialmente al abaratamiento de los costes, que ha permitido llevar a cabo más marcajes de los inicialmente previstos. Las especies y las colonias objetivo se han seleccionado atendiendo a las prioridades del proyecto y la viabilidad de las acciones. Se han priorizado aquellas especies del Anexo I de la Directiva Aves más sensibles y con poca información disponible, y/o aquellas de fácil manejo y tamaño mediano-grande que puedan aportar información de calidad.

Evaluación de las interacciones humanas

Las principales acciones dirigidas a evaluar interacciones con actividades humanas han sido: la realización de encuestas a pescadores (principalmente dirigidas a evaluar grosso modo la ocurrencia de capturas accidentales de aves, según el tipo de arte y la zona), el embarque de observadores en barcos de pesca (para poder estudiar con más detalle dichas capturas accidentales) y la elaboración de un mapa de riesgo ante la explotación de energía eólica marina. Asimismo, la información obtenida a partir de censos y marcajes también ha contribuido a este particular.



Figura 3.11. Grupo de aves marinas en torno a un barco pesquero. **Foto:** SEO/BirdLife – J. M. Arcos.



4 El Cabo y Cañón de Creus, dos accidentes geográficos excepcionales

LA RED DE CAÑONES SUBMARINOS DEL GOLFO DE LEÓN

El Sistema de cañones occidentales del Golfo de León se localiza en el extremo nororiental de la Península Ibérica, en las proximidades de la frontera con Francia. El cañón de Creus es el más septentrional de la compleja red de cañones del golfo de León, que se extiende hasta la altura de la localidad francesa de Tolón. El margen continental del golfo de León se caracteriza por tener una plataforma continental inusualmente amplia a pesar de encontrarse en la cuenca Mediterránea, llegando a longitudes de hasta 72 kilómetros en sus puntos más anchos. El borde de la plataforma se encuentra incidido por un entramado de cañones submarinos que convergen en la base del talud continental, llegando a profundidades de hasta 2.000 metros. Debido a diferencias en la amplitud de la plataforma a lo largo del margen continental, algunos de estos cañones se encuentran relativamente cerca de la costa, como es el caso del cañón de Creus.

Esta intrincada red de cañones, formada durante el período Cuaternario, juega un papel muy importante en la dinámica del margen continental, ya que canaliza hacia fondos abisales una gran parte del sedimento aportado por los ríos que vierten sus aguas en el golfo. La morfología y la estructura sedimentaria del talud continental son el resultado de las interacciones entre los aportes sedimentarios, especialmente los del río Ródano, las oscilaciones eustáticas, la re-movilización de sedimentos previamente acumulados y la evolución geodinámica de la cuenca durante miles de años. La prevalencia de estos factores, entre otros de tipo más esporádico, condicionó la formación de la mayoría de los cañones del golfo, con la excepción del cañón de Creus y del Petit Rhône, ambos de origen tectónico.

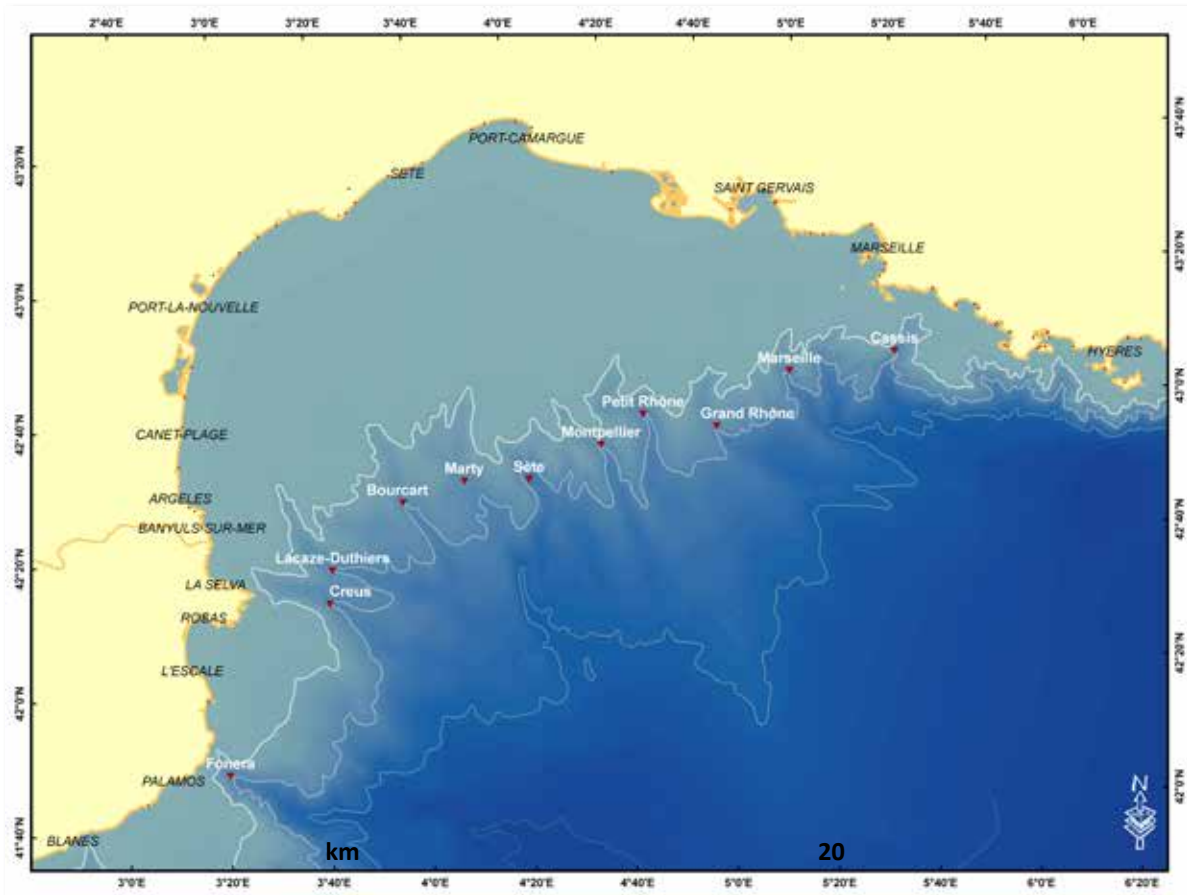


Figura 4.1. Red de cañones submarinos del margen continental del golfo de León.
Fuente: ICM/CSIC - Susana Requena.

Características Geológicas del cabo y del cañón de Creus

La parte emergida del cabo de Creus se corresponde con el extremo oriental del sistema de montañas que forman los Pirineos catalanes. Al llegar al mar, estos se adentran en forma de promontorio rocoso y abrupto, configurando el paisaje tan característico de la zona. Multitud de calas cerradas, pequeñas playas, acantilados e islotes se van sucediendo para dar forma a este sistema costero de belleza excepcional.



Figura 4.2. Aspecto que presenta la costa abrupta del cabo de Creus. **Fotos:** ICM/CSIC - Carlos Domínguez Carrió.

El cabo de Creus es un buen ejemplo del paisaje marítimo que dibuja el litoral a lo largo de la Costa Brava, con vegetación típica de la región mediterránea. Dado el relieve accidentado que presentan ciertas áreas costeras del cabo de Creus, la actividad humana ha sido relativamente baja durante muchos años, lo que ha favorecido una protección natural del paisaje. La riqueza de su flora y fauna ha contribuido a que parte de la plataforma montañosa del cabo de Creus fuera declarada Parque Natural Marítimo-Terrestre el año 1998 por el gobierno de la Generalitat de Cataluña. Este gran espacio natural protegido cuenta con casi 11.000 hectáreas terrestres y unas 3.000 hectáreas marinas, desde el Port de la Selva hasta la punta Falconera, ya en el golfo de Rosas.

La zona marina protegida abarca cabos, puntas, calas, playas e islotes de todo el litoral,

llegando hasta profundidades más allá de los 50 metros. En toda esta zona se alternan hábitats de gran valor ecológico, como los fondos de maërl, el precoralígeno y coralígeno, los fondos detríticos y las praderas submarinas de diferentes especies de fanerógamas, como la *Posidonia oceanica*.

Al norte y al sur del área marina protegida por el parque marítimo-terrestre se abre una extensa plataforma continental, cuya amplitud disminuye fuertemente en su punto de encuentro con el flanco meridional del cañón de Creus. Esta plataforma continental tiene una pendiente muy suave, de unos pocos grados. Al llegar al borde superior del talud continental, cerca de los 120-130 metros de profundidad, esta se desploma por paredes casi verticales que llegan a profundidades más allá de los 700 metros en las zonas profundas del cañón.

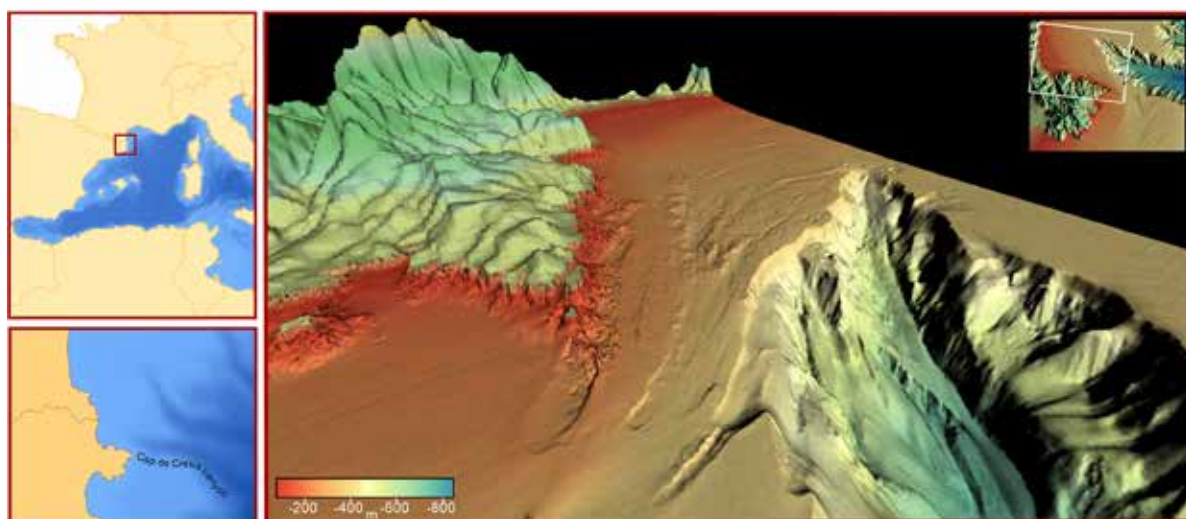


Figura 4.3. Localización del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León, al nordeste de la península Ibérica. La infografía muestra el relieve pronunciado del cañón de Creus y su cercanía al cabo. **Fuente:** UTM/CSIC - Claudio Lo Iacono, ICM/CSIC - Susana Requena.

Características Geomorfológicas

La plataforma continental del cabo de Creus tiene una extensión variable dada la situación del cañón respecto de la costa. En su parte más estrecha, la plataforma tiene unos 2,7 kilómetros de longitud, mientras que llega alrededor de los 12 kilómetros en las zonas al norte y al sur. La parte de la plataforma más cercana a la costa, por debajo de los 60 metros de profundidad, tiene una extensión reducida y se caracteriza por la presencia de afloramientos rocosos muy pronunciados.

La plataforma se acerca a la zona limítrofe con el talud de forma muy gradual, con pendientes que no superan en la mayoría de los casos 1° de desnivel. El margen de la plataforma se encuentra a una profundidad alrededor de los 130 metros, y está orientado en dirección norte sur. En la plataforma se alternan áreas llanas, caracterizadas por sedimentos arenosos y fangosos, y áreas rocosas más abruptas. Estas últimas se encuentran sobretudo a lo largo de la costa y del margen de la plataforma, entre los 90 metros y los 130 metros de profundidad.

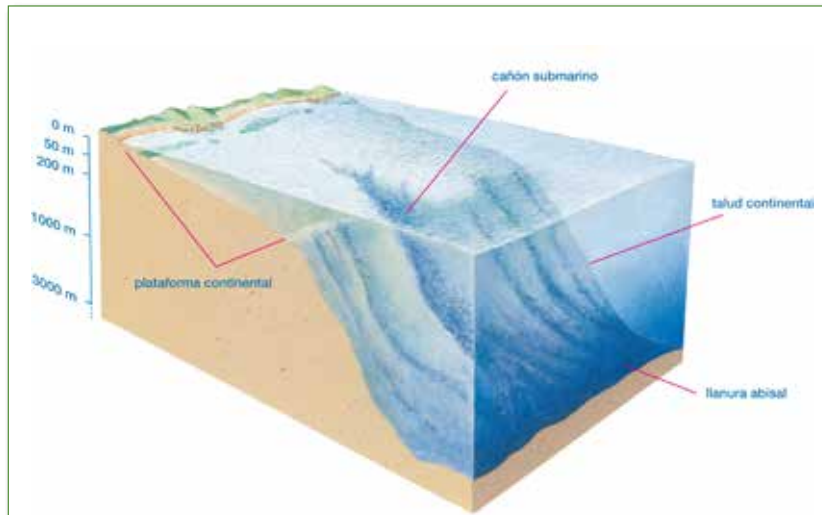


Figura 4.4. Representación esquemática de las diferentes estructuras geológicas presentes en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León. **Fuente:** Jordi Corbera.

La plataforma externa y el talud superior al sur del cabo de Creus muestran una morfología mucho más rugosa que la parte cercana al litoral. Pero es al llegar a los 130 metros de profundidad cuando nos encontramos con un cambio abrupto de la pendiente, donde

quedan al descubierto afloramientos rocosos y bioconstrucciones. El talud continental se adentra en las profundidades de forma muy rápida, y en pocos centenares de metros alcanza profundidades más allá de los 700 metros.

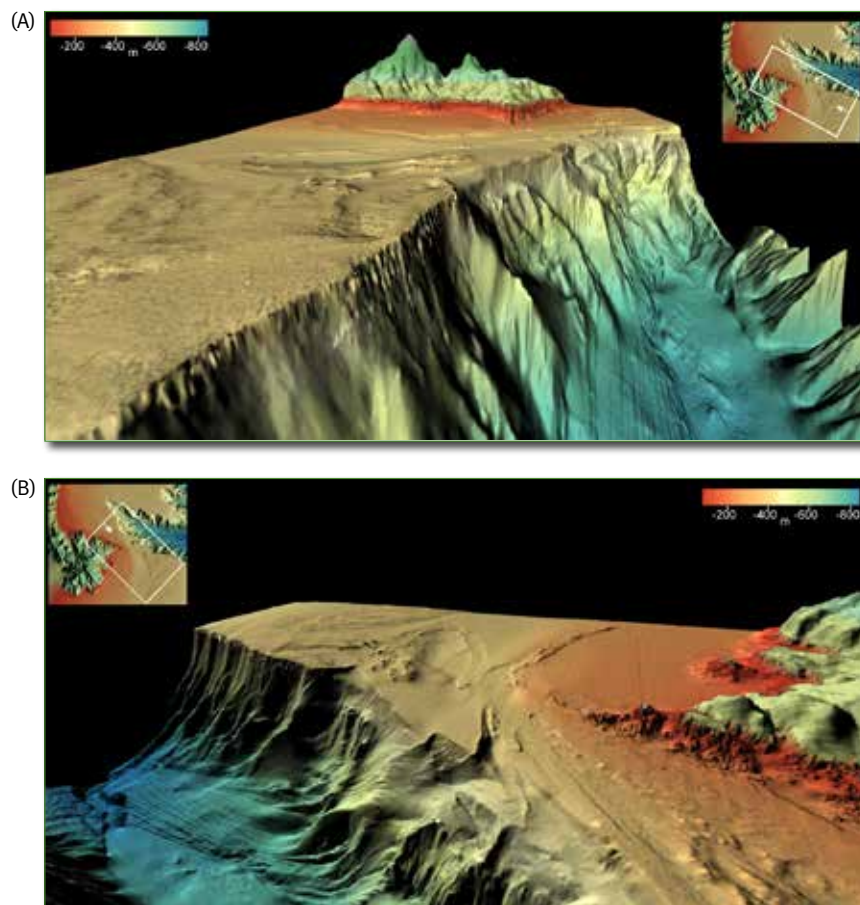


Figura 4.5. Aspecto del talud continental de la cara sur del cañón, donde se puede apreciar con claridad las grandes pendientes que muestra en su parte más alejada del cabo. (A) Visión de Este a Oeste y (B) visión de Oeste a Este.

Fuente: UTM/CSIC - Claudio Lo Iacono.

Dinámica Sedimentaria

El régimen de corrientes dominantes en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León condiciona en gran parte los procesos sedimentarios que se observan en la plataforma. La presencia de fuertes corrientes de fondo en dirección sur-oeste impulsan un transporte de limos que se acumulan en la zona de la plataforma cercana a la costa y en las zonas más alejadas de la misma. El aceleramiento de la corriente en la zona media de la plataforma da como resultado que dominen los fondos detríticos costeros en la cara norte del cabo de Creus y en una amplia zona de la cara este y sur.

Las zonas más costeras disponen de una proporción más elevada de arenas y las zonas intermedias entre la costa y las grandes extensiones de detrítico costero presentan una elevada acumulación de sedimentos finos. La dominancia de limo en todo el área, a excepción de las amplias zonas detríticas antes mencionadas, se debe en gran parte al origen de los sedimentos. Estos proceden de grandes ríos como el Ródano, el segundo más caudaloso del Mediterráneo. En general, hay una gran coincidencia espacial entre la dirección de la corriente dominante y su extensión, con el área ocupada por los sedimentos de naturaleza detrítica dominantes en la plataforma del cabo de Creus.

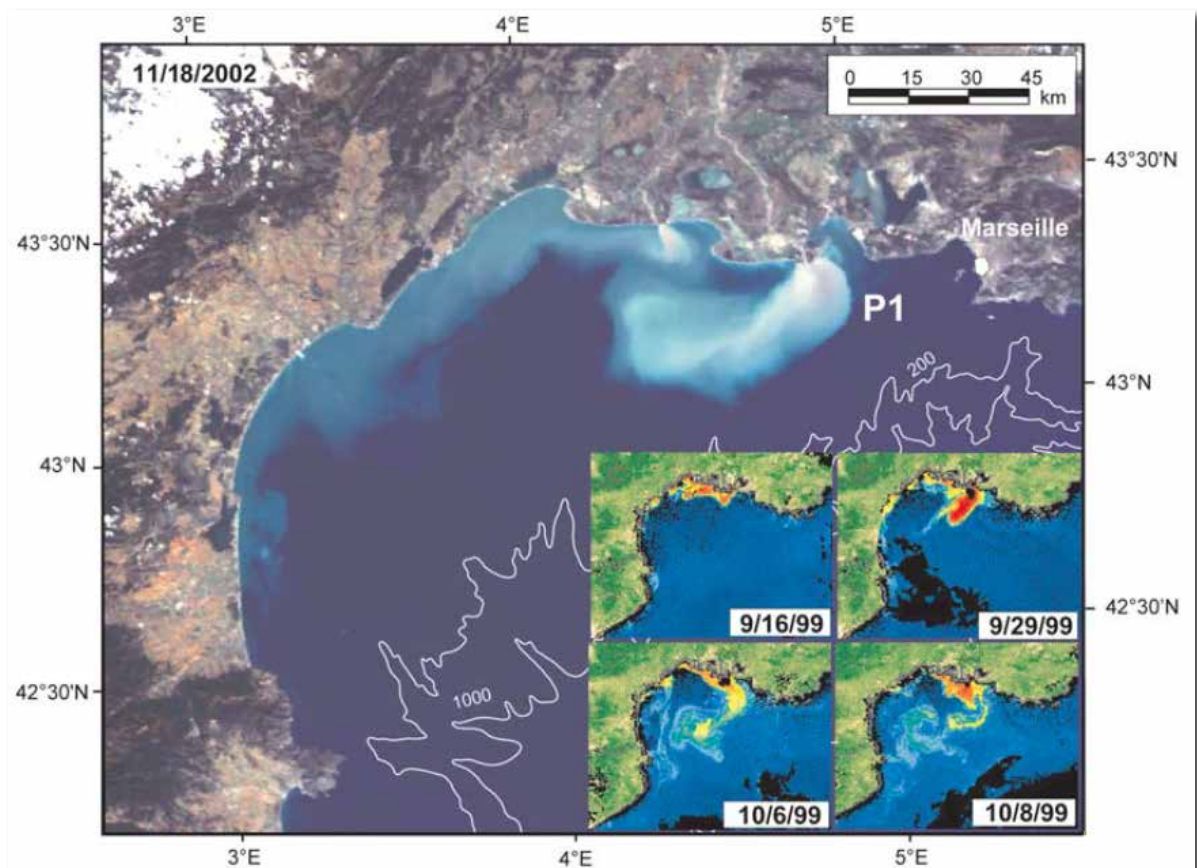


Figura 4.6. Imagen aérea de la gran pluma de sedimentos (P₁) resultado de los aportes del río Ródano después de una tormenta, donde se puede apreciar su desvío hacia la parte central del golfo a causa de las corrientes marinas dominantes. **Fuente:** Extraído de Arnau et al. (2004).



5 Valores oceanográficos de una de las zonas más productivas del Mediterráneo

El régimen de corrientes dominantes

El Sistema de cañones occidentales del Golfo de León se enmarca dentro de la cuenca Mediterránea noroccidental, de la que forman parte el mar de Liguria, la cubeta Provenzal Balear, el golfo de León y el mar Catalán. El patrón general de corrientes en la zona está dominado por un giro ciclónico completo a gran escala configurado en gran medida por fenómenos generados topográficamente por la isla de Córcega y las islas Baleares.

Asociado a este giro se forma una corriente con dirección noreste-sudeste que circula por la parte costera del giro y va asociada a la vertical del límite plataforma-talud. Esta corriente recoge aguas de la corriente Liguro-Provenzal procedentes del golfo de León, así como aguas provenientes del río Ródano. La corriente circula por el límite de la plataforma y lleva asociado

un frente de densidad de carácter permanente entre las aguas más ligeras de plataforma y las aguas más densas más allá del talud. La corriente del norte, asociada a este frente de densidad, proporciona un flujo considerable y estable para el transporte de aguas que llegan por ambos lados de Córcega hacia el golfo de León y el mar Catalán.

El régimen de corrientes sobre la plataforma continental del golfo de León está determinado tanto por la circulación general antes descrita como por los vientos dominantes. En la zona del cabo de Creus son habituales los vientos secos de componente norte, que reciben el nombre de Tramuntana (o tramontana en castellano) y Mistral. Su fuerza en esta zona es largamente conocida, y no son extraordinarios los eventos donde superen velocidades de 100 km/h. La presencia del cañón submarino y la proximidad del frente de densidad cerca

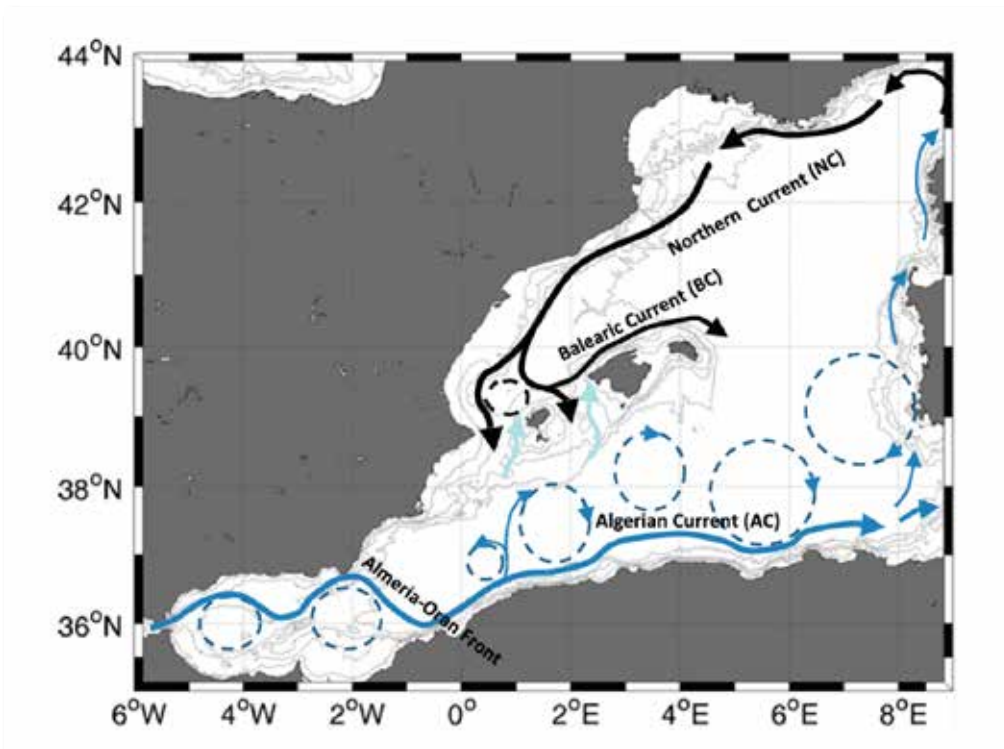


Figura 5.1. Representación esquemática del régimen de corrientes dominante en el Mediterráneo Occidental. Fuente: Extraído Balbin et al. (2013).

de la costa, generan una aceleración de las corrientes y consolidan un patrón dominante de componente noreste-sudeste a lo largo de todo el año, pero que se refuerza durante el invierno e inicios de la primavera. Este régimen de corrientes también se ve reflejado en las profundidades de la plataforma y el talud, ya que las corrientes de fondo dominantes siguen un patrón de dirección e intensidad muy

marcado durante una gran parte del año. De hecho, este régimen de corrientes tan acusado en la zona del cabo de Creus es el responsable de la fuerte dinámica de sedimentos registrada durante años, así como tiene influencia en la distribución de las comunidades biológicas que habitan en la zona.

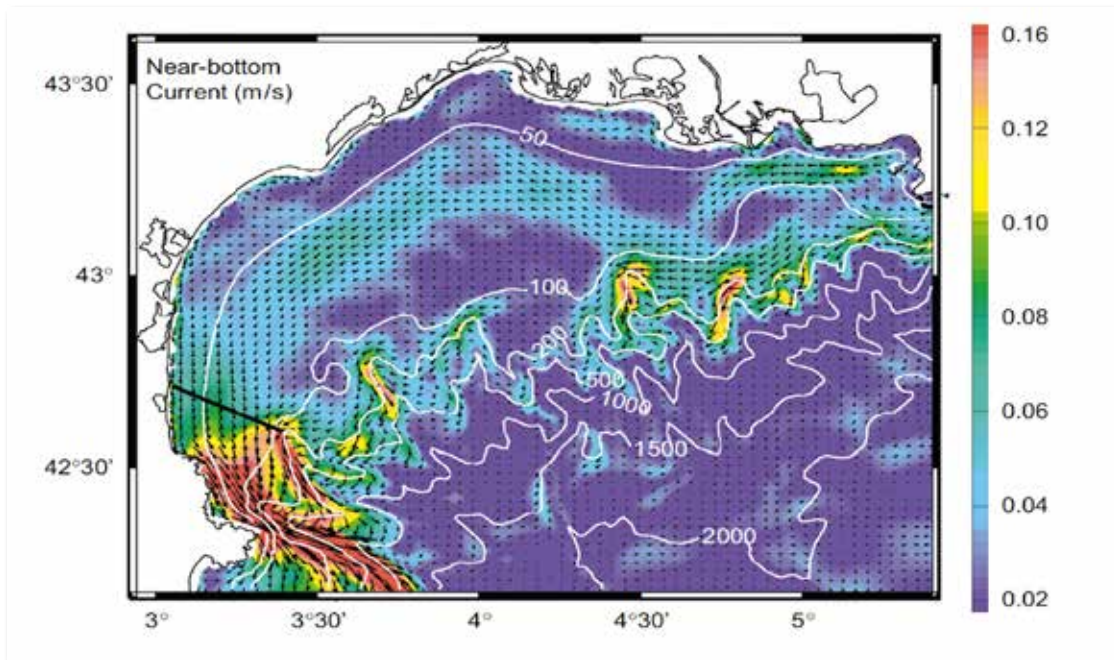


Figura 5.2. Esquema de las corrientes de fondo promediadas durante el año 2004 en el golfo de León, donde se puede observar la gran aceleración del flujo de agua al acercarse a la zona del cañón de Creus. **Fuente:** Extraído de Bourrin et al. (2008).

El régimen hidrológico y la producción primaria

El cabo de Creus se sitúa en una de las regiones más productivas del Mediterráneo. Esta producción se debe en gran parte a una conjunción de factores que fertilizan las aguas de plataforma (aportes fluviales) y que mezclan las aguas superficiales (vientos fuertes como la Tramontana y el Mistral). Las corrientes dominantes que circulan en dirección noreste-sudeste arrastran aguas procedentes de todo el golfo de León, aguas que se caracterizan por tener una de las concentraciones de material orgánico más altas del Mediterráneo.

La masa de agua asociada al patrón de corrientes descrito se compone de cuatro provincias hidrológicas distintas:

- 1) el golfo de Marsella, que es un sistema oligotrófico pero con un intenso y característico sistema de proliferación de

comunidades de fitoplancton dominadas por diatomeas

- 2) el sistema de la pluma del río Ródano, que aporta un nivel casi constante y elevado de nutrientes, altas y constantes concentraciones de clorofila y una comunidad de fitoplancton dominada por dinoflagelados
- 3) una zona de alta productividad al oeste de la pluma del Ródano caracterizada por dos periodos de proliferaciones dominadas por diatomeas; una al inicio de la primavera y otra a finales de invierno de menor intensidad
- 4) la zona del sur dominada por la corriente Liguro Provenzal y el frente asociado que presenta también una época primaveral de intensa proliferación fitoplanctónica y la propia producción inherente a la dinámica del frente de densidad

El efecto del 'cascading'

Las características geográficas del cañón de Creus tienen implicaciones en la hidrografía e hidrodinámica de la cabecera del cañón que, a su vez, tendrán un efecto clave en las comunidades biológicas instaladas en el mismo. La dinámica del cañón de Creus se caracteriza por presentar eventos periódicos denominados "cascading", durante los cuales las elevadas velocidades de las corrientes arrastran hacia capas muy profundas del cañón altas concentraciones de partículas y elevados niveles de sedimentación.

Esta dinámica sedimentaria se ve favorecida, además de por los aportes continentales por parte de descargas fluviales, por la formación de agua densa en ambientes costeros cuando se produce un enfriamiento de la superficie del mar inducida por el intenso viento de Tramuntana (o tramontana en castellano). Este

agua superficial adquiere mayor densidad que la que tiene por debajo, hecho que provoca su hundimiento y canalización a través de los cañones submarinos situados en el extremo más occidental de la plataforma, llevando consigo gran cantidad de partículas en suspensión que pueden llegar rápidamente hasta el fondo de la cuenca. La formación de agua densa de plataforma y su descenso en forma de catarata submarina por el interior de los cañones podría afectar de forma generalizada a las comunidades bentónicas que habitan en el interior de los mismos. Este fenómeno físico, conocido en cañones de otras áreas geográficas, merece ser destacado como una de las principales características oceanográficas del cañón de Creus y que hace de él un sistema singular, dado que estas características físicas pueden tener importantes implicaciones biológicas y ecológicas.

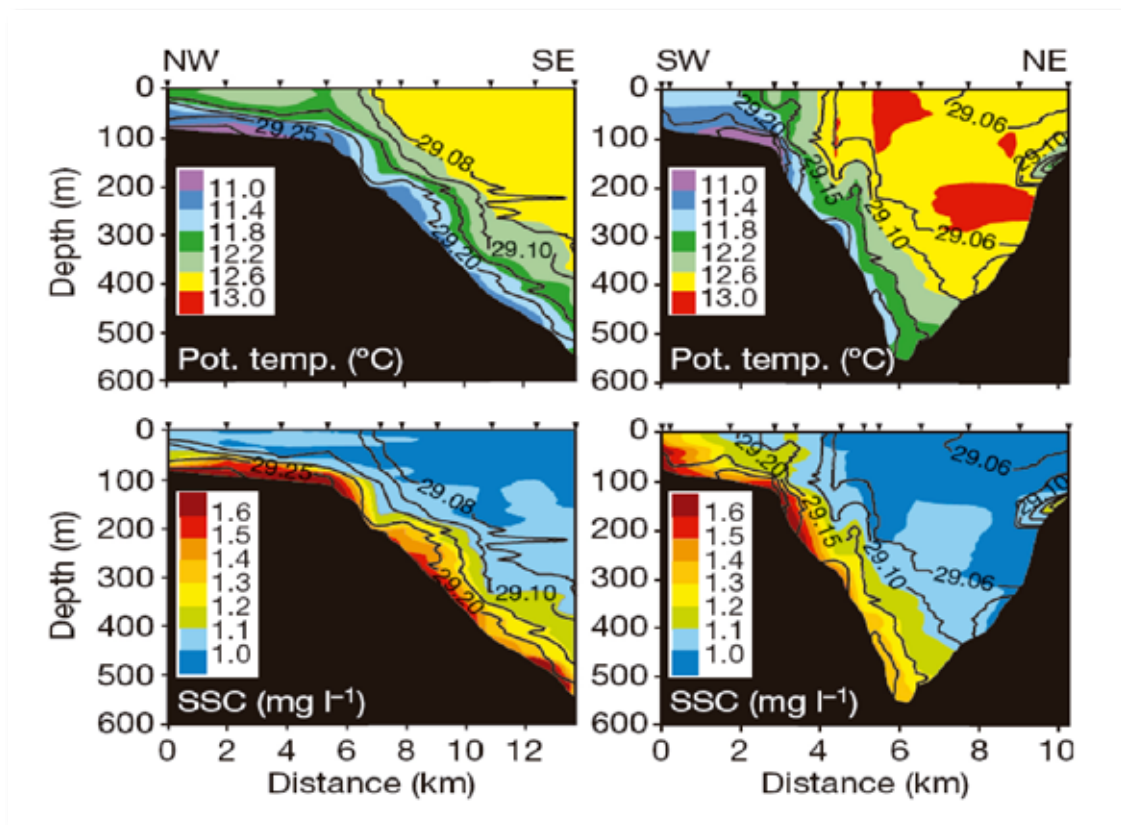


Figura 5.3. Temperatura potencial (arriba) y sedimento en suspensión (abajo) a lo largo y a través de la cabecera del cañón de Creus en febrero de 2005, donde se puede apreciar la pluma del agua densa de plataforma a lo largo de su pared sur, que arrastra consigo grandes cantidades de sedimento. **Fuente:** Extraído Canals et al. (2006).



6 La última frontera de la biodiversidad marina al nordeste de la Península Ibérica

La diversidad de hábitats y especies en el área marina del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León es excepcional. La costa se caracteriza por la presencia de abundantes acantilados rocosos, islotes de diferentes tamaños, calas y pequeñas playas de una gran belleza paisajística. Pero son sus fondos marinos los que destacan por su riqueza de ambientes y por una alta diversidad biológica, tanto vegetal como animal. Una inmersión desde la costa hasta los 400 metros de profundidad permitiría observar la mayoría de los hábitats que caracterizan el mar Mediterráneo, entre los que destacan los fondos arenosos con densas praderas de fanerógamas marinas, el coralígeno litoral dominado por invertebrados, los fondos detríticos y los oasis de roca aflorante, donde se concentra una gran diversidad de especies y de formas animales.

Son característicos de esta zona la proliferación de los distintos aspectos del denominado “coralígeno”, comunidad emblemática de los fondos marinos mediterráneos y del que encontramos desde grandes bloques y paredes verticales hasta pequeños enclaves de roca de origen biogénico. De entre todos estos ambientes, ocupan un lugar destacado las paredes verticales del cañón submarino de Creus, donde todavía se puede encontrar una de las comunidades de corales fríos mejor conservada de todo el Mediterráneo. Esta gran variedad de hábitats y ambientes marinos alberga asimismo un elevado número de especies animales con estilos de vida muy diferentes, como filtradores, suspensívoros, detritívoros, carroñeros y cazadores, que se benefician de la alta productividad biológica característica de las aguas del golfo de León.

La zona costera sumergida tiene un alto valor paisajístico y ecológico, con una amplia variedad de tipos de fondo a lo largo de todo su litoral. La zona norte del cabo se caracteriza por tener una costa rocosa con fuertes pendientes y comunidades dominadas por organismos que colonizan fondos rocosos, mientras que la zona sur (golfo de Rosas) predominan las planicies con fondos de arena y barro dominada por comunidades de fondos blandos.

A medida que nos alejamos de la costa, nos encontramos con una estrecha plataforma continental en la que se alternan todas aquellas comunidades propias de zonas fangosas y detríticas. Los moluscos bivalvos y los gusanos marinos se disputan la materia orgánica existente dentro del sedimento, mientras que las plumas de mar, los lirios marinos, las ofiuras y las anémonas compiten por el alimento en suspensión proveniente de capas más superficiales y que se va depositando sobre el fondo.

La roca aflora en ciertas zonas de la plataforma donde las corrientes de fondo alcanzan altas velocidades, dejando al descubierto un sustrato óptimo para la formación de bosques de gorgonias y de esponjas. Estas comunidades tienen un alto interés ecológico, ya que favorecen el desarrollo de un gran número de especies animales que viven asociadas a ellas.

Las plataformas continentales son, en general, grandes extensiones sedimentarias con un bajo relieve y con pocas estructuras que permiten dar refugio a animales vulnerables

de ser depredados. La presencia de comunidades bien desarrolladas de especies de suspensívoros o filtradores, que aumentan la complejidad estructural de estos fondos, los convierten en núcleos de vida, donde la diversidad de especies animales es mucho mayor que la que se puede encontrar en sus alrededores.

El descenso a mayores profundidades siguiendo el relieve que proporcionan las paredes del cañón submarino de Creus nos ofrece la posibilidad de contemplar la vida marina en uno de los ambientes más espectaculares de nuestros mares. Más allá de los 130 metros de profundidad nos encontramos con un paisaje abrupto y, en ocasiones, de apariencia hostil, comparable al de un descenso por el desfiladero de un río. Siguiendo el perfil de la cara sur del cañón submarino, nos encontramos con paredes verticales de roca aflorante que terminan en grandes terrazas sedimentarias, en las cuales se desarrollan comunidades típicas de fondos blandos, dominadas por ceriantarios y alcionarios. Los bordes de estas terrazas dejan libre la roca que las conforma, volviéndose a hundir en estos puntos hacia las profundidades en forma de acantilados abruptos. A partir de los 150-200 metros de profundidad, especialmente en la pared sur del cañón, empiezan a dominar los ambientes con presencia continua de rocas de diferentes tamaños, conformando el paisaje típico del interior del cañón. Las zonas dominadas por sustratos rocosos albergan las comunidades de los corales profundos o fríos en la que se encuentra un gran número de organismos: corales, esponjas, equinodermos, moluscos y crustáceos, todos ellos dependientes de las partículas en suspensión que las corrientes transportan desde la costa hasta estas profundidades.

A pesar de que son cuatro las especies de corales fríos identificadas en el interior del cañón submarino, la especie dominante que caracteriza estas comunidades es *Madrepora oculata*. Es interesante puntualizar que la mayoría de comunidades de corales fríos del Atlántico están dominados por otra especie de coral frío denominada *Lophelia pertusa*. En el caso del cañón de Creus, este coral aparece únicamente de forma aislada y es *Madrepora oculata* la especie que forma agregaciones de densidades elevadas. Esta especie es abundante en profundidades entre los 180 y los 300 metros, formando poblaciones con una alta concentración de colonias de tamaño mediano o grande. La gran mayoría de estos corales se encuentran en paredes verticales, a pesar de que un número significativo de ellos se desarrollan en rocas o en extraplomos. En las paredes del otro cañón submarino de la zona, el de Lacaze-Duthiers, ambas especies, *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*, dominan por igual y se extienden hasta mayores profundidades que en el cañón de Creus.

La diversidad biológica representada en estas comunidades de corales fríos es muy elevada si se compara con la que se puede observar en hábitats de fondos arenosos que dominan la plataforma continental. De hecho, la fauna acompañante en estos oasis de vida submarina pertenece a grupos animales muy diversos, entre los que destacan diferentes especies de organismos sésiles, como braquiópodos, bivalvos, briozoos, esponjas y poliquetos así como otros corales solitarios. Las especies móviles también están representadas en estas comunidades de corales y entre ellas destacan diferentes especies de ofiuras, crustáceos decápodos y eufausiáceos, que encuentran refugio entre las ramas de los corales. Asimismo, también se han reconocido un gran número de especies de peces, como la brótola de roca, el pez sable o el congrio, que encuentran en estos hábitats tanto alimento como protección y refugio.

6.1. Hábitats

En esta pequeña área marina están representados una gran mayoría de los hábitats del mediterráneo

Este área marina presenta una gran variedad de hábitats, con numerosos ecosistemas que se distribuyen a distintas profundidades desde el piso *infralitoral* hasta el piso batial.

El piso **infralitoral**, localizado desde la línea de marea hasta la profundidad máxima a la que llega la luz, queda fuera del LIC del Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León, si bien aquí se resumen algunos de los principales valores de esta franja.

El piso **circalitoral** se define como la zona o franja de profundidad de los fondos marinos donde los rayos del sol llegan débilmente, las aguas son frías, y la circulación de las corrientes es más suave que en las zonas menos profundas, aunque en determinados momentos pueden existir fuertes corrientes.

Estas condiciones llevan a la desaparición paulatina de las algas blandas, lo que favorece el desarrollo de las algas calcáreas incrustantes que necesitan menos luz. A su vez, también se observa una paulatina aparición de organismos suspensívoros y filtradores sésiles que se alimentan de partículas en suspensión y de otros organismos de carácter planctónico.

Dependiendo de la turbidez y de la luz que llega al fondo, el piso circalitoral puede ser más o menos amplio, abarcando profundidades que van desde los 30 hasta los 100 metros de profundidad.

El piso **batial** se corresponde, a grandes rasgos, con el talud continental, desde el borde de la plataforma hasta el comienzo de las llanuras sedimentarias profundas. Abarca desde unos 100 hasta unos 3.000 metros de profundidad, es decir, desde la profundidad máxima que pueden alcanzar las algas esciáfilas (que viven en zonas con poca luz) hasta el comienzo de las llanuras abisales. Estos fondos son muy heterogéneos, incluyen cañones y elevaciones submarinas y sus condiciones físico-químicas varían considerablemente conforme se gana profundidad.

Cerca del 60% de los fondos del Mediterráneo se corresponden con el piso batial y están sometidos a una temperatura constante alrededor de los 13°C. En el margen atlántico existe un gradiente mucho más marcado de temperatura desde los niveles superiores a los más profundos.

Haciendo un recorrido por estas franjas de profundidad encontramos en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León las zonas y ambientes que se describen a continuación.

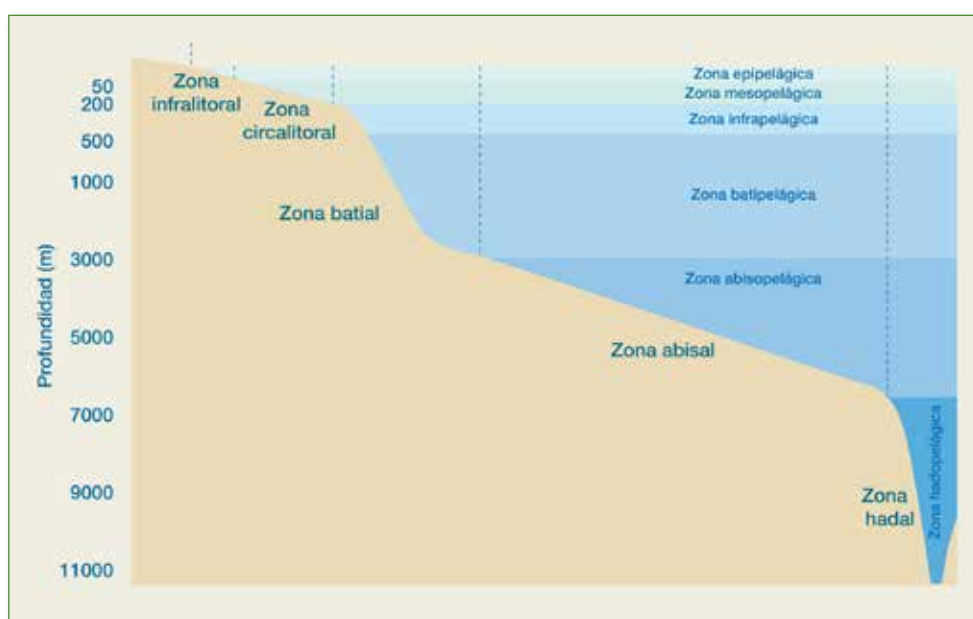


Figura 6.1. Representación esquemática de la distribución de los diferentes pisos marinos. **Fuente:** Jordi Corbera.

Zona costera

Está situada entre los 0 y los 60 metros de profundidad. Aunque una gran parte de esta zona queda fuera del LIC, es importante hacer al menos una pequeña mención ya que es parte del continuo ambiental costa-mar abierto. En ella, se han identificado 20 comunidades distintas.

En los fondos rocosos están representadas 4 comunidades infralitorales y 3 circalitorales. Entre las infralitorales dominan las comunidades de algas fotófilas que se diferencian en función del grado de exposición al oleaje; a mayor profundidad se extiende el precoralígeno acompañado de algas esciáfilas y gorgonias.

Siguiendo en profundidad, las comunidades

circalitorales de roca están representadas por coralígeno con esponjas y gorgonia roja, y por coralígeno de plataforma, situado sobre todo en la isla Massa d'Or y la isla Encalladora que son, además, las zonas más frágiles y amenazadas del litoral del cabo de Creus.

Los fondos de sustrato blando están representados por comunidades de arenas. Los fondos de arenas litorales se sitúan en el infralitoral y se dividen en 4 ambientes o categorías basándose en la composición de los granos del sedimento. Por debajo de estas comunidades de arena, en la banda entre el límite inferior del infralitoral y el superior del circalitoral, aparecen los fondos detríticos costeros que son muy importantes en el área y

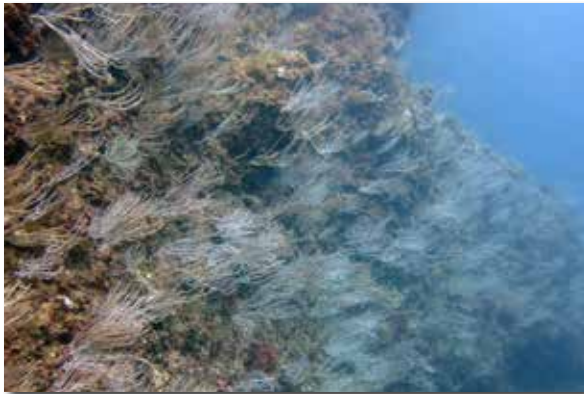


Figura 6.2. Imágenes de fondos infralitorales rocosos dominados por gorgonias, la gorgonia blanca *Eunicella singularis* (izda.) y el coral rojo y coral rojo *Corallium rubrum* (dcha.). **Fotos:** ICM/CSIC - Carlos Domínguez Carrió.

que llegan incluso a la plataforma continental. Las praderas de fanerógamas de *Posidonia oceanica* se extienden por toda el área costera, mientras que las de *Cymodocea nodosa* son más

escasas y se encuentran en la zona norte.

Las distintas comunidades de la zona costera se resumen en la siguiente tabla:



Figura 6.3. Imágenes de dos praderas de fanerógamas marinas dominadas por *Posidonia oceanica* (izda.) y por *Cymodocea nodosa* (dcha.). **Fotos:** ICM/CSIC - Carlos Domínguez Carrió.

Tipo de fondo	Ambientes	Comunidades
Blandos	De playas	Playas arenosas
	Arenas litorales	Arenas finas litorales
		Arenas finas litorales (facies de transición)
		Arenas medias y gruesas litorales
		Arenas detríticas litorales
		Arenas detríticas litorales (con määrl)
		Arenas con gravas y cantos rodados
	Arenas fangosas litorales	Arenas fangosas litorales
		Arenas detríticas fangosas litorales
		Arenas detríticas fangosas litorales (con määrl)
	Fondos terrígenos costeros	Fondos terrígenos costeros (fango)
	Praderas de fanerógamas	Praderas de <i>Posidonia oceanica</i>
		Arenas finas litorales (Con <i>Cymodocea nodosa</i>)
Antropogenizados	Ambientes de puertos	
Rocosos	Infralitoral rocoso	Comunidades de algas fotófilas
		Precoralígeno con <i>Codium spp</i>
		Precoralígeno con <i>Eunicella spp.</i>
		Precoralígeno con algas esciáfilas
	Circalitoral rocoso	Coralígeno de plataforma
		Coralígeno con <i>Axinella spp.</i>
		Coralígeno con <i>Paremuricera clavata</i>

Tabla 6.1. Comunidades bentónicas descritas en la zona litoral del cabo de Creus.

Fuente: Informe final LIFE+INDEMARES "Caracterización física y ecológica del área marina del Cabo de Creus".

Plataforma continental

Se encuentra entre los **60** y los **130** metros de profundidad, donde la vida ya no está condicionada por la luz sino por el tipo de sustrato y por el alimento que llega desde capas superiores. En la plataforma continental encontramos mayoritariamente fondos de sustratos móviles, originados principalmente

por la deposición de sedimento litogénico proveniente de aportes fluviales, así como por restos de material biogénico carbonatado, principalmente conchas de moluscos. Una pendiente muy poco pronunciada y un régimen de corrientes bajo, favorecen la deposición de sedimentos en la plataforma continental, distribuyéndose de forma irregular por toda ella según la intensidad y dirección de la corriente

de fondo dominante. La composición del sedimento varía consecuentemente a lo largo de la plataforma y podemos encontrar: zonas dominadas por sedimentos muy finos como fangos y limos; zonas con dominio de las arenas medias y gruesas; zonas con una predominancia de gravas y cantos rodados; y finalmente, zonas donde la roca madre queda expuesta formando parches rocosos de diferente extensión.

sedimento. Este modo de vida entraña riesgos, ya que existe la posibilidad de desprenderse y acabar sepultado por el mismo sedimento. Es por ello que los fondos profundos de sustrato blando son tremendamente delicados y frágiles, especialmente frente a los efectos destructivos que puede tener la pesca de arrastre.

Diversos estudios realizados en comunidades biológicas de la plataforma continental

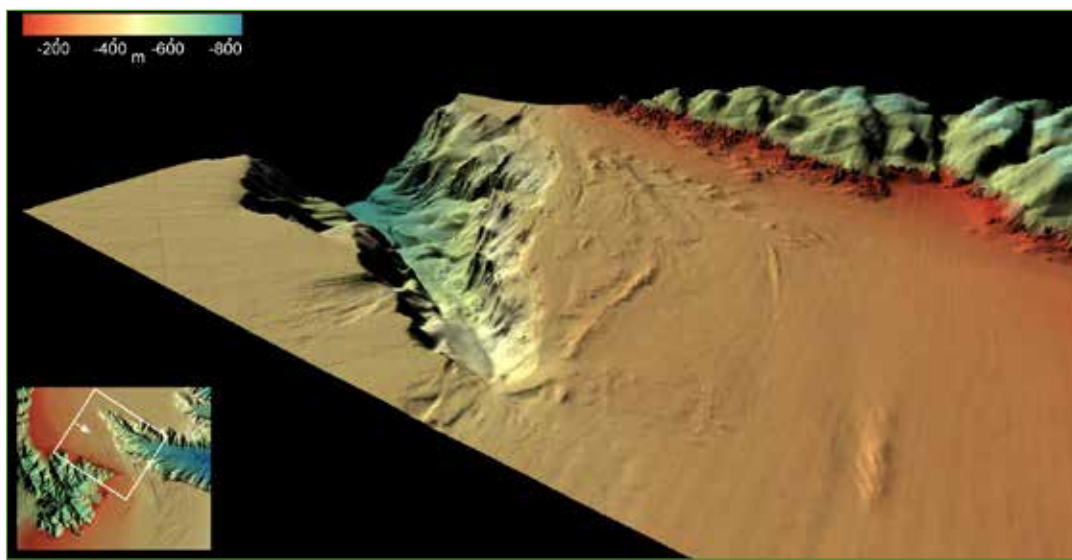


Figura 6.4. Infografía en 3D de la plataforma continental entre la costa del cabo de Creus y el cañón submarino, donde se pueden apreciar las diferencias en el tipo de sustrato que responden a diferencias en la rugosidad del fondo.
Fuente: UTM/CSIC- Claudio Lo Iacono.

Según el sustrato dominante, la estrategia de supervivencia por parte de los organismos bentónicos que lo ocupan será distinta. En fondos de roca, los animales pueden sujetarse al sustrato de forma sencilla, pero en aquellos fondos donde dominan los sustratos blandos la estrategia más común consiste en vivir enterrado o semienterrado y alimentarse de la materia orgánica que se encuentra mezclada con el sedimento. Si no se opta por esa forma de vida, los organismos en sustratos blandos tienen que ingeniárselas para mantenerse erguidos intentando extender sus tentáculos, brazos o cualquier otra estructura que les sirva para captar la materia orgánica que arrastra la corriente. Así viven los crinoideos, conocidos como “lirios de mar”, que se distribuyen sobre grandes extensiones de fangos y arenas. También los corales blandos y las “plumas de mar” siguen esta estrategia, manteniéndose en equilibrio sobre los fondos de arena mediante el uso de pedúnculos que entierran en el

conectividad entre zonas litorales y ciertas áreas del talud superior, donde existe un flujo de organismos tanto en un sentido como en otro. Esta conectividad nos indica la función crucial que puede estar desarrollando la plataforma continental como corredor biológico, conectando la zona costera con el talud continental o, en nuestro caso, con el cañón submarino. Esta función ecológica de las plataformas continentales puede ser estudiada con facilidad en este LIC gracias a la proximidad del cañón a la línea de costa, motivo por el cuál seguirá siendo un foco de estudio importante en los próximos años.

Los organismos que habitan en los distintos tipos de fondos de la plataforma continental del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León conforman diferentes biocenosis o comunidades que se describen a continuación. Para cada comunidad se presenta su posible correspondencia con la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

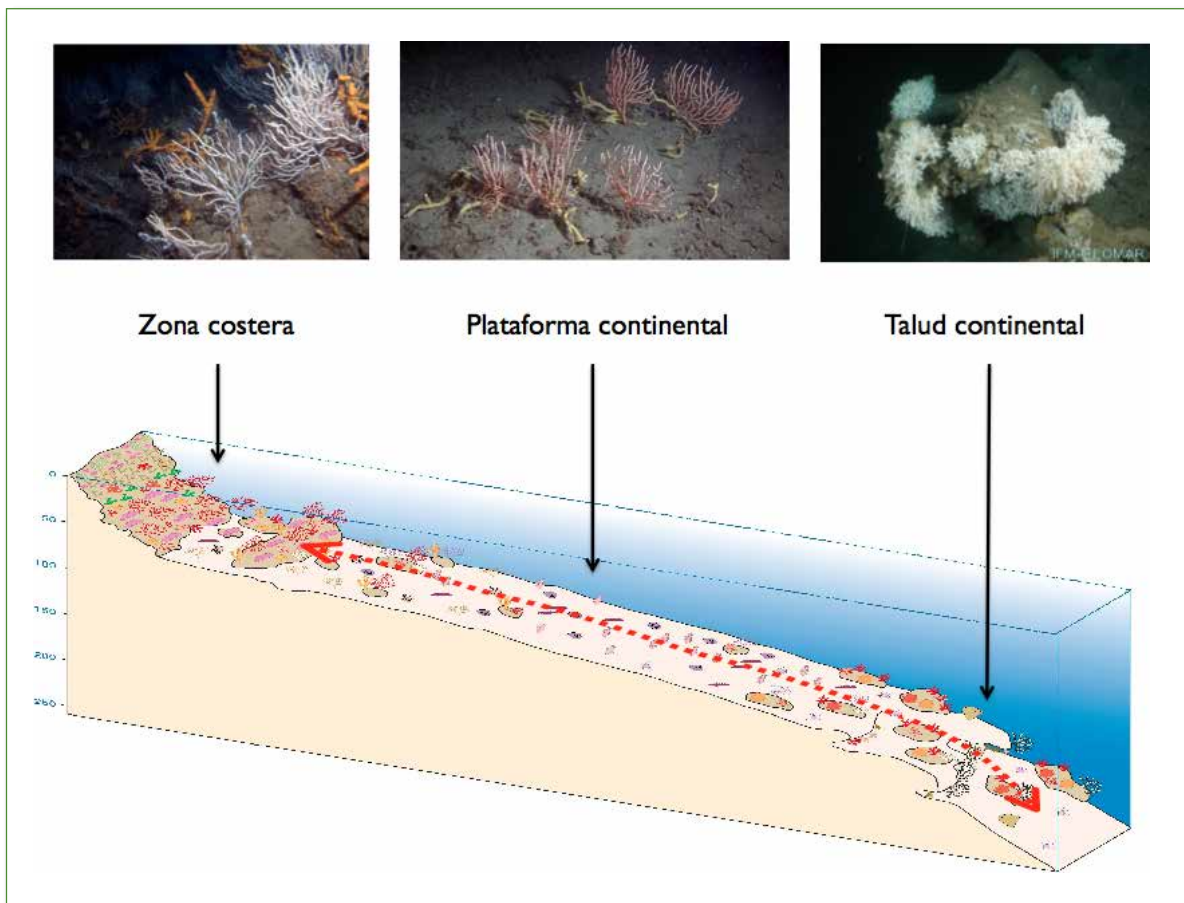


Figura 6.5. Representación esquemática de la conectividad ecológica que proporciona la plataforma continental entre las comunidades que habitan el infralitoral costero y la parte alta del talud. **Fuente:** Jordi Corbera.

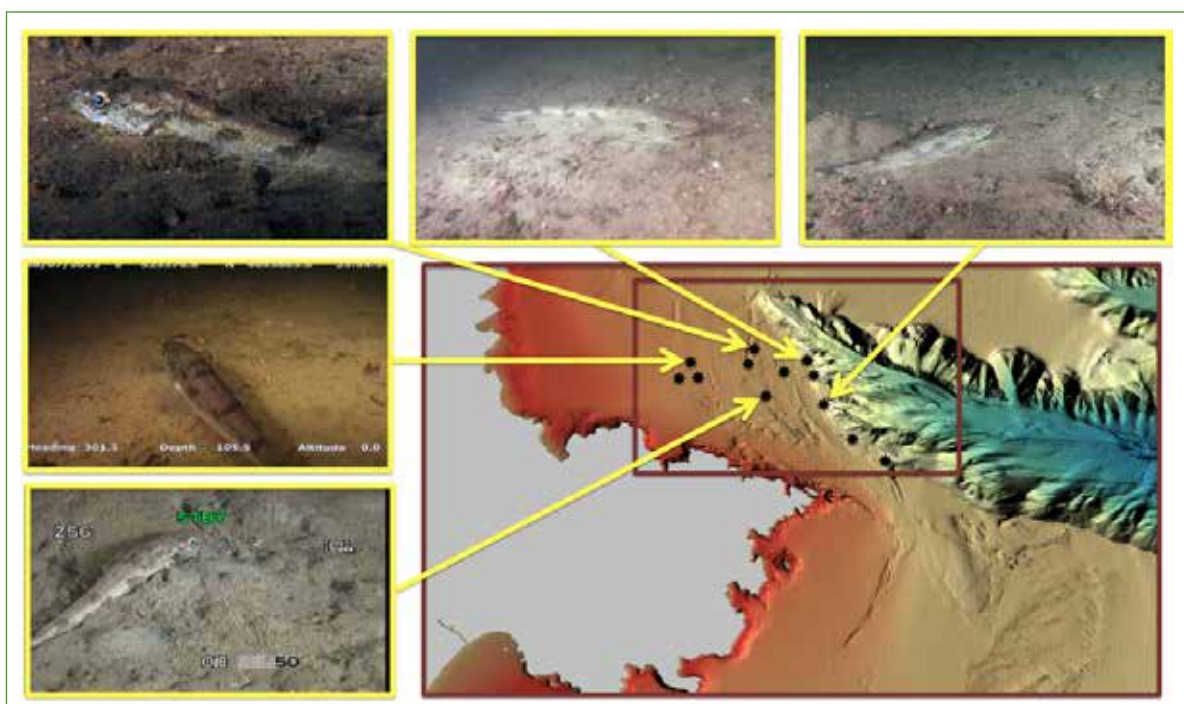


Figura 6.6. La presencia de la merluza *Merluccius merluccius* a lo largo de la plataforma continental es un claro ejemplo de la conectividad entre diferentes zonas del litoral y de la parte alta del cañón de Creus. **Fuente:** ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió.

Comunidades de fangos con arena de plataforma

Correspondencias

LPHME:

030403 Fangos y fangos arenosos infralitorales y circalitorales

030402 Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales

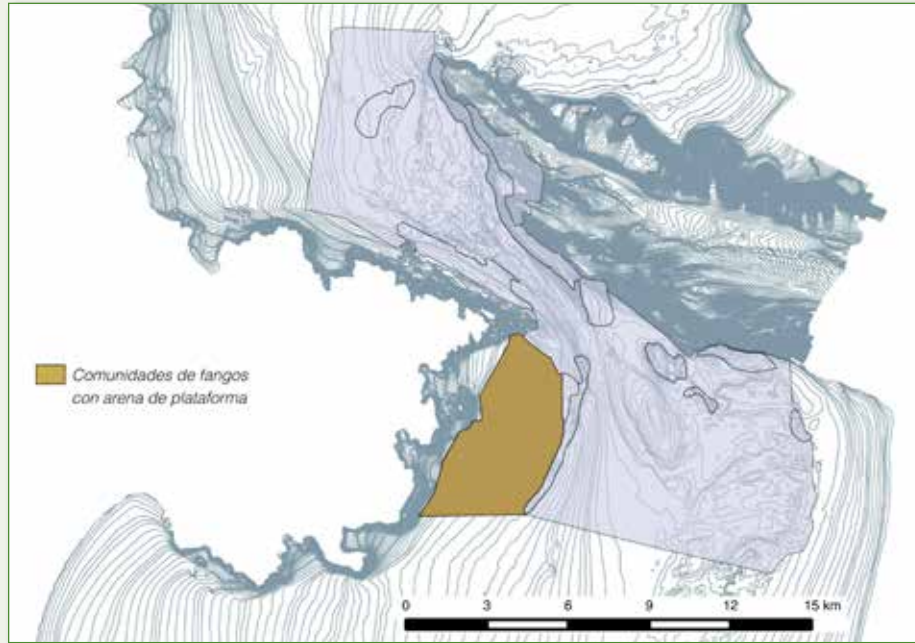


Figura 6.7. Localización de las comunidades de fangos con arena de plataforma en el área del cabo de Creus. **Fuente:** ICM/CSIC- Carlos Dominguez Carrió.

Cerca de los 100 metros de profundidad o incluso más, donde prácticamente no llegan los rayos de luz solar, nos encontramos con la zona más profunda del “circalitoral”. Cuando el fondo marino suaviza su pendiente y las corrientes dominantes bajan de intensidad, la sedimentación de partículas finas aumenta considerablemente, favoreciendo la aparición de hábitats dominados por fondos de fangos y arenas. Las distintas proporciones entre arenas finas, arenas medias y fangos permiten el asentamiento de distintos grupos de animales, que viven parcial o totalmente enterrados en el sedimento.

Los organismos más conspicuos en estas zonas profundas del circalitoral dominadas por fondos de sedimentos finos son principalmente suspensívoros y sedimentívoros, que se alimentan de la materia orgánica que se encuentra en suspensión, los primeros comen las partículas en suspensión en el agua y los segundos aprovechan los nutrientes de los sedimentos. Estas dos estrategias tróficas han permitido maximizar la ingesta de alimento en lugares muy hostiles para otros seres, beneficiándose de las condiciones tan particulares que ofrecen estos hábitats.



Figura 6.8. *Alcyonium palmatum* y *Funiculina quadrangularis*, dos de las especies más características en los fangos de plataforma. **Fotos:** Nemo ROV - Gavin Newman y IFM/GEOMAR - Jago Team.

En la homogeneidad del paisaje sedimentario, resaltan los corales blandos y las plumas de mar, que consiguen mantenerse erguidos sobre el fondo mediante un pedúnculo que entierran en el sedimento. De esta manera maximizan la ingesta de alimento, capturando la mayor cantidad posible de alimento en suspensión. En las comunidades de fangos con arenas de plataforma del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León se han observado un buen número de manos de muerto (*Alcyonium palmatum*), así como plumas de mar de las especies *Pennatula rubra* y *Funiculina quadrangularis*. También destacan las anémonas de la especie *Andresia parthenopea*.

El número de especies que caracterizan estos fondos es mucho mayor del que a primera vista se podría intuir. La mayor parte de la fauna vive enterrada en el sedimento, donde destaca una alta variedad de especies de gusanos marinos que tragan grandes cantidades de sedimento para extraer la materia orgánica muerta que se encuentra mezclada con el fango. Conforme disminuye la arena y aumenta la proporción de fangos, los gusanos marinos comparten el fondo con moluscos, principalmente conchas bivalvas como *Nucula sulcata*.

Comunidades de fangos detríticos de plataforma

Correspondencias

LPHME:

- 04020403 Campos de *Leptometra phalangium* en fondos batiales de reborde de plataforma.
- 304051401 Fondos detríticos circalitorales dominados por invertebrados con pennatuláceos (*Pennatula*, *Pteroides Virgularia*).
- 0402031104 Fondos detríticos batiales con ceriantarios (*Arachnathus*).
- 304051504 Fondos detríticos enfangados circalitorales con agregaciones de ofiuras (*Ophiobrix fragilis*)

La composición del detrítico de plataforma, prácticamente igual al de costa, presenta una mayor proporción de fangos, por lo que también se denomina “comunidad de fangos detríticos de plataforma” o “detrítico enfangado”.

En esta comunidad aparecen especies características de la plataforma continental mediterránea, adaptadas a profundidades entre los 100 y los 150 metros aproximadamente. Los organismos más comunes que forman parte de la comunidad de fangos detríticos son las plumas de mar, básicamente *Pteroides*

spinosum y *Pennatula rubra*, así como el coral blando *Alcyonium palmatum*.

Acompañando a estas especies podemos encontrar diferentes tipos de pennatuláceos (*Cavernularia pusilla*, *Virgularia mirabilis* y *Veretillum cynomorium*), así como anémonas (*Sagartia elegans* y *Capnea sanguinea*) o pepinos de mar (*Stichopus regalis*).

Sin embargo, en ciertas zonas del detrítico de plataforma encontramos agrupaciones de especies o grupos de especies que llegan



Figura 6.9. *Pennatula rubra* y *Pteroides spinosum*, las dos especies de pennatuláceos más características de los fangos detríticos de plataforma. **Fotos:** IFM/GEOMAR - JAGO Team y Nemo ROV - Gavin Newman.

a ser dominantes en términos de densidad o abundancia. Estas situaciones reciben el nombre de facies y se dan cuando una de las especies presentes en la comunidad

se desarrolla de forma excepcional dando un aspecto característico y particular a la comunidad. Esto es así para las grandes extensiones dominadas por lirios de mar,



Figura 6.10. Imágenes del crinoideo *Leptometra phalangium*, muy característico por presentar una coloración roja con bandas blancas en sus brazos. **Fotos:** Nemo ROV - Gavin Newman.

principalmente pertenecientes a la especie *Leptometra phalangium*. Esta especie de crinoideo forma agregaciones de individuos con densidades relativamente elevadas, que sirven de refugio para diferentes peces y crustáceos. Aquí, los lirios de mar utilizan sus cirros para anclarse al fondo y extienden sus brazos buscando capturar el alimento que lleva la corriente. Acompañando a estos crinoideos, encontramos también diversos poliquetos tubícolas, que viven parcialmente enterrados en el sedimento, donde encuentran refugio frente a los depredadores.

Al sur del cabo de Creus, los fondos detríticos tienen un menor contenido en fangos debido a las corrientes dominantes, que favorecen las arenas y los cascajos. Estas condiciones parecen favorecer la presencia de agregaciones masivas de ofiuras, especialmente de la especie *Ophiothrix quinquemaculata*, caracterizada por un disco central muy bien definido y por cinco brazos finos repletos de espinas. En ciertas localizaciones se han observado poblaciones locales con densidades de hasta centenares de individuos por metro cuadrado, que prácticamente monopolizan el sustrato, llegando incluso a tapizar el fondo entero. Para



Figura 6.11. Las ofiuras de la especie *Ophiothrix quinquemaculata* forman núcleos locales de densidades muy elevadas. Las agrupaciones masivas les permiten elevar el cuerpo del sustrato para poder captar las partículas de materia orgánica que transportan las corrientes de fondo. **Fotos:** IFM/GEOMAR - JAGO Team.

esta especie, vivir de forma agrupada mejora la estabilidad delante de corrientes fuertes a la vez que les permite aumentar su capacidad de alimentación, ya que la presencia de tantos brazos elevados ralentiza las corrientes dominantes y favorece la deposición de partículas en suspensión, ingrediente base de su dieta diaria.

Cerca del borde de la plataforma, al sur del cañón, se ha encontrado una agregación de pequeños ceriantarios de la especie *Arachnanthus oligopodus*, adaptada a vivir en unas condiciones de fuertes corrientes y sustratos gruesos de origen biogénico, con un predominio de gravas y cantos rodados. Es muy común encontrar gusanos tubícolas de



Figura 6.12. El ceriantario *Arachnanthus oligopodus* (izq.) y el gusano *Lanice conchilega* (dcha), comúnmente presentes en zonas del borde de plataforma donde dominan los sustratos relativamente gruesos. **Fotos:** Gavin Newman – Nemo ROV.

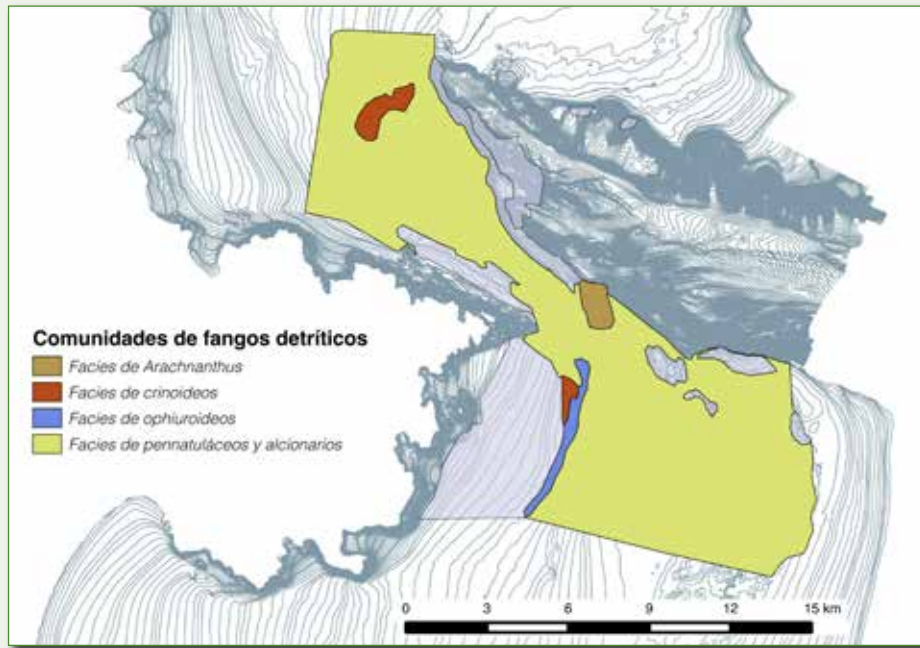


Figura 6.13. Localización de las comunidades de fangos detríticos de plataforma en el área del cabo de Creus, donde se representan las diferentes facies encontradas.

Fuente: ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió.

la especie *Lanice conchilega* acompañando a este ceriantario. Estos poliquetos tan característicos forman unos tubos sobre la superficie del sedimento a base de trocitos de

conchas y arena. Es a través de estos tubos que el gusano extiende sus tentáculos para capturar el alimento en forma de partículas transportadas por las corrientes.

Comunidades de fondos detríticos del final de la plataforma: facies de *Cerianthus* y *Echinus*

Correspondencias

LPHME:

0402031104 Fondos detríticos batiales con ceriantarios

0402031107 Fondos detríticos batiales con equinoideos

Los fondos detríticos llegan hasta el borde de la plataforma continental, donde la pendiente aumenta de forma considerable a medida que nos adentramos en el cañón. Las corrientes de fondo son consecuentemente mucho mayores que en la parte media de la plataforma, y los restos de sedimento fino son lavados con facilidad. Estas condiciones implican que el detrítico del borde de plataforma esté formado principalmente por restos de conchas de un tamaño mayor. Este hecho complica la fijación de los organismos bentónicos al sustrato, ya que la falta de fangos y arenas condiciona su capacidad para enterrarse. Sin embargo,

los ceriantarios de la especie *Cerianthus membranaceus*, conocidos popularmente como anémonas tubo, pueden penetrar a gran profundidad dentro de este sustrato y aprovechar las grandes corrientes dominantes para alimentarse sin competencia alguna. A parte de estas anémonas, en estos fondos encontramos organismos bentónicos móviles que aprovechan restos de materia orgánica para alimentarse: los erizos de mar y las holoturias. Este es el caso de erizos muy comunes en la plataforma y el talud mediterráneo, como *Echinus acutus*, *Echinus melo* y *Cidaris cidaris*, así como pepinos de mar del género *Holothuria*.



Figura 6.14 El ceriantario *Cerianthus membranaceus* (izq.) y el erizo *Echinus acutus* (dcha.) son las dos especies más representativas de los fondos detríticos del final de la plataforma. **Fotos:** Nemo ROV - Gavin Newman.

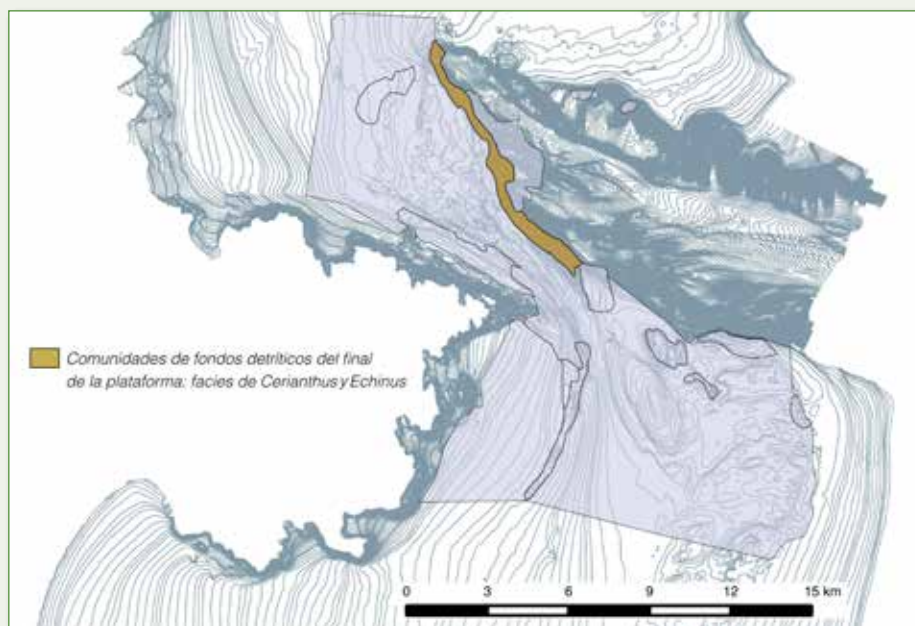


Figura 6.15. Localización de las comunidades de fondos detríticos del final de la plataforma en el cabo de Creus. **Fuente:** ICM/CSIC - Carlos Domínguez Carrió.

Comunidades de gorgonias y esponjas sobre roca colmatada de sedimentos

Correspondencias

con LPRE:

03020224 Roca circalitoral colmatada por sedimentos (Hábitat 1170)

0302022307 Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con *Eunicella cavollinii* (Hábitat 1170)

Las zonas de la plataforma continental donde las corrientes dominantes son fuertes o muy fuertes durante un número considerable de días al año, la roca madre puede quedar expuesta y convertirse así en un sustrato ideal para aquellas especies bentónicas que viven fijadas sobre sustratos duros. Este es el caso de la zona rocosa situada a pocos centenares de metros de la costa, en la cara norte del cabo de

Creus. En este área, las corrientes de fondo no permiten la sedimentación de fangos y arenas finas, limpiando el fondo de los sustratos de calibre más pequeño. Estas condiciones han sido aprovechadas por gorgonias de la especie *Eunicella cavollinii*, que llegan a formar núcleos con individuos adultos de densidades muy elevadas.



Figura 6.16 La gorgonia *Eunicella cavollinii* forma praderas de densidades muy altas, dando lugar a una de las comunidades más ricas y complejas del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León. **Fotos:** Nemo ROV - Gavin Newman.

La existencia de estas agregaciones favorece la presencia de una gran diversidad de organismos que viven asociados a ellas, incrementando así la biodiversidad de la zona. La generación de estructuras tridimensionales en estos fondos por parte de las gorgonias favorece el reclutamiento de un gran número de especies, tanto de invertebrados como de peces. Una gran parte de las especies que encontramos en

estos fondos son esponjas de colores y formas diversas, donde destacan *Suberites syringella*, *Stelligera stuposa*, *Raspailia viminalis*, *Haliclona elegans* y *Dysidea avara*. También son muy relevantes las anémonas y los corales blandos, como *Parazoanthus axinellae* o *Paralcyonium spinulosum*, que buscan encontrar un lugar donde desarrollarse entre las gorgonias. La lista es muy extensa y es fácil encontrar un gran



Figura 6.17. Dos de las esponjas más representativas en la comunidad de gorgonias de plataforma: *Suberites syringella* (izq.) y *Raspailia viminalis* (dcha.) **Fotos:** Nemo ROV - Gavin Newman.



Figura 6.18. *Stelligera stuposa* es una de las esponjas más grandes que encontramos en los campos de gorgonias de plataforma (izda.). Una gorgonia con el eje central recubierto de epibiontes del grupo de las ascidias, los hidozoos y los briozoos, que utilizan su esqueleto como sustrato para desarrollarse (dcha.). **Fotos:** Nemo ROV - Gavin Newman.

número de briozoos, hidozoos, poliquetos, crustáceos y ascidias conviviendo en esta comunidad, muchos de ellos sobre las

mismas gorgonias, que les sirven de sustrato para poder desarrollarse.

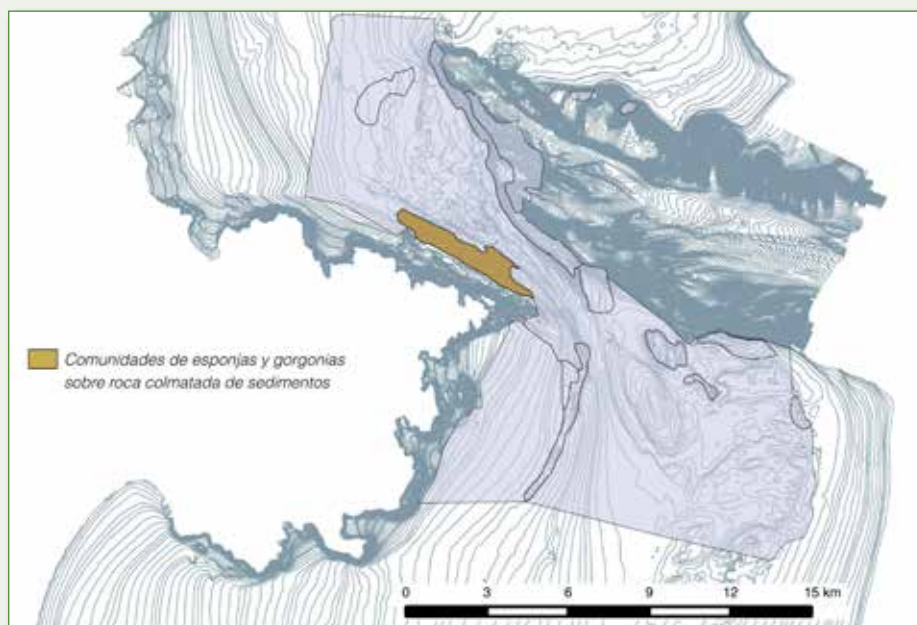


Figura 6.19. Localización de la comunidad de gorgonias y esponjas en la plataforma media del cabo de Creus. **Fuente:** ICM/CSIC - Carlos Domínguez Carrió.

Afloramientos rocosos del final de la plataforma: roca de mar abierto

Correspondencias con LPRE:

4010208 Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de esponjas (Hábitat 1170)

En determinadas áreas cercanas al borde de plataforma, donde las corrientes de fondo son muy fuertes, el detrítico de plataforma deja que la roca adquiera de nuevo cierto protagonismo, en forma de salientes rocosos de pequeño y mediano tamaño.

Este sustrato es ideal para el asentamiento de diferentes especies de esponjas que, en ciertos puntos, forman núcleos con altos índices de biodiversidad. Esta comunidad de esponjas es conocida desde antaño con el nombre de “roca de mar abierto” o “roche du large” y está dominada por diferentes especies de esponjas erectas junto a las que se asocian gorgonias, corales blandos, hidras marinas, pepinos de mar y un gran número de

especies de otros grupos, llegando a parecerse a las zonas de coralígeno circalitoral cercano a la costa. Las esponjas que dominan en esta comunidad son *Haliclona elegans*, *Desmacidon fruticosum*, *Dysidea avara*, *Dysidea tufa*, *Axinella damicornis*, *Axinella polypoides* y *Poecillastra compressa*, entre muchas otras. Esta comunidad ha sufrido el impacto de la pesca de arrastre durante muchos años, ya que generalmente se encuentra en zonas de plataforma cercana a los caladeros más importantes. Por esta razón el descubrimiento de áreas donde aún exista una comunidad de “roca de mar abierto” bien conservada adquiere una mayor importancia, como es el caso de la zona de plataforma cercana al borde sud del cañón de Creus.

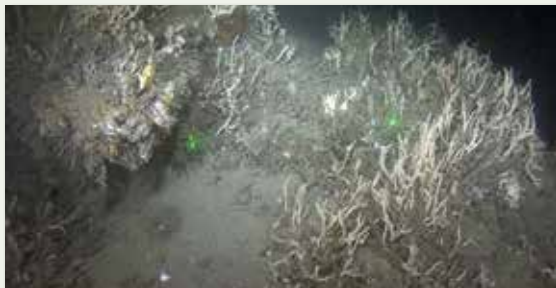


Figura 6.20. Aspecto de la comunidad de “roca de mar abierto”, donde se puede apreciar la gran abundancia de esponjas, además de otros grupos faunísticos. **Fotos:** IFM/GEOMAR - JAGO Team.

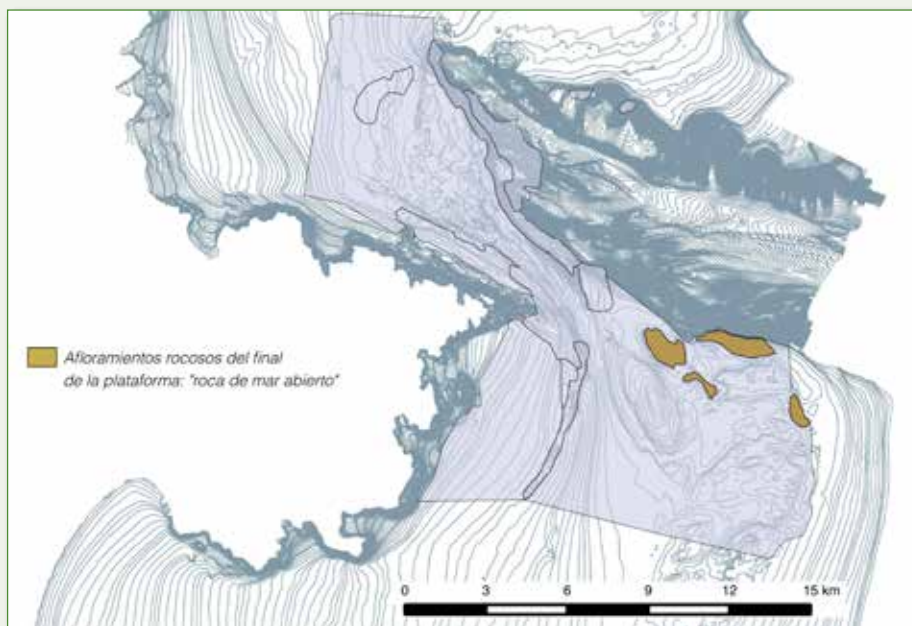


Figura 6.21. Localización de la comunidad de “roca de mar abierto” en la zona de la plataforma cercana a la pared sur del cañón de Creus. **Fuente:** ICM/CSIC - Carlos Domínguez Carrió.

Cañón De Creus

A partir de los 150 metros de profundidad se abre el cañón de Creus, en cuyas paredes se distinguen dos comunidades bien diferenciadas. Una se sitúa en la parte superior, en el borde del cañón, todavía en contacto con la plataforma continental y compuesta por fondos detríticos y pequeños aportes de fango. Esta comunidad

se corresponde con las facies de *Cerianthus membranaceus* de fondos detríticos del borde de la plataforma descrita anteriormente. La segunda, situada sobre todo en la pared sur del cañón hasta los 400 metros de profundidad, es la comunidad de corales de aguas frías con una función ecológica muy importante para el funcionamiento del ecosistema.

Comunidades de fondos rocosos dominadas por corales de aguas frías

Correspondencias con LPRE:

04030301 Arrecifes de corales profundos de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata* (Hábitat 1170)

Los corales de aguas frías se distribuyen principalmente sobre las paredes del cañón submarino, entre los 180 y los 300 metros de profundidad. Su presencia se ve condicionada por el tipo de fondo, ya que necesitan sustratos rocosos expuestos a las corrientes dominantes

para desarrollarse. Por ello se pueden observar mayoritariamente sobre veriles que caen a pico o sobre grandes bloques de piedra, que aparecen principalmente a lo largo de la ladera sur del cañón.

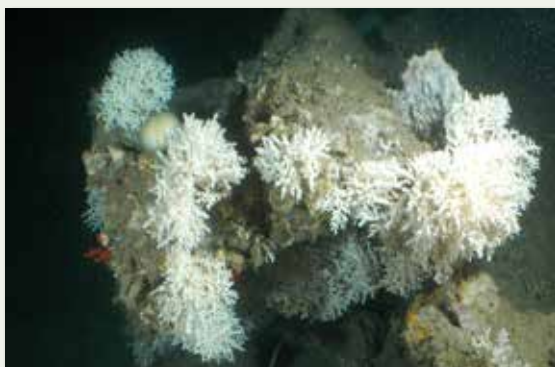


Figura 6.22. Aspecto de la comunidad de corales de aguas frías en el cañón de Creus, donde se desarrollan poblaciones en diferentes estados de maduración. **Fotos:** IFM/GEOMAR - JAGO Team.

Estos arrecifes forman parches o manchas de corales en diferentes estados de desarrollo. En otras áreas marinas de la Península Ibérica, las poblaciones encontradas sólo muestran corales maduros, en el último estado de desarrollo, rodeados de colonias muertas. En esta área se han encontrado individuos jóvenes, colonias reproductoras maduras y ejemplares muy viejos, lo que parece garantizar la supervivencia de estas comunidades en este enclave tan singular.

La comunidad de corales fríos está compuesta principalmente por cuatro especies distintas de corales escleractinios, entre las que destaca *Madrepora oculata* y *Lophelia*

pertusa. Ambas especies son blancas y muy ramificadas, a pesar de que la segunda pueda presentar un color anaranjado en ciertas zonas del Atlántico. *Madrepora oculata* es sin duda la especie de coral más común de los fondos rocosos del cañón de Creus, donde forma núcleos de densidades relativamente elevadas, con colonias muy bien desarrolladas tridimensionalmente. Contrariamente, *Lophelia pertusa* se ha observado de forma mucho más aislada y con números muy inferiores, a pesar de que los grandes bancos de corales fríos del Atlántico estén dominados por esta especie.

Otra de las especies que encontramos en

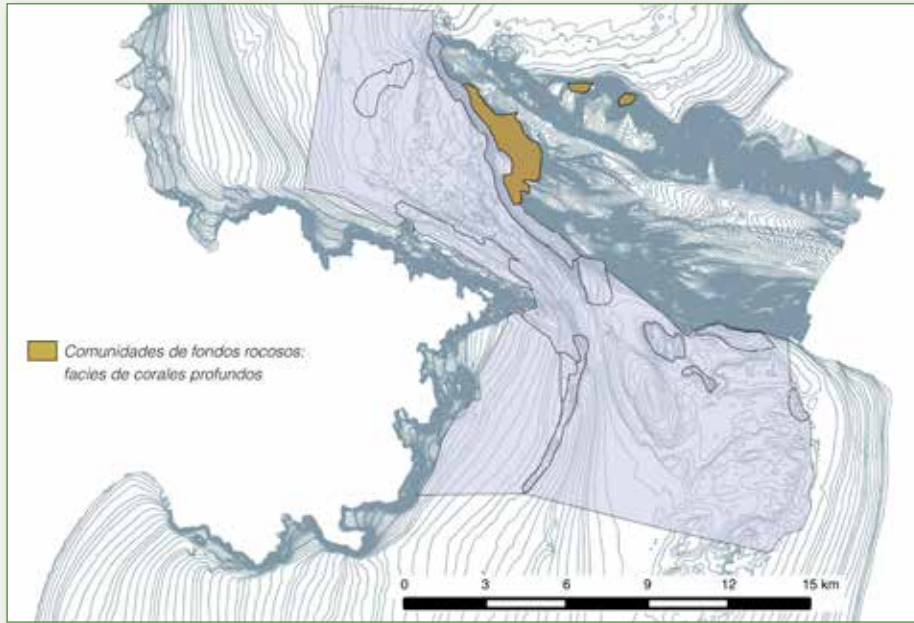


Figura 6.23. Localización de la comunidad de corales de aguas frías, principalmente en la pared sur del cañón de Creus. **Fuente:** ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió.

esta zona, el coral *Dendrophyllia cornigera*, aparece de forma aislada o formando pequeños grupos que resaltan por el intenso color amarillento de sus colonias y el gran tamaño de sus pólipos. Parece ser que esta especie es más tolerante a las condiciones ambientales menos propicias para los corales, apareciendo en lugares con mayores

niveles de sedimentación y que ahogan a otras especies.

La última especie de coral que aparece en estos arrecifes es el coral solitario *Desmophyllum dianthus*, que aparece de forma muy parcheada.

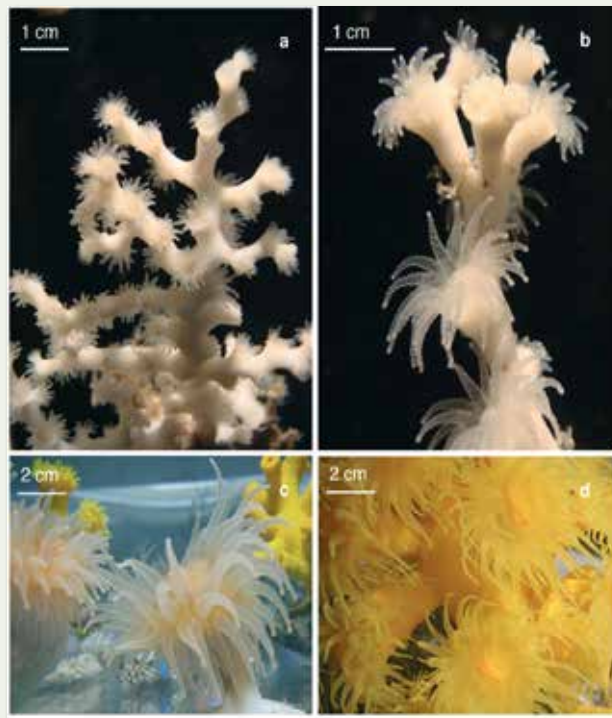


Figura 6.24. Imágenes de las 4 especies de corales de aguas frías que se pueden encontrar en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León: (a) *Madrepora oculata*, (b) *Lophelia pertusa*, (c) *Desmophyllum dianthus* y (d) *Dendrophyllia cornigera*. **Fuente:** ICM/CSIC - Andrea Gori.

La fauna que acompaña a estas cuatro especies de corales está dominada por braquiópodos, poliquetos, esponjas, entre las que destacan las de tipo incrustante, briozoos y un buen número de anémonas pequeñas.

Los corales de aguas frías son muy importantes para el desarrollo de la vida

marina en estas profundidades. Muchas especies de crustáceos y peces viven en torno a estos arrecifes, donde encuentran alimento y refugio, de manera que estas condiciones favorables mejoran su supervivencia.

CORALES DE AGUAS FRÍAS

Los corales blancos, también denominados como de aguas profundas o frías, ya se conocían en el siglo XVIII por parte de los pescadores de la época, dado que su presencia se correspondía generalmente con un incremento en las capturas. En muchos casos se les conocía por el aspecto que tienen de bosques petrificados, pero, en general, no eran muy apreciados por los pescadores ya que sus artes de pesca se enganchaban alrededor de ellos y en ocasiones acababan rasgados. Con el tiempo, un aumento en la potencia de las embarcaciones y en la resistencia de los artes, llevó a que finalmente

la pesca se pudiera desarrollar sobre estos bosques de coral, llegando a talar sus colonias mediante los mismos cables de las redes. La presencia de fragmentos de corales blancos en las redes de los pescadores atrajo el interés de la comunidad científica, que no comprendía cómo este tipo de arrecifes podían subsistir y desarrollarse de forma óptima en unas condiciones aparentemente tan hostiles para este tipo de invertebrados. El conocimiento sobre la biología y ecología de estas especies de corales no ha mejorado substancialmente hasta hace unas pocas décadas, en que el



Figura 6.25. El uso de submarinos tripulados ha permitido aumentar el conocimiento que se tiene sobre la ecología y la distribución de los corales de aguas frías, principalmente porque permite acercarse a estas poblaciones con relativa facilidad en su propio hábitat, generalmente caracterizado por paredes verticales y extraplomos de difícil acceso.

Fotos: IFM/GEOMAR - Jürgen Schauer.

desarrollo de la técnica ha permitido llegar con mayor facilidad a las profundidades donde generalmente habitan estos corales.

Los corales de aguas frías, a diferencia de sus parientes de aguas cálidas que crecen en los trópicos, se encuentran principalmente en zonas mucho más profundas, donde la temperatura del agua es mucho más baja. Se

considera que estas especies viven entre los 50 y los 1.000 metros de profundidad en zonas con temperaturas entre los 4 y los 12 °C. Hasta el día de hoy se han identificado bancos de corales fríos en ciertas plataformas continentales del hemisferio norte, en fiordos, alrededor de los bancos submarinos costeros, en cañones y en algunos montes submarinos.

En el Mediterráneo, las comunidades de corales de agua fría se suelen encontrar en una franja muy delimitada, entre los 150 y los 500 metros de profundidad. En estas profundidades



generalmente encontramos el final de la plataforma y la parte alta del talud continental, caracterizados por presentar cambios bruscos en la pendiente del fondo. Estas zonas son



Figura 6.26. *Madrepora oculata* (izq.) y *Dendrophyllia cornígera* (dcha.) son dos de las especies de corales de aguas frías más representativas del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León. **Fotos:** IFM/GEOMAR - JAGO Team.

propicias para que se den las condiciones necesarias que faciliten el desarrollo de estas poblaciones, principalmente una temperatura adecuada, la roca expuesta que permita su fijación y fuertes corrientes marinas.

Los corales de aguas frías se alimentan de zooplancton y de materia orgánica suspendida en el agua. A pesar de que la disponibilidad de alimento en las zonas donde encontramos corales de aguas frías puede ser muy elevada, el

crecimiento de estos organismos es, en general, menor que el de sus equivalentes tropicales. Esto nos da una idea de la edad que pueden llegar a tener muchos de los arrecifes que se han encontrado en el Mediterráneo, de quizás centenares o miles de años, así como de la fragilidad de estas comunidades frente a las perturbaciones que pueda causar el hombre. De todas maneras, estudios recientes en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES



Figura 6.27. Resultados de un experimento de crecimiento de *Madrepora oculata* en condiciones controladas de laboratorio durante un período de dos años. **Fuente:** ICM/CSIC - Covadonga Orejas.

han demostrado que las especies de corales del cañón de Creus pueden crecer más rápido de lo que se conocía, lo que permite conjeturar una recuperación más rápida de lo que se pensaba.

Los corales de aguas frías del cañón de Creus tienen las siguientes particularidades:

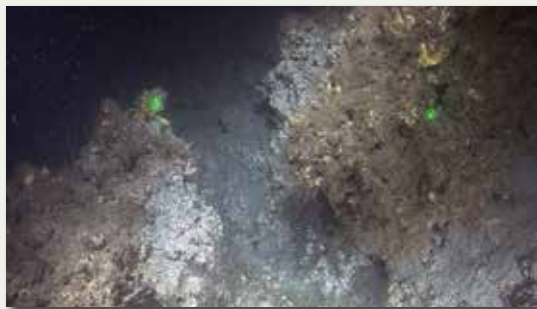
- Como todos los corales blancos, no poseen zooxantelas, ya que estas algas simbióticas necesitan vivir en aguas poco profundas y bien iluminadas para poder realizar la fotosíntesis.

- Están dominados por la especie *Madrepora oculata*, localizada principalmente en paredes rocosas verticales del flanco sur del cañón y que forma colonias del tipo “coliflor” debido a las corrientes dominantes.

- Entre las distintas comunidades de corales fríos del Mediterráneo localizadas hasta la fecha, las colonias encontradas en esta zona corresponden a unas de las mejor conservadas y representan un ejemplo casi único de reductos de lo que en tiempos pasados debieron ser comunidades muy comunes.

ARRECIFES DE GUSANOS DE MAR (POLIQUETOS) EN PROCESO DE FOSILIZACIÓN. UN NUEVO HÁBITAT PARA EL CAÑÓN DE CREUS

En la zona más meridional de la pared sur del cañón se ha localizado un nuevo hábitat. Se trata de una estructura subfósil, es decir, cuyo proceso de fosilización no se ha completado aún. Esta estructura corresponde a un arrecife de poliquetos de la especie *Pomatoceros triqueter*



que se desarrolló cerca de la línea de costa durante la última glaciación, hace unos 12.000 años, cuando el nivel del mar Mediterráneo se situaba unos 120 - 150 metros por debajo del nivel actual.

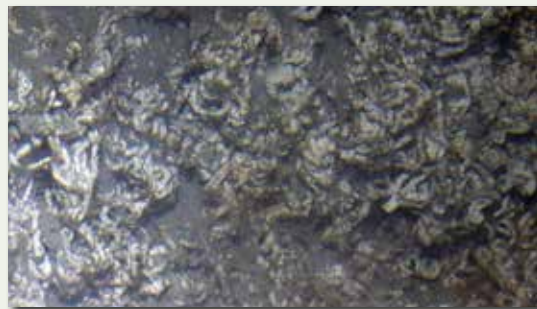


Figura 6.28. Aspecto del arrecife de poliquetos subfósil, donde se pueden apreciar los tubos calcáreos que formaron hace miles de años los poliquetos de la especie *Pomatoceros triqueter*. **Fotos:** JAGO Team – IFM/GEOMAR.

Muy posiblemente el régimen de fuertes corrientes dominante en la zona ha contribuido a su buen estado de conservación, impidiendo que fuera colmatado y sepultado por los sedimentos litogénicos que se van depositando en la plataforma continental. De hecho, este hallazgo puede ayudarnos a comprender la importancia de la dinámica oceanográfica existente en la zona, y cómo puede haber cambiado el régimen de corrientes y los procesos sedimentarios en los últimos siglos.

Su localización en la zona del borde de plataforma y su estructura de gran volumen pueden haber impedido un desarrollo normal de la actividad pesquera de arrastre en sus alrededores, explicando en parte que se hayan podido conservar hasta la actualidad. Este patrimonio del pasado tiene un gran interés ecológico y geológico, y es en sí mismo un motivo evidente para justificar la protección de la zona.

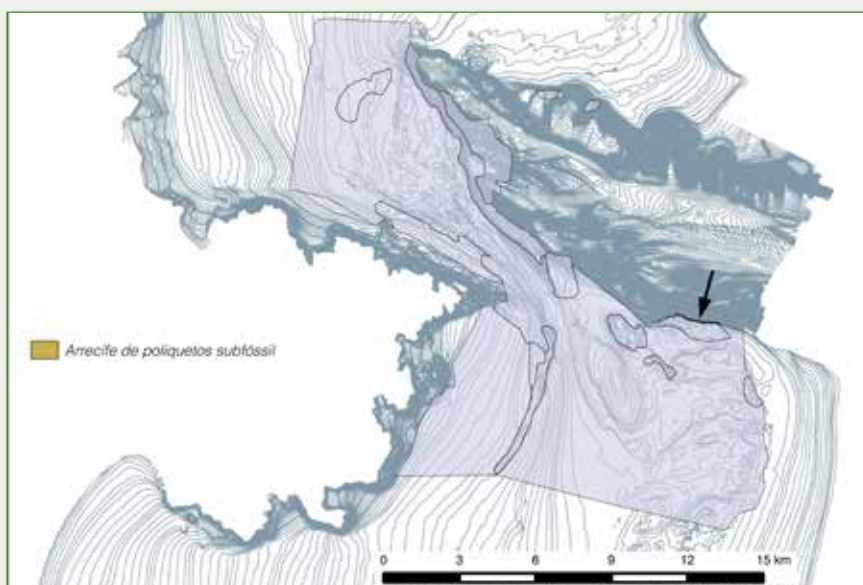


Figura 6.29. Localización del arrecife de poliquetos subfósil en la pared sur del cañón de Creus. **Fuente:** ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió.

HÁBITATS MARINOS INCLUIDOS EN LA DIRECTIVA HÁBITAT

Los hábitats descritos en el apartado anterior se encuentran representados en diferentes clasificaciones y listados, tanto nacionales como internacionales. De entre todos ellos en este caso destacamos los anexos de la Directiva Hábitats y de la Directiva Aves, sobre las que se basa la construcción de la Red Natura 2000. En este sentido, la Directiva Hábitats se debe entender como el instrumento legal más importante existente en Europa para la protección de la biodiversidad, estableciendo en su anexo I una lista de hábitats que requieren protección mediante la declaración de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC).

En el LIC del Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León se han identificado tres comunidades que por sus características pueden incluirse en el hábitat **1170 “Arrecifes”** de esta Directiva, por lo que se proponen como hábitat de interés comunitario.

Estas comunidades son las siguientes:

1. Comunidades del final de la plataforma continental, conocidas como “Fondos detríticos y roca de mar abierto”.
2. Comunidades del cañón dominadas por la especie de coral de aguas frías *Madrepora oculata*.
3. Comunidades de arrecifes subfósiles de poliquetos como hábitat de elevado valor histórico y patrimonial.

6.2. Biodiversidad

Las más de 2000 especies descritas en el área de los cañones occidentales del golfo de León representan una cuarta parte de toda la biodiversidad conocida en el mar mediterráneo.

Los estudios sobre la flora y la fauna efectuados hasta el día de hoy han permitido censar más de 2.000 especies marinas, lo que representa más del 20% de todas las especies identificadas en el Mediterráneo. Esta riqueza de especies responde a una serie de factores que, de forma excepcional, concurren simultáneamente en el área marina del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León.

En efecto, la situación geográfica privilegiada del área en el golfo de León favorece la llegada de aguas ricas en nutrientes y en materia orgánica, provenientes principalmente de los aportes fluviales del río Ródano. Estas aguas, enfriadas por los vientos de componente norte habituales en la zona, se hunden por el cañón submarino una vez llegan a la altura del cabo de Creus. Este efecto embudo que produce el cañón favorece la circulación de las masas de agua y la dispersión de grandes cantidades de alimento hacia todas sus zonas, fomentando el desarrollo de comunidades bentónicas muy ricas, tanto en número de especies como en densidad y biomasa. Asimismo, el fuerte hidrodinamismo que sacude las aguas más superficiales del área marina del cabo de Creus juega también un papel decisivo en la manera en que estos nutrientes son repartidos por las aguas más someras, permitiendo el desarrollo de densas poblaciones dominadas por algas e invertebrados.

La situación del cañón submarino a muy poca distancia de la línea de costa es otro de los factores que explican los altos índices de biodiversidad registrados en los fondos de esta zona. Una gran mayoría de los hábitats descritos en el Mar Mediterráneo se encuentran representados en esta zona, cuya extensión es relativamente pequeña por lo que respecta a su superficie. A medida que nos alejamos hacia mar abierto, el fondo marino adquiere profundidad muy rápidamente, muchas veces de forma abrupta y accidentada. En tan solo unos pocos kilómetros de distancia se

puede pasar de fondos someros litorales a planicies abisales, a centenares de metros de profundidad. Este cambio tan acusado conlleva una zonación muy marcada, donde fondos de sustratos blandos y duros se entremezclan formando un paisaje muy heterogéneo. La diversidad de hábitats observada en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León viene determinada por la estructura geomorfológica tan peculiar de la zona, que junto con las corrientes de fondo dominantes, determina la distribución espacial de los tipos de sustratos. Fangos, arenas, cascajo y rocas conforman un entramado de hábitats heterogéneo, que permite el desarrollo de comunidades muy diversas conviviendo a muy poca distancia entre sí. Esta proximidad, a su vez, favorece la existencia de un tráfico importante de organismos entre los diferentes hábitats, incrementando temporalmente la biodiversidad de cada comunidad.

A. ESPECIES PELÁGICAS

La riqueza de especies descrita no hace referencia sólo a las comunidades bentónicas que viven sobre o dentro del sustrato sino también la columna de agua también ve reflejada las características tan peculiares de esta zona, y los diferentes grupos faunísticos

que conviven en ella se ven bien representados.

Los procesos de formación de agua profunda en el golfo de León, el fenómeno de las cascadas marinas y las descargas del río Ródano contribuyen al mantenimiento de las altas tasas de producción primaria registradas en las aguas del cabo de Creus, que como en cualquier otro ambiente Mediterráneo, se caracterizan por una estacionalidad muy marcada. Estas elevadas concentraciones de microalgas, superiores a las registradas en áreas cercanas son en parte las responsables del incremento de la producción secundaria del resto de niveles tróficos. De hecho, la abundancia y biomasa del zooplancton dependen en gran medida de características hidrológicas similares a las que afectan a la producción primaria. Y de la misma manera que el fitoplancton juega un papel destacado en la distribución y abundancia del zooplancton, éste último tiene a su vez un papel esencial en la alimentación de niveles tróficos superiores.

La riqueza faunística de la comunidad zooplanctónica en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León es espectacular y las especies que forman parte de ella son muy numerosas. Se han descrito un total de 23 grupos taxonómicos diferentes en el interior del cañón submarino, entre los cuales los copépodos ocupan una posición



Figura 6.30. Enjambres de krill registrados a 200 metros de profundidad, probablemente de la especie *Meganctiphanes norvegica* por el gran tamaño y el color fuertemente rosado de los especímenes.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.

destacada dada su abundancia relativa, llegando a representar más del 70% del total de individuos. Más allá de los copépodos, están también muy bien representados grupos muy diversos entre los que cabría destacar los sifonóforos, los cladóceros, los taliáceos y los eufausiáceos. Asimismo, estudios previos han puesto de manifiesto la presencia de huevos y larvas de diferentes especies de peces, equinodermos, crustáceos decápodos, cefalópodos y medusas, que dan una idea de la potente dinámica poblacional que tienen las diferentes comunidades faunísticas. En general, la presencia de larvas en estos enclaves es indicativo del papel que estas áreas pueden jugar como “nursery”, es decir, como zona de reproducción y cría de especies de mayor tamaño.

Cabe hacer una mención especial al grupo de los eufasiáceos, conocidos popularmente como “krill”. A pesar de su limitada contribución relativa al total del zooplancton, las filmaciones realizadas en las paredes del cañón submarino muestran grandes concentraciones de estos organismos, que forman nubes de gran tamaño. Son escasas, sin embargo, las observaciones de grandes enjambres de krill cercanas al fondo como las registradas en el cañón de Creus. El papel que desarrollan estos enjambres como fuente de alimento principal de muchos organismos marinos y, muy especialmente de diferentes especies de cetáceos, les otorga un papel ecológico importante en el funcionamiento de estos ecosistemas.

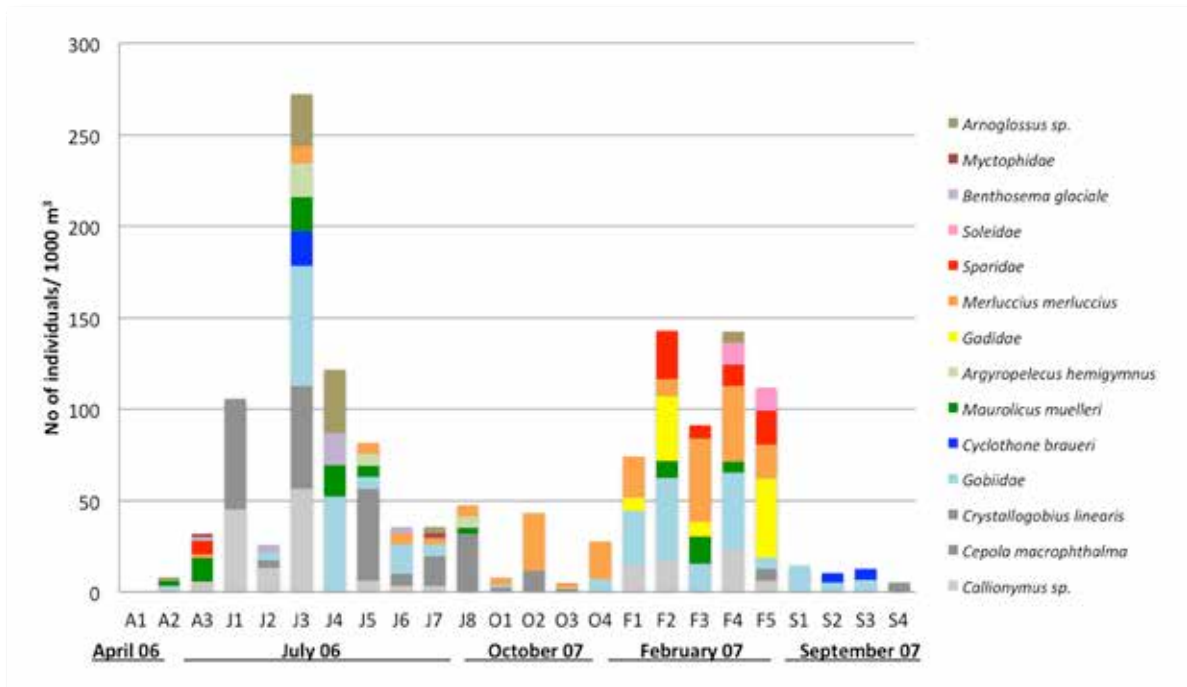


Figura 6.31. Abundancia de diferentes especies de peces asociada a los corales de aguas frías en diferentes épocas de año, donde se puede ver un aumento significativo en la época de verano, un tiempo después del desove de la mayoría de estas especies.
Fuente: ICM/CSIC - Ana Sabatés.

...❖ **Peces pelágicos:**

El golfo de León es una importante zona de reproducción de diferentes tipos de peces y esta circunstancia es especialmente significativa cuando se hace referencia a especies de alto valor comercial como “pescado azul” que constituyen grandes cardúmenes, como la sardina (*Sardina pichardus*) o el boquerón (*Engraulis encrasicolus*).

...❖ **Tortugas:**

El Sistema de cañones occidentales del Golfo de León no se puede considerar una área de especial importancia para las tortugas marinas. No obstante, sí es una zona de paso entre las costas española y francesa, dado el carácter migratorio de estos reptiles. Los avistamientos de individuos de tortuga boba (*Caretta caretta*) son en general muy ocasionales.



Figura 6.32. Tortuga boba (*Caretta caretta*).
Foto: Alex Llorente.



Figura 6.33. Delfín listado (*Stenella coeruleoalba*).
Foto: ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió.

...✦ Cetáceos:

El golfo de León es una de las áreas con mayor población de cetáceos en el Mediterráneo occidental gracias a las características oceanográficas y a la elevada productividad que tiene asociada. Su peculiar relieve submarino, surcado por cañones, conforma un hábitat con características propicias para la presencia de cetáceos.

En el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León, las especies más frecuentemente avistadas son el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), el delfín mular (*Tursiops truncatus*), el delfín de Risso (*Grampus griseus*), el calderón común (*Globicephala melas*) y el rorcual común (*Balaenoptera physalus*). La mayoría de estas especies se encuentran más allá de los 200 metros de profundidad.

La especie más abundante en la zona es el delfín listado, especialmente en aguas profundas. El delfín mular, por el contrario, es más frecuente en áreas próximas a la costa donde puede llegar a ser localmente abundante.



Figura 6.34. Delfín mular (*Tursiops truncatus*).
Foto: ICM/CSIC - Stefano Ambroso.

El rorcual común es la segunda especie más abundante en el área. Si bien su presencia es permanente, la densidad aumenta cuando se produce la migración primaveral hacia las zonas de alimentación, situadas principalmente en el Santuario para Cetáceos del Mediterráneo en el Mar de Liguria. Estos animales son avistados con mayor facilidad en zonas de elevadas profundidades ya que evitan las plataformas continentales en sus movimientos migratorios.

El delfín de Risso y el calderón común son poco frecuentes en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León y solo se han hecho avistamientos de estas dos especies en aguas abiertas, más allá del talud continental.

B. AVES MARINAS

La elevada productividad de la zona y especialmente los importantes cardúmenes de boquerón atraen y mantienen a una importante población de aves marinas en aguas de mar abierto, sobre todo en las zonas más próximas al cañón. En ellas encontramos especies que se reproducen en zonas costeras cercanas, como la abundante gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*) o el escaso cormorán moñudo mediterráneo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*).

A estas dos especies hay que sumarles las aves provenientes de colonias mucho más distantes que se acercan al Sistema de cañones occidentales del Golfo de León para alimentarse durante la época reproductora. Las aves que siguen esta estrategia son capaces de recorrer largas distancias con escaso gasto energético, como las pardela cenicienta (*Calonectris*



Figura 6.35. Pardela mediterránea (*Puffinus yelkouan*) (izda.) y pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) (dcha.).
Fotos: SEO/BirdLife – J. M. Arcos.

diomedea), la pardela mediterránea (*Puffinus yelkouan*) y la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) así como el paño europeo (*Hydrobates pelagicus*).

En invierno y durante las migraciones, las pardelas mediterránea y balear son también numerosas así como otras especies procedentes de regiones distantes, especialmente del norte de Europa. Destaca el colimbo ártico (*Gavia arctica*) por su singularidad, que encuentra en las bahías del Ampurdán su principal refugio en aguas del Mediterráneo español. Finalmente, la diversidad de aves se incrementa notablemente durante las migraciones, especialmente en primavera, cuando es frecuente encontrar varias especies de gaviotas, charranes y págalos.

La especie emblemática en este espacio es sin duda la pardela mediterránea (*Puffinus yelkouan*), una de las especies de aves más amenazadas del Mediterráneo. En estos momentos está catalogada como “Vulnerable” a nivel mundial en la lista roja de la UICN. Esta pardela es endémica de la cuenca mediterránea, pero en España es escasa excepto en la zona del Ampurdán, donde suele haber unos pocos miles de aves repartidas a lo largo de las aguas del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León y su zona contigua hacia el sur, dentro del ámbito de la ZEPA Espacio marino de l’Empordà. Se han llegado a contar hasta 12.000 pardelas mediterráneas en un sólo día en las aguas del cabo de Creus, lo que representa más de un 10% de la población mundial para esta especie. Estos números ponen de manifiesto la importancia que tiene la zona para la supervivencia de la pardela mediterránea.

Igualmente significativa es la presencia de la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*), que alcanza sus densidades máximas durante la época de reproducción entre marzo y junio, a pesar de que también es común en otoño e invierno. Esta especie, catalogada como en “Peligro Crítico”, pone de manifiesto la importancia de las medidas de protección que se llevan a cabo en la ZEPA Espacio marino de l’Empordà. Ambas pardelas suelen encontrarse repartidas por toda la plataforma continental en primavera y son mucho más gregarias en otoño e invierno, cuando suelen formar grandes concentraciones mixtas en aguas someras de las bahías de Rosas y de Pals.

En la zona más costera cabe destacar el cormorán moñudo mediterráneo, que encuentra en los islotes y tramos de costa de Gerona su principal área de reproducción en aguas del Mediterráneo peninsular, con más de 40 parejas censadas. Además, fuera del periodo reproductor, la población local se ve reforzada por la llegada de jóvenes de otras colonias, principalmente desde las islas Baleares. Las aves se alimentan en aguas de poca profundidad cercanas a las colonias, siendo especialmente importante la bahía de Pals. Aprovechan fondos de praderas submarinas, así como bancos de arena y fondos fangosos costeros.

C. ESPECIES BENTÓNICAS

El área marina del cabo de Creus es conocida por la excepcional diversidad de especies de invertebrados bentónicos que pueblan sus fondos. Estos organismos forman parte de un rico mosaico de hábitats, desde fondos sedimentarios y detríticos de diferente

naturaleza a fondos rocosos y comunidades coralígenas de profundidad. Desde la zona costera hasta el talud continental los diferentes hábitats se suceden de manera continuada y forman zonas definidas en las que algunas especies de la macrofauna dominante caracterizan a la comunidad biológica. Dos ejemplos son los bancos de esponjas o de gorgonias. Algunas comunidades se desarrollan en zonas más o menos delimitadas por la naturaleza del sustrato como son las barras de roca y otras ocupan un espacio mayor como los fondos de arena dominados por crinoideos. La zona marina del cabo de Creus se puede considerar una gran alfombra multicolor de especies y hábitats distintos como hay en muy pocas zonas del Mediterráneo.

...✦ Cnidarios y esponjas:

Los corales, las gorgonias y las esponjas son probablemente los organismos más representativos de los fondos submarinos del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León. La presencia de estos organismos es casi constante desde las zonas más someras hasta la parte profunda del talud continental y pueden formar en algunos casos bosques muy densos de colonias sésiles. Estos bosques son importantes por su papel estructurador de la comunidad, es decir, por tener una gran capacidad para formar hábitats en torno de los cuales se establecen, refugian, reproducen y alimentan otros grupos animales.

Los grupos dominantes en la zona son sobre todo gorgonias, plumas de mar o pennatuláceos,



Figura 6.36. La gorgonia *Eunicella singularis*.
Foto: ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió.

corales blandos o alcionarios, ceriantios, anémonas, y corales blancos de aguas frías.

En las aguas del cabo de Creus encontramos la gorgonia amarilla (*Eunicella cavolinii*), la gorgonia roja (*Paramuricea clavata*) y la gorgonia blanca (*Eunicella singularis*). Todas ellas son buenos indicadores del estado de conservación de los fondos marinos. Poblaciones adultas bien estructuradas de estas especies son generalmente un síntoma del buen estado de salud de la comunidad.



Figura 6.37. Los pennatuláceos *Pteroeides spinosum* (izda.) y *Pennatula rubra* (dcha.).
Fotos: Nemo ROV - Gavin Newman

También son abundantes las plumas de mar, con especies tan características de fondos de plataforma como *Pennatula rubra* o *Pteroeides spinosum*. Esta última pluma de mar es la especie más frecuente a lo largo de la estrecha plataforma que separa la costa del cañón submarino del cabo de Creus. También son habituales las colonias de otros pennatuláceos como *Pennatula phosphorea*, *Funiculina quadrangularis*, *Virgularia mirabilis* o *Cavernularia pusilla*. Todas estas especies están presentes en los fondos detríticos de la plataforma continental del Sistema de cañones occidentales del Golfo de León. En algunos casos, cuando las condiciones son óptimas y la zona no se ha visto alterada por las redes de la pesca comercial, estos organismos llegan a formar poblaciones localmente muy densas.



Figura 6.38. *Cavernularia pusilla*.
Foto: US - Pablo López-González.

Los pennatuláceos, además de estabilizar el sustrato gracias a su capacidad para fijarse en fondos blandos, favorecen la retención de partículas a su alrededor facilitando la disponibilidad de alimento para otros grupos, que ven en ellos una posibilidad de encontrar refugio y alimento.

Dentro del grupo de los corales blandos destacan los alcionarios, conocidos popularmente como



Figura 6.39. *Alcyonium palmatum*.
Fuente: Nemo ROV - Gavin Newman



Figura 6.40. *Alcyonium palmatum*.
Foto: US - Pablo López-González.

“manos de muerto”. La especie *Alcyonium palmatum* es junto con la pluma de mar *Pteroeides spinosum* la especie más extendida de la plataforma continental.

Los ceriantarios recuerdan a las anémonas, pero con el cuerpo alargado para poder vivir dentro de los tubos que producen a base de arena y mucus. La especie más frecuente en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León es *Cerianthus membranaceus*, que se encuentra en zonas de fangos de la plataforma



Figura 6.41. *Cerianthus membranaceus*.
Foto: Nemo ROV - Gavin Newman.

y en la parte alta del talud continental.

Los corales más interesantes en la zona de estudio son los denominados corales blancos de profundidad o de aguas frías. Las cuatro especies presentes en el cañón de Creus son *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa*, *Dendrophyllia cornigera* y el coral solitario *Desmophyllum dianthus*. Estas especies son particularmente frecuentes en la pared sur del cañón. Cuando forman bosques relativamente densos se las puede considerar como una de las comunidades “guardería” más importantes en todo el Mediterráneo profundo.



Figura 6.42. *Madrepora oculata* (izda) y *Dendrophyllia cornigera* (dcha).
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.

Las esponjas presentan también una gran diversidad de especies, así como de tamaños, formas y colores. Las hay incrustantes como *Cliona viridis*, que tapiza el sustrato rocoso, esféricas como *Tethya aurantium* (conocida como “naranja de mar” en clara alusión a su color y forma), en forma de tubo como *Haliclona elegans* o arborescentes como *Axinella damicornis*, *Axinella polypoides* o *Desmacidon fruticosum*. También encontramos esponjas típicas de fondos profundos como *Poecillastra compressa* y *Phakellia ventilabrum*, que generalmente acompañan a los corales blancos de profundidad junto a un elevado número de especies de tipo incrustante.



Figura 6.43. *Axinella polypoides*.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.



Figura 6.44. (izda.) *Poecillastra compressa*; centro (dcha.) *Desmacidon fruticosum*. Fotos: IFM/GEOMAR - JAGO Team.

❖ Otros invertebrados:

Los **anélidos** están representados tanto por especies sésiles como por las que viven enterradas en arenas y limos de la plataforma continental. Se han identificado más de 200 especies de anélidos poliquetos en la zona del cabo y del cañón de Creus como *Tharyx heterochaeta*, *Terebellides stroemi*, *Sternapsis scutata*, *Lanice conchilega*, *Sabella pavonina* o *Protula tubularia*. Estas dos últimas especies,



Figura 6.45. *Sabella pavonina*.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.

como todas las que componen el grupo de los sabélidos y los serpúlidos, forman penachos bucales muy evidentes que utilizan para capturar partículas que se encuentran en suspensión. Es muy común encontrarlas acompañando a los corales blancos en las comunidades profundas del cañón.



Figura 6.46. *Protula tubularia*.
Foto: Nemo ROV - Gavin Newman.

Los **equinodermos** son un grupo muy numeroso y diverso que incluye erizos, estrellas de mar, ofiuras y holoturias. Los erizos están representados por diversas especies entre las que destacan *Echinus melo*, *Echinus acutus* y la tabaquera *Cidaris cidaris*, que viven preferentemente en fondos de arena hasta los a 400 metros de profundidad. Así mismo, también es destacable la presencia del erizo *Paracentrotus lividus* en aguas costeras, con un alto valor comercial en esta zona del Mediterráneo.



Figura 6.47. *Echinus acutus*.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.



Figura 6.48. *Cidaris cidaris*.
Foto: Nemo ROV - Gavin Newman.

Las **ofiuras** aparecen sobre fondos de arena o de arenas fangosas donde se alimentan de pequeños organismos o de detritus. *Ophiotrix quinquemaculata* es la especie de ofiura más abundante en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León y llega a tapizar por completo grandes extensiones de los fondos de fango o de detrítico enfangado.



Figura 6.49. *Ophiotrix quinquemaculata*.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.

Las **holoturias**, como *Holothuria forskali*, *Holothuria tubulosa* o *Ocnus planci*, son animales sedentívoros que ingieren grandes cantidades de sedimento del que extraen el alimento. Viven por encima o semienterradas en arenas y fangos.

Los **moluscos** son uno de los grupos de invertebrados con mayor diversidad en el medio marino y colonizan todo tipo de sustratos y hábitats. Las comunidades de fangos costeros se caracterizan por la presencia de conchas de bivalvos como *Nucula sulcata* y la almeja *Venus ovata*.

Del grupo de los **cefalópodos** destacan los pulpos de las especies *Eledone cirrosa*, *Eledone moschata* y *Octopus vulgaris*, las sepias *Sepia officinalis* y *Sepia elegans* y el calamar *Sepietta oweniana*.



Figura 6.50. Calamar.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.



Figura 6.51. Pulpo.
Foto: Nemo ROV - Gavin Newman.

Los **braquiópodos** conforman un grupo con pocas especies descritas, pero pueden formar poblaciones muy densas si las condiciones les son favorables. Este es el caso de *Gryphus vitreus* y *Mergelia truncata*, que viven en las paredes del cañón submarino, en fondos dominados por corales de aguas frías. Los actuales braquiópodos son auténticos fósiles vivientes del Triásico inferior, originados hace unos 250 millones de años de formas aún más primitivas. Pese a que apenas han evolucionado desde entonces son un buen ejemplo de éxito evolutivo.



Figura 6.52. Braquiópodos.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.

Los **crustáceos** destacan especialmente por el importante número de grupos distintos que se ha identificado hasta el momento en el área. De hecho, son veintitrés las especies registradas hasta ahora en el cañón submarino. Siendo el grupo más abundante del zooplancton, con diferencia, destacan entre ellos el grupo de los copépodos. También tienen representantes que viven cerca del fondo marino, como el krill (*Meganyctiphanes norvegica*) registrados en el flanco sur del cañón, en las zonas dominadas por las comunidades de corales de aguas frías, formando formando densos enjambres.

También son abundantes los decápodos de distintos tamaños y formas, como los cangrejos ermitaños (*Dardanus arrosor*, *Diogenes pugilator*, *Pagurus prideaux*), los cangrejos escorpión (*Inachus dorsettensis*, *Inachus phalangium*), las arañas de mar (*Macropodia rostrata* y *Macropodia liongipes*), los pequeños cangrejos (*Munida rugosa* y *Munida intermedia*) o la gamba de rostro largo o camarón narval (*Plesionika narval*), por citar algunas de las innumerables especies que se pueden encontrar dentro de este grupo en el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León. Al igual que ocurre con los moluscos, entre los crustáceos se incluyen especies de gran interés comercial como los santiaguinos (*Scyllarus arctus*), la cigarra de mar (*Scyllariades latus*), la langosta (*Palinurus elephas*) y el bogavante (*Homarus gammarus*).



Figura 6.53. *Munida rugosa*.
Foto: Nemo ROV - Gavin Newman.

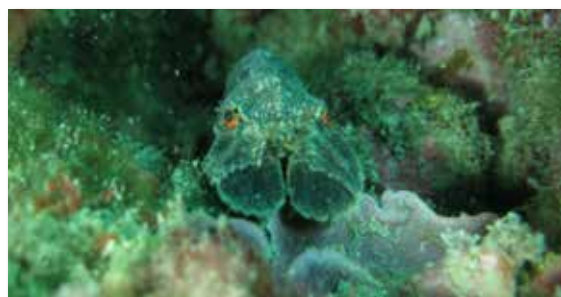


Figura 6.54. *Scyllariades latus*.
Foto: ICM/CSIC - Carlos Dominguez Carrió.



Figura 6.55. *Palinurus elephas*.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.

Por último, las **ascidias** están representadas por una treintena de especies distintas. Estos animales pueden ser tanto coloniales como individuales, siempre con una etapa sésil en su forma adulta. En la zona del cabo de Creus son abundantes los individuos del género *Pyura* y *Microcosmus*, así como organismos de las familias *Didemnidae* y *Polyclinidae* las especies. También es destacable la presencia de la ascidia *Distomus variolosus* creciendo sobre las gorgonias *Eunicella cavollinii* de la parte media de la plataforma



Figura 6.57. *Distomus variolosus* creciendo sobre la *gorgonia Eunicella cavollinii*.
Foto: Nemo ROV - Gavin Newman.

...❖ Peces:

En el Sistema de cañones occidentales del Golfo de León existe una fauna muy rica de peces, desde los típicamente litorales asociados a los fondos de roca y algas, pasando por las especies pelágicas hasta llegar a las que viven cerca o asociadas a los fondos marinos más profundos de plataforma y talud.



Figura 6.58. *Lophius piscatorius*.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.

Entre las rocas es frecuente observar la presencia de especies como el doncel (*Lappanella fasciata*), el cabracho (*Scorpaena scrofa*), la brótola de roca (*Phycis phycis*) o el besugo (*Pagellus bogaraveo*). En algunas zonas aparecen las doncellas (*Coris julis*), las cabrillas (*Serranus cabrilla*) o las morenas (*Muraena helena*). A mayor profundidad encontramos peces como la gallineta (*Helicolenus dactylopterus*), el congrio (*Conger conger*) o el pez sable (*Lepidopus caudatus*).

En los fondos arenosos predominan las escorfenas o “rubios” con presencia de Trigla lucerna y Trigloporus lastoviza y peces planos como rapas (*Lophius piscatorius*) o gallos (*Lepidorhombus boscii* y *Bothus podas*), todos ellos de interés comercial en el Mediterráneo. Entre los 50 y los 100 metros de profundidad se encuentran muchos ejemplares de salmonetes (*Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*) y capellanes (*Trisopterus minutus* y *Trisopterus luscus*), mientras que en la plataforma



Figura 6.59. *Helicolenus dactylopterus*.
Foto: Nemo ROV - Gavin Newman.



Figura 6.60. *Merluccius merluccius*.
Foto: Nemo ROV - Gavin Newman.

profunda, entre los 100 y los 200 metros, destaca la merluza (*Merluccius merluccius*). El jurel (*Trachurus trachurus*) es una de las especies más abundantes y más cosmopolitas, distribuida tanto en la plataforma como en la parte alta del talud.

La presencia de larvas de peces en las comunidades zooplanctónicas del cañón, entre ellas las de algunas especies de alto interés comercial como la merluza, indica la importancia de estos lugares como guarderías y zonas de cría de alevines y juveniles.



Figura 6.62. *Lepidopus caudatus*.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.



Figura 6.61. *Phycis phycis*.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.



Figura 6.63. *Trachurus trachurus*.
Foto: Nemo ROV - Gavin Newman.



7 Actividades antropogénicas en la plataforma continental del cabo de Creus.

La plataforma continental que une la zona costera con el cañón submarino de Creus es bastante estrecha, menos de cinco millas náuticas, por lo que es muy frecuentada por embarcaciones tanto de pesca profesional deportiva como embarcaciones de navegación recreativa. La zona costera está parcialmente incluida en el Parc Natural del Cap de Creus (Parque Natural del Cabo de Creus) y aunque cuenta con las medidas de protección que proporciona la legislación vigente de la Generalitat de Cataluña, no cuenta aún con un plan de uso y gestión (PRUG) específico en el ámbito marino. Dado el gran número de actividades turísticas y náuticas que se desarrollan y las características de fauna y flora que la caracterizan, hacen que sea una zona muy frágil desde el punto de vista de la conservación. Durante los meses de verano, la población local se multiplica debido al turismo, hecho que hace aún más compleja la situación ambiental e incrementa los riesgos de contaminación y de perturbación en el entorno natural del área.

El Parque Natural es eminentemente un parque terrestre al que se le incorporó una estrecha franja de espacio marino. Esta franja tiene como límite oriental la isla de Massa d'Oros y como máximo alcanza los 100 metros de profundidad en las zonas más alejadas de la costa. El parque natural se declaró a través de la Ley 4/1998, de 12 de marzo, de protección de Cap de Creus de la Generalitat de Cataluña y cuenta con varios intentos fallidos para implementar un plan de gestión. El último, presentado en octubre de 2014, no fue bien recibido por algunos colectivos de la zona por la repercusión que tendría en las actividades económicas locales y se encuentra en proceso de revisión y negociación. Desde 1998 las actividades pesqueras, la navegación de recreo y otro tipo de actividades turísticas se han desarrollado libremente en la zona, salvo en una pequeña porción declarada como reserva integral. La pesca artesanal coexiste con numerosas actividades recreativas como el buceo, los paseos en barco o la pesca deportiva. En el área de influencia del parque natural se encuentran 5 puertos recreativos con una capacidad para 8.000 embarcaciones. Fuera del parque, la pesca de arrastre es la que mayores efectos tiene sobre el medio.

La zona no soporta una importante densidad de tráfico marítimo, al no estar situada en rutas comerciales importantes, ni cerca de ningún gran puerto comercial o industrial.

En cuanto al establecimiento de parques eólicos marinos, el “Estudio estratégico ambiental del litoral español para la instalación de parques eólicos marinos” (2009) realizó la zonificación de las áreas eólicas marinas en España distinguiendo entre aquellas zonas aptas para implantar parques eólicos, zonas con condicionantes y zonas restringidas. El LIC se encuentra dentro de las categorías de zonas de exclusión y zonas aptas con condicionantes.

Pesca

A pesar de las duras condiciones meteorológicas y oceanográficas de la zona, que han dificultado las actividades pesqueras y recreacionales durante decenios, la flota pesquera artesanal e industrial no ha dejado de actuar, especialmente por parte de embarcaciones de los puertos más cercanos al cabo de Creus.

Pesca Artesanal

La pesca artesanal es principalmente de bajura, debido a que las embarcaciones tienen un tamaño entre los 6 y los 12 metros y a que los armadores tienen una capacidad de inversión pequeña. Esta modalidad de pesca se caracteriza porque los barcos vuelven a puerto tras una jornada de faena. No existen caladeros específicos, sino que las condiciones ambientales y la experiencia de los pescadores determinan el lugar de faena. En la actualidad trabajan en la zona alrededor de 30 embarcaciones de las cofradías de Rosas, Llançà, Cadaqués y Port de la Selva. La actividad ha disminuido durante los últimos años por la caída de las capturas y por la reconversión de los pescadores hacia otros sectores laborales relacionados con el turismo.

En general, la actividad es mayor en marzo y junio, y menor en agosto, septiembre y durante los meses de invierno, aunque la pesca se realiza durante todo el año, alternando las especies según la estación y las vedas temporales. La pesca artesanal cuenta con una apreciable riqueza de artes, hasta 14, entre las que destacan el trasmallo, el palangre de fondo y el uso de redes de enmalle, en orden de importancia.

El *trasmallo* es el arte más usado en la zona. Los barcos operan prácticamente en todos los tipos de sustrato de la plataforma, a excepción de los fondos de arena fangosa, en profundidades entre 100 y 150 metros. Por norma general, prefieren los fondos con poca cantidad de roca, para evitar dañar o perder las redes. Es una pesca dirigida principalmente a la captura de langosta, bogavante, sepia, calamar, cabracho, rape y faneca menor.

El *palangre de fondo* realiza su actividad en los fondos de arena y de fango arenoso, en profundidades desde los 75 hasta los 250 metros, e incluso a mayor profundidad en aguas profundas del cañón. Actualmente hay

censados 16 barcos de palangre y sus especies objetivo son congrio, pulpo, sepia, besugo, pez sable, faneca y merluza, aunque esta última puede capturarse con diferentes artes.

Los barcos que utilizan las *redes de enmalle* faenan sobre los fondos de fango arenoso, los arenosos cercanos a la costa y en menor medida sobre los fondos fangosos, en un rango entre los 75 y los 100 metros de profundidad.

También hay que destacar una fuerte presión sobre la zona costera de lo que se conoce como pesca deportiva, especialmente en los meses de verano. Parte de esta pesca es ilegal y realizada por furtivos, ya que suministra directamente a restaurantes de la zona el producto pescado sin pasar por la lonja. Esta actividad es muy difícil de cuantificar debido a que requiere un esfuerzo muy importante de vigilancia durante día y noche.

Pesca de arrastre

Las embarcaciones de pesca de arrastre buscan generalmente caladeros rentables en aguas abiertas, faenando raramente en la plataforma. Esta flota está compuesta por 41 barcos con base en los puertos de Rosas, Llançà y Port de la Selva.

Los estudios sobre la pesca industrial han revelado que en primavera, otoño e invierno existe una mayor concentración de embarcaciones en el flanco sur del cañón, mientras en verano la presión se desplaza a la zona nordeste. También utilizan como área de pesca la zona al sur del cabo y la zona norte delante de Port de la Selva. En el pasillo entre el cabo y el cañón no se realiza esta actividad, probablemente porque es demasiado estrecha para extender las redes, el fondo es muy abrupto, contiene rocas, y las corrientes son excesivamente fuertes.

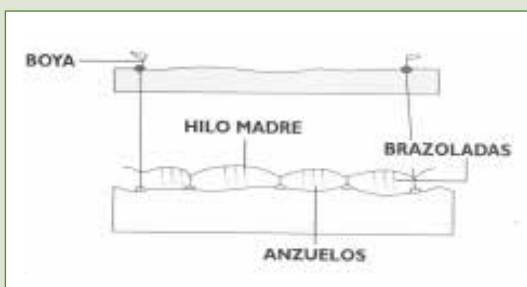
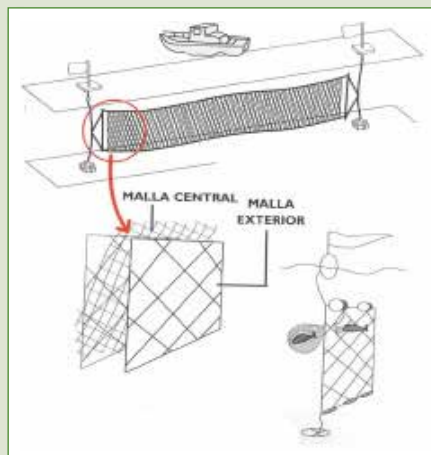
Principales impactos derivados de las actividades antropogénicas en la zona

El Mediterráneo está considerado como una de las áreas del planeta con mayor concentración de población y mayor intensidad en la explotación de los recursos marinos. Además se prevé un aumento de las presiones humanas sobre los ecosistemas marinos en los próximos años.

Descripción de las principales artes de pesca de Creus.

El trasmallo

El trasmallo es un arte tradicional de red fijo, esto quiere decir que se calan lastrados en contacto con el fondo, en contraposición a los de deriva, que van poco lastrados y quedan flotando. Está formado por tres mallas o paños cosidos a los cabos, uno más tupido y largo, que forma embolsamientos en los que queda atrapada la captura, y dos mallas externas más claras. Se calan perpendiculares al fondo y se balizan con boyas y banderas con los datos de la embarcación.



Palangre de fondo

El aparejo está formado, al igual que el palangre de superficie, por un cabo o línea principal (demoninada línea madre) colocada en horizontal, con más o menos curvatura, de la que cuelgan verticalmente otras líneas que llevan sujeto un número variable de anzuelos. En este caso, el aparejo está calado, gracias a un cabo con flotadores y a un sistema de pesas, cerca del fondo marino.

Enmalle

Esta técnica consiste en el uso de redes de finos filamentos que se calan rozando el fondo marino. Con la ayuda de flotadores y plomos o pesos, la red mantiene su posición al ser anclada, de forma que cuando los peces se desplazan nadando y tratan de atravesarla, quedan enmallados o enredados en la red.

Fuente de los dibujos: "Guía de recursos pesqueros de la Provincia de Alicante". 2002.

Edita: Confederación Empresarial de la Provincia de Alicante (COEPA), 73 páginas.

Las principales causas de este incremento están relacionadas con el aumento de las infraestructuras costeras, el mayor uso del litoral y la creciente demanda de productos obtenidos del mar debido al aumento de la población y de los recursos tecnológicos para la extracción. Esto provoca efectos sobre el medio marino como la modificación y destrucción de hábitats, la aparición cada vez más frecuente de especies invasoras y oportunistas o la contaminación orgánica e inorgánica y todos derivan a su vez, directa e indirectamente, en la pérdida de biodiversidad marina.



Figura 7.1. Trasmallo enganchado en el fondo.
Foto: IFM/GEOMAR - JAGO Team.



Figura 7.2. Trasmallo abandonado que aún sigue pescando. **Foto:** IFM/GEOMAR - JAGO Team.

se desprenden del sustrato y acaban por caer al fondo, donde continuamente se depositan sedimentos que terminan por sepultarlas. El palangre ha sido reconocido recientemente, a nivel internacional, como una amenaza para las delicadas poblaciones de corales profundos.

La pesca de arrastre es una de las actividades que mayor impacto genera sobre el fondo

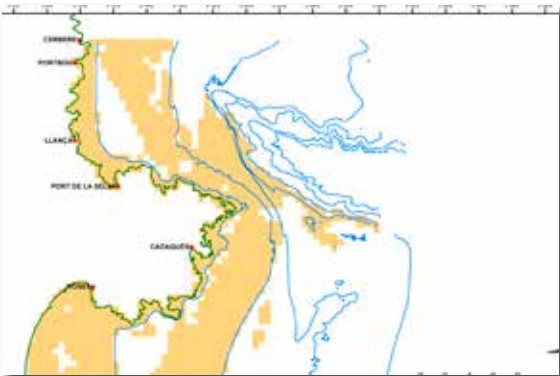


Figura 7.4. (izda.) Zonas potencialmente susceptibles de ser explotadas por la pesca de palangre de fondo o (dcha.) pesca mediante trasmallo. **Fuente:** ICM/CSIC - Ariadna Purroy.

baja, hecho que dificulta enormemente su regeneración. La mayor parte de las especies que habitan estos fondos tienen un crecimiento muy lento y, por tanto, una capacidad de recuperación también muy lenta. Además,



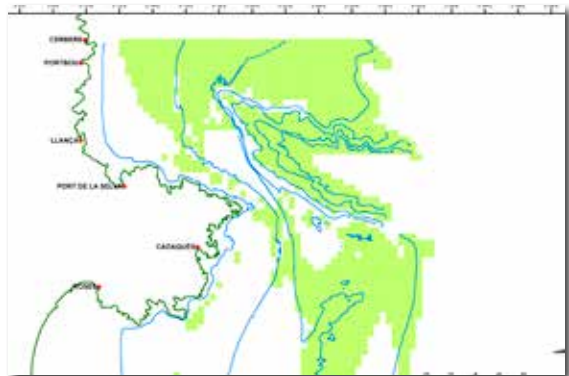
Figura 7.5. Red de arrastre abandonada. **Foto:** IFM/GEOMAR - JAGO Team.



Figura 7.3. Palangre enganchado alrededor de una colonia de Madrepora oculata. **Foto:** IFM/GEOMAR - JAGO Team.

marino. Afecta no sólo a las poblaciones objetivo de las capturas, sino también a aquellas consideradas de descarte en las redes. Además puede modificar las condiciones del fondo al alterar la turbidez del agua y erosionar grandes superficies por las que se arrastra.

La tasa de resiliencia de los ecosistemas de estos fondos frente a estos impactos es muy



aunque no se conoce la tasa de recuperación de estas especies ni de su hábitat, las posibilidades de que los fondos se recuperen son bajas por la intensidad y continuidad de la pesca en las mismas zonas explotadas. Cuando este efecto



Figura 7.6. Cables de redes de arrastre enganchados en el fondo. **Foto:** IFM/GEOMAR - JAGO Team.

se mantiene durante períodos muy largos de tiempo, la situación se vuelve casi irreversible.

La tasa de resiliencia de los ecosistemas de estos fondos frente a estos impactos es muy baja, hecho que dificulta enormemente su regeneración. La mayor parte de las especies que habitan estos fondos tienen un crecimiento muy lento y, por tanto, una capacidad de recuperación también muy lenta. Además, aunque no se conoce la tasa de recuperación de estas especies ni de su hábitat, las posibilidades de que los fondos se recuperen son bajas por la intensidad y continuidad de la pesca en las mismas zonas explotadas. Cuando este efecto se mantiene durante períodos muy largos de tiempo, la situación se vuelve casi irreversible.

En todo el planeta, los ecosistemas localizados en las zonas profundas de la plataforma continental se consideran zonas de concentración de diversidad biológica y se han comenzado a valorar mucho más dada la importancia económica que tienen, principalmente porque muchos de ellos son considerados como esenciales al tratarse de lugares de puesta y cría de muchas especies de gran interés comercial.

En el área del cabo de Creus, las comunidades

mejor conservadas se localizan en los lugares donde no han llegado las redes de pesca de arrastre o en los que su actividad se torna muy complicada por la pendiente del fondo o por la presencia de grandes bloques de roca. Coinciden con zonas de la zona media y final de la plataforma continental y con zonas de la parte alta del cañón submarino.

Otros impactos

Entre las acciones que se prevén en la zona y que podrían tener un fuerte impacto negativo en el medio marino destacan los estudios sísmicos y los sondeos autorizados para evaluar la viabilidad de extraer gas o petróleo mediante la técnica conocida como *fracking* (procedimiento de fractura hidráulica).

Esta técnica consiste en perforar un pozo hasta llegar a la roca donde se cree que hay gas o petróleo encerrado e inyectar a presión agua con arena y productos químicos en el terreno para ampliar las fracturas naturales del sustrato y favorecer la salida del material. A esto habría que añadir los impactos derivados de la propia explotación de estos yacimientos, en el caso de que existieran.

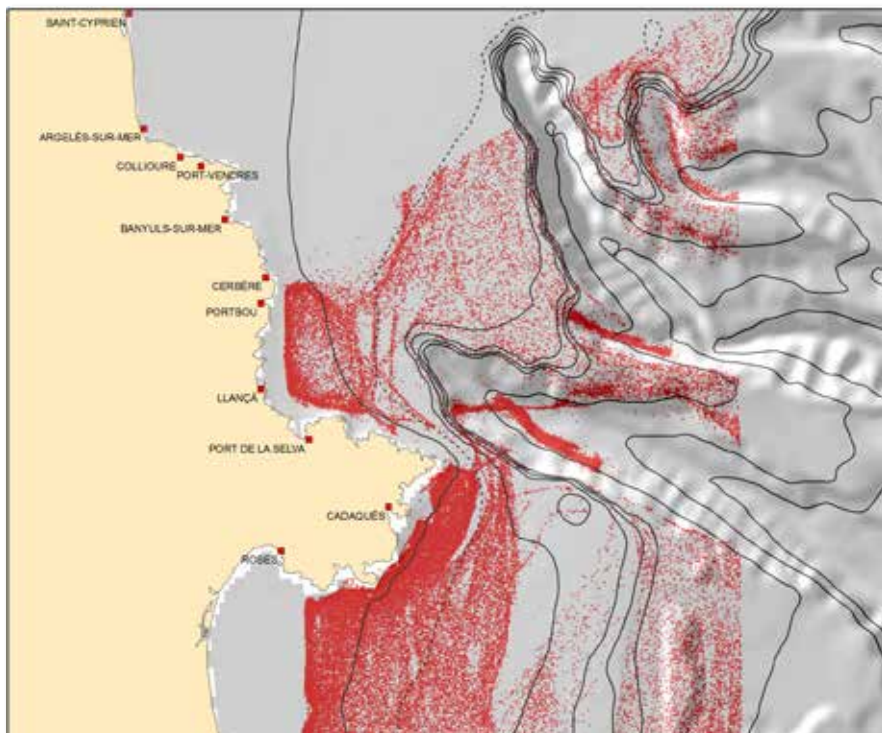


Figura 7.7. Distribución del esfuerzo pesquero en la zona del cabo de Creus por la flota comercial. Los datos fueron obtenidos a partir de los datos de posicionamiento que emiten los barcos de arrastre cuando faenan. **Fuente:** ICM/CSIC - Susana Requena.



8 Marco de protección del área

El área marina del Sistema de los cañones submarinos occidentales del Golfo de León alberga una gran diversidad de hábitats en un ambiente muy heterogéneo. Destacan las fuertes corrientes, entre las que dominan las del norte (golfo de León), una plataforma continental variable y estrecha en las proximidades del cabo de Creus y un cañón submarino de grandes dimensiones cuya cabecera se sitúa cerca de la costa. A esta alta heterogeneidad ambiental y geomorfológica se encuentra acoplada una elevada diversidad biológica. No en vano, las aguas próximas al cabo de Creus se encuentran entre las que tienen una mayor productividad biológica en el Mediterráneo occidental. Ello se debe en parte a que la zona recibe parte de los aportes del río Ródano, uno de los más caudalosos del Mediterráneo.

En la estrecha plataforma que separa la zona costera norte del cabo de Creus y el cañón submarino se encuentran comunidades bentónicas asumibles a arrecifes bastante bien conservadas y con un elevado interés ecológico. Las especiales condiciones ambientales y la elevada productividad favorecen una posible recuperación y expansión. Todo ello junto con una notable presencia de cetáceos y de aves marinas, justifican la declaración del Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

Hábitats marinos citados en la Directiva Hábitats

Varias de las comunidades descritas en el capítulo anterior se encuentran recogidas en los textos de diversas leyes, directivas y convenios de protección y conservación, nacionales e internacionales. De todos ellos, nos centraremos en la Directiva Hábitats, que junto con la Directiva Aves constituyen la Red Natura 2000.

La **Directiva Hábitat** es el instrumento legal más importante para la protección de la biodiversidad en Europa y es la base legal en la que se apoya LIFE+ INDEMARES para poner en marcha medidas de protección y conservación de los hábitats de mayor valor ambiental en nuestros mares. Para ello, establece en su Anexo I una lista de hábitats que requieren protección mediante la declaración de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC).

En los trabajos de investigaciones realizados en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES en el LIC Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León se ha constatado la presencia de distintas comunidades que por sus características pueden incluirse en el hábitat 1170 Arrecifes.

El hábitat **1170 Arrecifes** engloba comunidades de muy diferentes características ambientales y ecológicas ya que incluye a todos los arrecifes (comunidades que concentran un elevado número de especies y que, además, conforman una estructura tridimensional) de todos los océanos, tanto de aguas someras, de aguas profundas, tropicales como de aguas templadas o frías. De forma genérica, un hábitat se considera arrecife únicamente cuando el sustrato sobre el que asientan las comunidades de organismos es duro y compacto, y no es de origen antrópico. Los tipos de comunidades presentes en aguas españolas que podrían ser incluidos bajo esta definición son 462, que pueden llegar a tener características muy dispares entre ellas, y cuyo único elemento común es la presencia de un sustrato rocoso o sustrato de origen biológico que conforma una estructura biogénica compacta, independientemente de otras consideraciones como por ejemplo: la naturaleza geológica o biológica del sustrato, la profundidad, la corriente, la dinámica sedimentaria, la composición de especies o la dinámica estacional.

Por consenso del comité científico del proyecto LIFE+ INDEMARES, hay dos características fundamentales que se han tenido en cuenta para que una comunidad sea incluida en este hábitat:

- La comunidad ha de tener una estructura tridimensional capaz de generar espacios y hábitats complejos.
- Las especies que la conforman han de poseer un alto grado de vulnerabilidad y, por tanto, han de ser especies sensibles a los cambios de su entorno y de difícil recuperación.

Siguiendo estas características generales, en este hábitat se sitúan los bloques de coralígeno, los bosques de gorgonias, corales y esponjas, los corales profundos de aguas frías y cualquier comunidad estructurante con homologías físicas o biológicas. Así, en la zona que nos ocupa formarían parte del hábitat 1170 las siguientes comunidades:

- Comunidades del final de la plataforma continental, conocidas como “Fondos detríticos y roca de mar abierto” dominados por gorgonias y esponjas.

- Comunidades del cañón dominadas por las especies de coral *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*.

- Comunidades de arrecifes subfósiles de profundidad como hábitat de elevado valor histórico y patrimonial.

Especies incluidas en la Directiva Hábitat o en la Directiva Aves

Además de la protección de los hábitats y de las comunidades biológicas, la Directiva Hábitats establece en su Anexo II una serie de especies consideradas prioritarias que requieren la designación de zonas especiales de conservación y se aplicarán aquellas medidas de conservación necesarias para el mantenimiento o el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los hábitats naturales y/o de las poblaciones de las especies para las cuales se haya designado el lugar. En la zona de estudio encontramos el

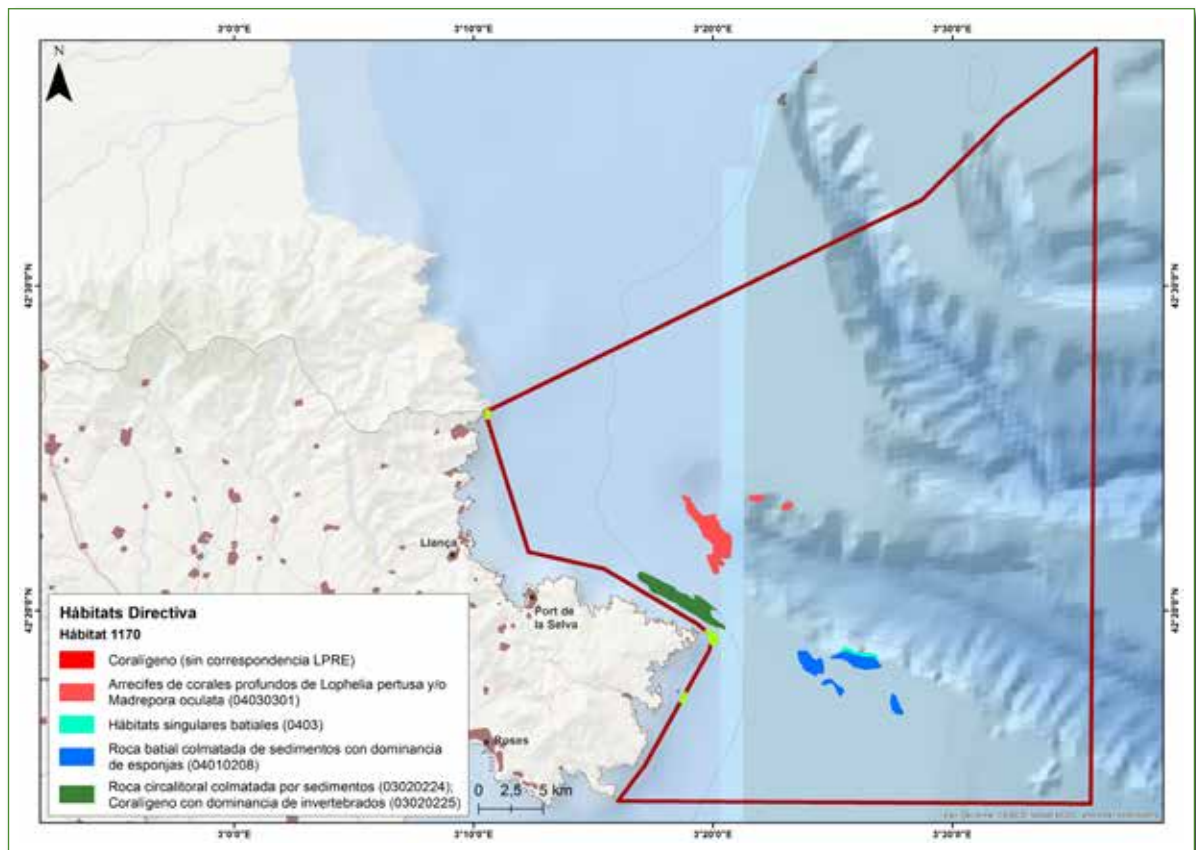


Figura 8.1. Localización del hábitat 1170-Arrecifes en el cabo y en el cañón de Creus.
Fuente: Fundación Biodiversidad – Mónica Campillos.

delfín mular (*Tursiops truncatus*). Se exceptúan las aves, que tienen su propia normativa de protección.

Dentro del marco de protección de esta gran área marina, también se han de tener en cuenta las especies presentes en la zona que se recogen en el Anexo IV (especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren de una protección estricta) y en el Anexo V (especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión) de la Directiva Hábitats. Al primer grupo pertenecen el calderón común (*Globicephala melas*), el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) y también el delfín mular (*Tursiops truncatus*), mientras que en el segundo grupo se encuentra el coral rojo (*Corallium rubrum*).

Por su parte, la **Directiva Aves**, es la normativa que tiene por objeto la regulación y protección de las aves silvestres del entorno europeo, inclusive la protección de determinadas áreas que se consideran importantes para una serie de especies. Las aves, al igual que otras especies con gran movilidad y capaces de realizar

importantes migraciones a zonas muy alejadas del territorio europeo, son un grupo animal con difíciles mecanismos de protección internacional fuera de las fronteras comunitarias. Teniendo en cuenta esta limitación, la Directiva Aves establece los mecanismos para la protección de extensos territorios europeos que son esenciales para los procesos de reproducción, cría y alimentación de las aves silvestres dentro de los Estados miembros. Con esta finalidad, el Anexo I de esta directiva recoge las especies que se protegerán a través de la conservación de aquellos hábitats que son esenciales para su supervivencia y reproducción. Estos territorios reciben el nombre de ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves).

La ZEPA “Espacio marino de l’Empordà” incluye a la bahías de Roses y de Pals, a las islas Medes y a los cabos de Creus y Begur, solapándose con el LIC por el norte (figura 8.3). Es una importante zona de alimentación para diversas especies de aves procelariformes, siendo la principal área de concentración de pardela mediterránea (*Puffinus yelkouan*) en España (Fig. 8.2). Esta especie está presente todo el año y, pese a ser una especie de hábitos oceánicos, puede llegar

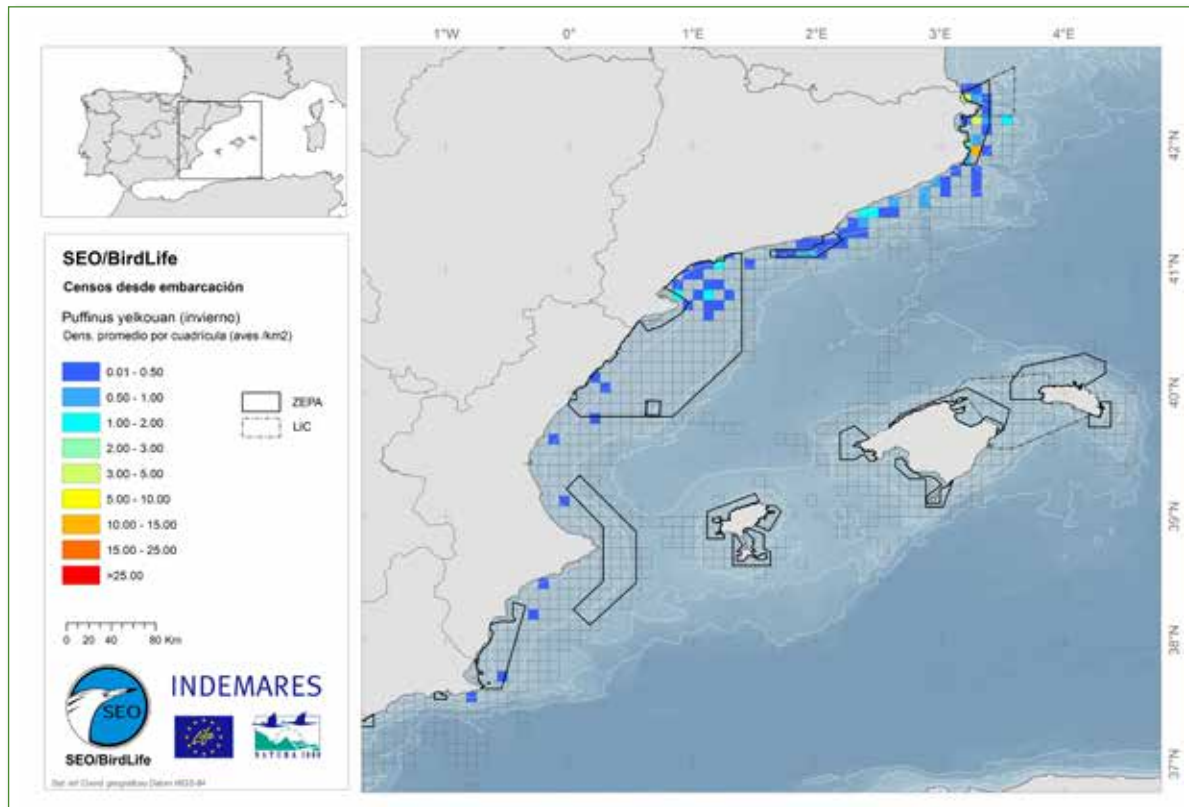


Figura 8.2. Densidad de pardela mediterránea en aguas del levante ibérico en invierno, mostrando la importancia de la ZEPA Espacio marino de l'Empordà. Fuente: SEO/BirdLife.

a observarse en grandes grupos cerca de la costa en invierno.

Lo mismo ocurre con la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*), que puede llegar a ser numerosa en la zona, excepto en verano. En esta última época son comunes en alta mar la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) y el paño común (*Hydrobates pelagicus*). Las bahías, por otro lado, representan buenas zonas de alimentación para el cormorán moñudo mediterráneo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*), que cuenta con una pequeña población reproductora en las costas adyacentes. En invierno cabe destacar la presencia regular de colimbo ártico (*Gavia arctica*), que cuenta aquí con su principal punto de invernada en el mediterráneo español. Otras especies de aves marinas son regulares, especialmente durante las migraciones.

El LIC propuesto en el marco del Proyecto INDEMARES (ESZZ16001) ocupa una superficie de 93.766 Hectáreas, de las cuales 1.243 están ocupadas por arrecifes clasificados dentro del código 1170.

Con los valores existentes, la zonificación, que se establezca tras diferentes procesos

participativos con administraciones, científicos y usuarios, garantizará la protección de la zona con mayores valores ecológicos y con una tasa de biodiversidad más alta, que inicialmente se corresponde con la estrecha plataforma entre el noreste del cabo y la pared sur del cañón, donde se desarrollan las comunidades de arrecifes mejor conservadas de la zona.

En la zona de la plataforma continental y del cañón submarino de Creus se han encontrado diferentes comunidades que, por sus características y estado de conservación, tienen un alto valor ecológico y requieren figuras eficaces de protección. Podemos destacar las siguientes:

- Las comunidades dominadas por las especies de corales de agua frías *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa* y *Dendrophyllia cornigera* son los arrecifes de este tipo mejor conservados de los que se tiene noticia hasta la fecha en todo el Mediterráneo y son ejemplo representativo de lo que en el pasado debieron ser estas comunidades en muchos otros enclaves de este mar. Además, los tamaños y el nivel de madurez de las colonias es

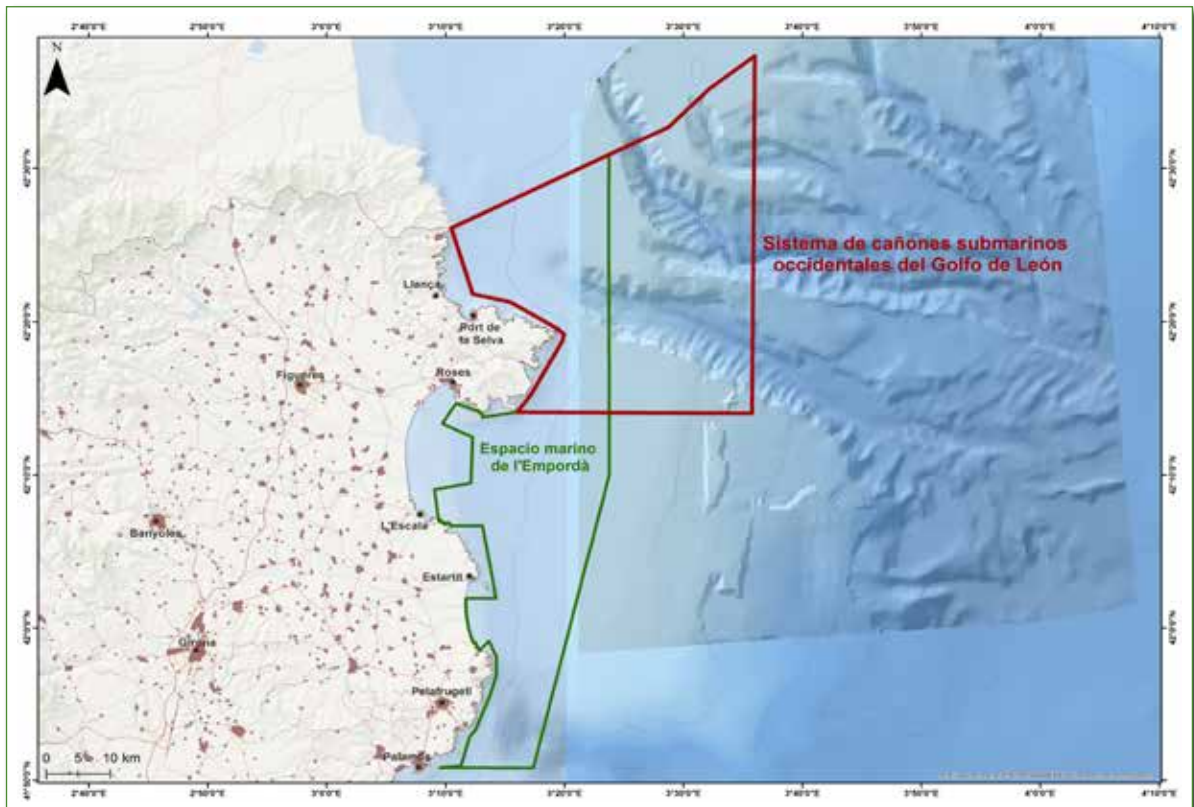


Figura 8.3. Límites del LIC Sistema de los cañones submarinos occidentales del golfo de León y de la ZEPA Espacio marino de l'Empordà. **Fuente:** Fundación Biodiversidad – Mónica Campillos.

muy variable, presentando ejemplares longevos y juveniles además de colonias reproductoras, colonias de tamaño medio y otras de reclutas. Esto hace suponer que el arrecife tiene capacidad de recuperación y expansión.

- En la plataforma continental, se encuentran fondos de detrítico costero que van de los 60 a los 130 metros de profundidad y rodean los enclaves rocosos de mar abierto con arrecifes de esponjas y gorgonias, con cierto grado de conservación, a diferencia de las zonas rocosas de mar abierto que han sido arrasadas en muchas áreas del Mediterráneo, principalmente por el arrastre. En estos enclaves se encuentran poblaciones importantes de crinoideos, pennatuláceos y poliquetos que configuran un estrato vertical que da como resultado un espacio tridimensional que alberga una alta diversidad biológica.
- Las esponjas, corales y gorgonias están expuestos al efecto de distintas artes de pesca y su lenta capacidad de recuperación las convierte en comunidades especialmente sensibles. Igual le ocurre

a las comunidades detríticas en las que las plumas (*pennatuláceos*) y los lirios de mar (*crinoideos*) crecen totalmente expuestas. Estos organismos se extienden por distintas zonas de la plataforma continental tanto en la zona central como en las barras rocosas situadas al final de la misma y próximas a la parte alta del cañón submarino.

- Las comunidades de plataforma se distribuyen desde la zona costera del norte del cabo hasta la pared sur del cañón, unos 180 km², y presentan un buen estado de desarrollo y un estado de conservación notable. Esta superficie podría extenderse, lo que mejoraría su estado de conservación y contribuiría a la potenciación de la biodiversidad marina en la zona. Estas zonas presentan comunidades espacialmente fragmentadas pero con medidas de protección eficaces podrían conectarse y desarrollarse hasta el punto de ser un importante hábitat refugio de juveniles y larvas de muchas especies que transitan por la plataforma continental. Esta importancia del hábitat refugio es un paso esencial para la recuperación de una

pesca respetuosa y sostenible por parte de la flota de pesca artesanal de la zona.

- Conocer el estado de conservación, la amplitud de su presencia y distribución en otras zonas adyacentes o alejadas, los aspectos ecológicos y biológicos, así como su función de guardería para las larvas y alevines de especies comerciales son algunos de los aspectos relevantes que se pueden seguir estudiando en el cañón y la plataforma continental en relación a estas comunidades.
- Por otro lado, las características oceanográficas especiales y la alta productividad de la zona contribuyen a una gran diversidad marina. Los procesos que generan una elevada productividad

son especialmente interesantes para conocer mejor como gestionar áreas como este LIC, hecho que convierte a la zona en un excelente laboratorio natural. Además, al existir en el área especies de alto valor ecológico con distintas tallas de crecimiento y desarrollo se presenta un escenario inmejorable para analizar el efecto de la pesca respecto de las comunidades bien conservadas y la posibilidad de recuperación.

Todo ello en conjunto justifica la necesidad de declarar el área Sistema de los cañones occidentales del Golfo de León como lugar de importancia comunitaria (LIC).

9 Consecuencias de la protección y posterior gestión del área

La protección de zonas de alto valor ecológico en la mar tiene su máximo exponente en el establecimiento de espacios marinos protegidos, considerados desde un punto de vista holístico y gestionados de acuerdo con el enfoque ecosistémico. La creación de espacios marinos protegidos adecuadamente gestionados se considera la herramienta más coherente, desde un punto de vista ecológico para la protección del medio marino.

La gestión de los espacios marinos protegidos ha de ser flexible y adaptable según la figura de protección del espacio y los objetivos de conservación que se pretendan alcanzar, para cuyo cumplimiento se establecen unas determinadas medidas.

No obstante, el establecimiento de espacios protegidos es una herramienta útil para lograr una adecuada planificación espacial marina que permita lograr o mantener un buen estado ambiental de los mares y océanos. Por tanto, dicha planificación espacial es lo que permite definir los usos y actuaciones más acordes con las características de cada zona.

En el caso de los espacios protegidos Red Natura 2000, las medidas deberán estar enfocadas hacia la conservación y, en su caso, la recuperación de la biodiversidad y los procesos ecológicos de la zona, permitiendo el aprovechamiento de los recursos de una manera sostenible ambiental y socialmente. Así pues, las medidas contenidas en el plan de gestión de un espacio protegido Red Natura 2000 van a permitir que se controle e, incluso, fomente, en la medida de lo posible, los usos y aprovechamientos de los recursos que se realizan en el lugar tradicionalmente y, al mismo tiempo, van a asegurar que éstos se llevan a cabo de modo sostenible y son compatibles con la protección del espacio. Ésta es la principal diferencia en la gestión de los espacios de la Red Natura 2000 con respecto a otros espacios protegidos, puesto que los instrumentos de gestión de dichos espacios tienen como objetivo lograr o mantener en un

estado de conservación favorable los hábitats y las especies por los cuales los espacios han sido declarados. Por tanto, han de respetar aquellos usos que han permitido que dichos valores naturales pervivan.

En el seno de la Comisión Europea existe un grupo de expertos en medio marino que elabora documentación de referencia útil para los Estados miembros y otros agentes implicados, y revisa los avances desarrollados por cada uno de los países miembros, con el fin de facilitar la designación de nuevos espacios marinos de la Red Natura 2000 y su futura gestión.

En el plan de gestión de una ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), se deben establecer medidas de conservación especiales para evitar que las perturbaciones en el hábitat de las aves por las que se establece la protección de la zona, no mermen su supervivencia.

Los LIC (Lugares de Importancia Comunitaria), por su parte, tienen un régimen de protección preventiva, desde el momento en que un espacio es propuesto a la Comisión Europea y hasta su declaración formal, que garantiza que no exista una merma del estado de conservación de los tipos de hábitats y de las especies por las que se propone. Una vez incluidos en las listas de LIC por la Comisión Europea, deben ser designados como ZEC (Zona Especial de Conservación) lo antes posible y, como máximo, en un plazo de seis años, junto con la aprobación del correspondiente plan o instrumento de gestión.

Por tanto, la designación de una ZEC o una ZEPA en el medio marino debe ir acompañada de las medidas de conservación que respondan a las exigencias ecológicas de los tipos de hábitat naturales y de las especies presentes en dichas zonas. A su vez, las administraciones públicas competentes deben tomar las medidas adecuadas para evitar el deterioro de los hábitats naturales y de los hábitats de las especies, así como las alteraciones que repercutan en dichas especies.

Las medidas de conservación de las ZEC y ZEPA se concretan en planes o instrumentos de gestión adecuados que incluyen, al menos, los objetivos de conservación del lugar y las medidas reglamentarias o administrativas apropiadas que garanticen un estado de conservación favorable de las especies y los tipos de hábitats de interés comunitario.

Por otra parte, también deberán aportarse las medidas necesarias para evitar el deterioro o la contaminación de los hábitats fuera de la Red Natura 2000.

La Comisión Europea realiza un seguimiento periódico del estado de la Red Natura 2000. Se encarga también, junto con la Agencia Europea de Medio Ambiente, de estudiar la necesidad de declaración de nuevos espacios o la ampliación de los ya existentes, con el objetivo final de garantizar la adecuada protección de los tipos de hábitats naturales marinos y de las especies marinas de interés comunitario.

En la actualidad, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, concretamente la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, es el órgano competente para la designación como ZEC de los LIC marinos ya declarados y para su gestión, en el marco de lo establecido en el artículo 6 de la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Para ello, debe encargarse de la elaboración de los correspondientes instrumentos de gestión de los espacios marinos protegidos.

Aunque la actual Directiva Hábitats incluye en sus anexos un escaso número de especies y tipos de hábitats marinos de interés comunitario, en comparación con el medio terrestre, dichos hábitats y especies no están suficientemente representados en la Red Natura 2000 debido, en parte, a la escasa información científica existente sobre dichas áreas marinas. Por ello, es necesario proponer la inclusión de nuevos lugares en la red que cubran este déficit. La inclusión de nuevos espacios, en especial de zonas alejadas de la costa, es compleja, debido a la dificultad de conseguir información científica que avale las propuestas y a la necesidad de consensuar los diferentes usos que se hacen de dichos lugares.

Por ello, con el objetivo de mejorar la representación de los hábitats y especies marinas de las regiones biogeográficas atlántica,

mediterránea y macaronésica en la Red Natura 2000, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha trabajado en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES “Inventario y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español” desde sus inicios, como administración pública competente, con el objetivo final de contribuir a la protección y al uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles mediante la identificación de espacios valiosos para la Red Natura 2000.

La Administración General del Estado vigilará – según los términos establecidos en el artículo 6 y 36.1 de la Ley 42/2007– el estado de conservación de los tipos de hábitats naturales y las especies de interés comunitario marinos, teniendo especialmente en cuenta los tipos de hábitats naturales y las especies prioritarios, así como el estado de conservación de las especies de aves que se enumeran en el Anexo IV de la Ley 42/2007. Dicha vigilancia se enmarcará en un gran programa de seguimiento y vigilancia que debe contar con las estructuras y medios adecuados que permitan llevar a cabo una gestión coherente y efectiva. Se trata de promover la conservación y el uso sostenible de una gran red de espacios protegidos, muchos de ellos con importantes tipos de hábitats y especies, entre estas últimas hay algunas altamente migratorias, que necesitan de un seguimiento y una vigilancia específicos.

Por otra parte, la gestión de los lugares de la Red Natura 2000, debe tener en cuenta las resoluciones y recomendaciones emanadas de los convenios marinos regionales, como el Convenio para la protección del medio ambiente marino del Atlántico del nordeste (conocido como Convenio OSPAR) y el Convenio para la protección del medio marino y de la región costera del Mediterráneo (conocido como Convenio de Barcelona). Ambos convenios establecen redes de espacios protegidos a los que se aplican una serie coherente de criterios de gestión. Puesto que los espacios de la Red Natura 2000 en España se podrían integrar en dichas redes internacionales, se aplicarán los citados criterios de gestión.

Adicionalmente, la gestión de esa gran red de espacios marinos protegidos debe ser innovadora, puesto que los espacios de la Red Natura 2000 son muy diferentes entre ellos. Algunos se encuentran en zonas alejadas de la costa, y una gestión tradicional no

sería ni adecuada ni realista. Por ello, deben diseñarse medidas novedosas adaptadas a las particularidades de cada uno de los espacios.

De este modo, a las metodologías utilizadas hasta la fecha (seguimiento de especies mediante medios aéreos, embarcaciones y buceo científico), se deberán unir ahora los modernos sistemas de seguimiento remoto (redes de hidrófonos, técnicas de geoposicionamiento de usuarios de los espacios protegidos, diversos sistemas de observación directa, etc.).

Todas estas herramientas de gestión, seguimiento y vigilancia de los espacios protegidos han de ir acompañadas por una adecuada labor de divulgación, formación y responsabilidad corporativa. El éxito de la gestión en un espacio de la Red Natura 2000 se ha de lograr con una implicación directa de los usuarios del espacio en todas las fases de la gestión, mediante la participación activa de todos los sectores implicados. Los usuarios son los principales interesados en mantener los valores naturales del espacio puesto disfrutan de esos valores o incluso viven de ellos.

Una gestión adecuada tiene que encontrar el equilibrio entre el mantenimiento o la mejora del estado de conservación de los lugares y la utilización sostenible de los mismos, mediante el diálogo constante entre todos los usuarios de los espacios.

El LIC correspondiente al Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León cuenta con una amplia representación de ecosistemas de plataforma y de cañón submarino en un área relativamente reducida. Se trata de un área con una elevada diversidad tanto específica, como de hábitats, de las altas en el contexto mediterráneo.

Aunque en la zona costera ya se han llevado a cabo intentos de regular parcialmente las actividades pesqueras, turísticas y náuticas, la elevada afluencia de visitantes, especialmente durante los meses de verano, la falta de medios para la vigilancia del parque natural y la ausencia de un plan de usos (que lleva años en elaboración) hacen muy difícil actualmente cualquier intento de aplicar medidas de gestión eficaces.

A la hora de aplicar medidas de gestión en la zona se deben considerar las afecciones causadas sobre las especies objeto de pesca de recreo (no regulada). Por otra parte, respecto a la actividad pesquera profesional, tanto artesanal como industrial, la modalidad de arrastre es la que genera un mayor impacto en la zona de plataforma. Las comunidades de fondos sedimentarios como los crinoideos o los pennatuláceos son especialmente sensibles a cualquier arte de pesca de arrastre ya que presentan una lenta capacidad de recuperación así como otras comunidades presentes a lo largo de la plataforma como gorgonias, esponjas y corales, que, además, tienen una reducida tasa de reclutamiento.

Las comunidades de corales profundos son sistemas muy frágiles, sensibles al roce con los cables de los palangres, al contacto con las redes de pesca o los impactos de bloques que se desplazan. Una vez que las colonias se desprenden del sustrato duro en el que viven ancladas no pueden sobrevivir ya que caen al fondo, sobre el que continuamente se sedimenta material. El hecho de ser sésiles implica que no pueden escapar a la deposición del mismo y una vez recubiertas las colonias por sedimento mueren.



10 LA RED NATURA 2000, SUS HÁBITATS Y ESPECIES. BREVE RESEÑA SOBRE LEGISLACIÓN.

La conservación del mar y de sus ecosistemas más frágiles y singulares es una obligación recogida en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, aprobada en 1982.

En la Unión Europea, el instrumento principal de protección de la biodiversidad es la **Red Natura 2000** que busca el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, de un estado de conservación favorable de ciertos hábitats y especies animales y vegetales, incluyendo el medio marino. Su fundamento jurídico se encuentra en:

- La Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres¹, conocida como Directiva Hábitats y,
- la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres², conocida como Directiva Aves.

Ambas directivas han sido traspuestas al ordenamiento jurídico español a través de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad³.

Para garantizar dicha protección se prevé la designación de:

- Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), que son posteriormente declarados como Zonas Especiales de Conservación (ZEC), para la protección y conservación de hábitats y especies animales y vegetales.
- Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), para la protección y conservación de aves.

La designación de un área como parte de la Red

Natura es el primer paso de protección que ha de ser complementado con la elaboración de Planes de Gestión. Dichos Planes establecerán las medidas necesarias para el uso adecuado y sostenible de los recursos, a través de la zonificación racional y teniendo en cuenta las características económicas, sociales, culturales, regionales y de recreo de las zonas. La clasificación de un espacio como parte de la **Red Natura 2000** no persigue la prohibición de actividades sino su regulación. Esto permitirá que mejore la funcionalidad de los ecosistemas, el aumento de la biodiversidad y, por tanto, la capacidad de los ecosistemas para proveer recursos naturales. Todo ello favorecerá el empleo y la productividad de los sectores asociados al medio marino.

De este modo, la **Red Natura 2000** es una red ecológica coherente que promueve la conservación de los espacios y de las especies más relevantes en el contexto europeo.

A nivel internacional existen varios convenios y acuerdos para la protección de la biodiversidad marina, entre los que destacan el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Convenio sobre la protección del medio marino del Atlántico Nordeste (más conocido como Convenio OSPAR) y el Convenio para la protección del medioambiente marino y de la región costera del Mediterráneo (Convenio de Barcelona).

El Convenio sobre la Diversidad Biológica⁴, negociado en el marco del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y que entró en vigor en 1993, sentó las bases de la protección genérica de la biodiversidad biológica. La X Conferencia de las Partes de dicho Convenio, celebrada en Nagoya (Japón) en 2010, estableció como objetivo estratégico la conservación de al menos el 10% de las zonas marinas y costeras para 2020 por medio de sistemas

¹ DO L 206 de 22.7.1992.

² DO L 207 de 26.1.2010.

³ BOE núm. 299 de 14 de diciembre de 2007.

⁴ Puede encontrarse más información en la página Web del Convenio de Diversidad Biológica: <http://www.cbd.int/>

de áreas protegidas, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas.

Junto a este Convenio, los Convenios OSPAR y de Barcelona se focalizan en la protección marina del Atlántico nordeste y del Mediterráneo, respectivamente. El Convenio sobre la protección del medio ambiente marino del Atlántico nordeste⁵ (más conocido como Convenio OSPAR), aprobado en París en 1992, fusionó los Convenios de Oslo de 1972 y París de 1974. El Convenio de Barcelona para la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo⁶ se aprobó bajo el paraguas del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Posteriormente fue complementado por unos protocolos dirigidos a materias concretas: contaminación de origen terrestre; zonas especialmente protegidas y diversidad biológica; contaminación resultante de la exploración y explotación de la plataforma continental y del fondo del mar y subsuelo; movimientos transfronterizos de desechos

peligrosos; y, gestión integrada de zonas costeras del Mediterráneo.

También se deben considerar otros acuerdos como el Convenio sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (Convenio de Bonn) o el Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa (Convenio de Berna).

Junto a este marco jurídico, una organización internacional de carácter científico, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (en inglés International Union for Conservation of Nature, IUCN), ha elaborado la Lista Roja de Especies Amenazadas (Red List of Threatened Species). Esta lista es el inventario más completo del estado de conservación de especies animales y plantas a nivel mundial siguiendo criterios para evaluar el riesgo de extinción de las especies. En este inventario se asigna a las especies diferentes categorías de protección en función de la situación actual de sus poblaciones.

HÁBITATS Y ESPECIES

En el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES se han estudiado e incluido en la **Red Natura 2000** diferentes áreas con el objetivo de proteger tanto hábitats como especies de animales y vegetales consideradas de interés para la Unión Europea y que son definidos en el anexo I y II respectivamente de la Directiva Hábitats, y en el Anexo I de la Directiva Aves. Se tendrán en cuenta las especies en extinción, las vulnerables, las consideradas raras y las que requieren especial atención.

Hábitats marinos (Incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitats):

Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda (Hábitat 1110): Formados por sedimentos de arena fina, a veces de tamaño de grano más grande, incluyendo cantos rodados y guijarros, se encuentran sumergidos permanentemente, cubiertos o no por vegetación y son refugio de fauna diversa.



Bancos de arena.

⁵ Puede encontrarse más información en la página Web del Convenio OSPAR: <http://www.ospar.org/>

⁶ Puede encontrarse más información en la página Web del Convenio de Barcelona: <http://www.unepmap.org/>

Praderas de *Posidonia* (*Posidonium oceanicae*)

(Hábitat 1120): Praderas submarinas dominadas por la fanerógama marina *Posidonia oceanica*, características de la zona infralitoral del Mediterráneo, hasta profundidades de 40 metros. La importancia ecológica de este hábitat es indiscutible: además de proteger la línea de costa de la erosión, estos ecosistemas ofrecen alimento, refugio y lugar de cría a numerosas especies marinas. Las praderas de posidonia son un indicador del buen estado ambiental, ya que son un hábitat muy sensible a las perturbaciones y crecen únicamente en aguas limpias y claras.

Pradera de *Posidonia oceanica*.Arrecife dominado por la gorgonia *Eunicella singularis*.

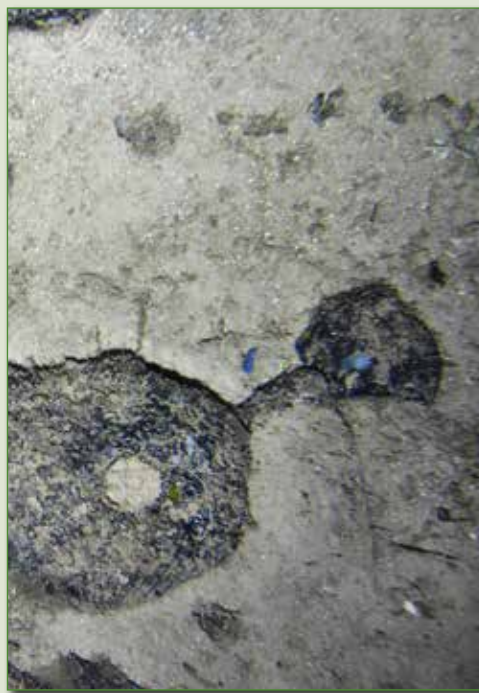
Arrecifes (Hábitat 1170): Los arrecifes son todos aquellos sustratos duros compactos que afloran sobre fondos marinos en la zona sublitoral (sumergida) o litoral (intermareal), ya sean de origen biogénico o geológico. Pueden albergar comunidades bentónicas de especies de animales y algas, así como concreciones coralígenas.

Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases (Hábitat 1180):

Complejas estructuras submarinas que consisten en rocas, enlosados y estructuras tubulares y columnares de hasta 4 metros de altura. Estas formaciones se deben a la precipitación carbonatada compuesta por un cemento resultante de la oxidación microbiana, principalmente, de metano.



Cueva marina sumergida.



Chimeneas carbonatadas en las que se observan los conductos centrales por donde escapa el gas metano hacia la columna de agua.

Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas (Hábitat 8330): Cuevas situadas bajo el nivel marino, o expuestas al mismo, al menos en marea alta, incluyendo su sumergimiento parcial en el mar. Sus comunidades laterales e inferiores están compuestas por invertebrados marinos y algas.

Especies marinas (Incluidas en el Anexo II de la Directiva Hábitats):

Cetáceos:

Delfín mular (*Tursiops truncatus*): El delfín mular es una especie cosmopolita ampliamente distribuida en las aguas templadas y tropicales de todo el mundo. Incluso está presente en mares cerrados como el mar Negro o el Mediterráneo. En España se encuentra a lo largo de toda la costa mediterránea y atlántica, incluidas las islas Baleares y Canarias. Se caracteriza por tener un comportamiento muy gregario. Posee una dieta muy variada: merluzas, besugos, caballas, pulpos, calamares y gambas, entre otros animales marinos.



Delfín mular (*Tursiops truncatus*).

Marsopa común (*Phocoena phocoena*): Especie típica de las aguas templadas y frías de los océanos del hemisferio norte, que suele habitar en zonas poco profundas y cercanas a la costa.

Reptiles:

Tortuga boba (*Caretta caretta*): Especie cosmopolita de aguas tropicales y subtropicales. Costumbres solitarias y alimentación omnívora, incluyendo en su dieta crustáceos, peces, moluscos, fanerógamas marinas y medusas.



Tortuga boba (*Caretta caretta*).

Peces:

Lamprea marina (*Petromyzon marinus*): La lamprea marina es una especie de pez evolutivamente muy primitiva. Pertenece a un grupo, Agnatos, que se caracteriza por no poseer mandíbula, ni escamas, ni aletas pares y por tener un esqueleto cartilaginoso. Es una especie migratoria cuyo ciclo de vida transcurre entre el medio marino, donde habita en estado adulto, y el medio fluvial, donde se reproduce y se desarrolla su fase larvaria.

Sollo (*Acipenser sturio*): El sollo o esturión es un pez muy primitivo, de comportamiento migratorio. Pasa la mayor parte de su vida adulta en el mar, pero se reproduce y desova en los ríos. Es muy longevo, ya que puede vivir más de 100 años. Es una de las especies más amenazadas de Europa; en la actualidad se halla en peligro crítico de extinción, según el Catálogo Rojo de Especies Amenazadas de la UICN.

Sábalo (*Alosa alosa*) y **saboga** (*Alosa fallax*): Especies marinas que remontan los ríos para reproducirse. Las poblaciones de estas especies presentan un declive debido al gran número de presas existentes en los ríos, que impiden la migración de las especies a sus lugares de desove.

Fotografías especies marinas: Alnitak, OCEANA - Juan Cuetos.

Aves marinas (Incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves):**Pardelas y petreles:**

- Petrel de Bulwer** (*Bulweria bulwerii*)
- Pardela cenicienta** (*Calonectris diomedea*)
- Pardela balear** (*Puffinus mauretanicus*)
- Pardela chica** (*Puffinus assimilis*)
- Pardela mediterránea** (*Puffinus yelkouan*)

Pardela balear (*Puffinus mauretanicus*).**Paños:**

- Paño pechalbo** (*Pelagodroma marina*)
- Paño de Madeira** (*Oceanodroma castro*)
- Paño europeo** (*Hydrobates pelagicus*)

Paño de Madeira (*Oceanodroma castro*).**Gaviotas:**

- Gaviota cabecinegra** (*Ichthyæetus melanocephalus*)
- Gaviota picofina** (*Larus genei*)
- Gaviota de Audouin** (*Larus audouinii*)

Gaviota de Audouin (*Larus audouinii*).**Charranes:**

- Charrán patinegro** (*Sterna sandvicensis*)
- Charrán común** (*Sterna hirundo*)
- Charrancito común** (*Sternula albifrons*)

Charrancito común (*Sternula albifrons*).**Otras especies:**

- Arao común** (*Uria aalge albionis*)
- Cormorán moñudo mediterráneo**
(*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*)

Cormorán moñudo mediterráneo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*).



11 Equipo investigador

Instituto De Ciencias Del Mar Consejo Superior De Investigaciones Científicas (Csic).

Departamento de Biología Marina y Oceanografía.
Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49
08008 Barcelona.

Prof. Dr. Josep-Maria Gili.
Profesor de Investigación del CSIC.
Investigador principal y coordinador
científico del proyecto.

Dr. Susana Requena.
Investigadora contratada.
Coordinación del proyecto y análisis de
datos SIG.

Dr. Teresa Madurell.
Investigadora contratada.
Estudio e identificación del zooplancton
y briozoos. Recopilación y análisis de la
información del proyecto.

Dr. Andrea Gori.
Investigador contratado.
Participación en las campañas
oceanográficas. Procesado de las
imágenes ROV.

Dra. Ana María Sabatés.
Investigadora Científica.
Estudio e identificación del ictioplancton.

Dr. Roger Villanueva.
Científico Titular.
Estudio e identificación de los
cefalópodos.

Dr. Pere Abelló.
Científico Titular.
Estudio e identificación de los crustáceos
decapodos.

Lic. Carlos Domínguez-Carrió.
Investigador contratado.
Participación en las campañas
oceanográficas. Procesado de las
muestras biológicas y las imágenes ROV.

Lic. Jordi Grinyó.
Investigador contratado.
Participación en las campañas
oceanográficas. Procesado de las
muestras biológicas y las imágenes ROV.

Lic. Ariadna Purroy.
Investigador contratado.
Análisis de los datos de pesca artesanal
y comercial.

Lic. Stefano Ambroso.
Investigador contratado.
Participación en las campañas
oceanográficas. Procesado de las
muestras biológicas y las imágenes ROV.

Instituto De Ciencias Del Mar. Consejo Superior De Investigaciones Científicas (Csic).

Departamento de Geología.
Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49.
08008 Barcelona.

Dr. Enrique Isla.
Investigador contratado.
Participación en las campañas
oceanográficas. Procesado de las
muestras de sedimentos

Unidad De Tecnologia Marina. Consejo Superior De Investigaciones Científicas.

Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49.
08008 Barcelona.

Dr. Claudio Lo Iacono – Geología.

Investigador Ramón y Cajal.

Participación en las campañas oceanográficas. Tratamiento de datos de sonda multihaz y caracterización geológica.

**Centro De Estudios Avanzados De Blanes.
Consejo Superior De Investigaciones Científicas.**

C/ d'accés a la Cala St. Francesc, 14.
17300 Blanes, Girona.

Dra. Iosune Uriz.

Profesora de Investigación.

Participación en las campañas oceanográficas. Estudio e identificación de las esponjas.

Dr. Rafael Sardá.

Investigador Científico.

Estudio e identificación de los anélidos poliquetos.

Dr. Letzy Serrano.

Investigadora contratada.

Estudio e identificación de los anélidos poliquetos.

Dr. Juan Pablo Lozoya.

Investigador contratado.

Procesado de las muestras sedimentológicas.

Universidad De Barcelona.

Facultad De Biología.

Avda. Diagonal, 643.
08028 Barcelona.

Dr. Mikel Zabala.

Profesor titular.

Participación en las campañas oceanográficas. Estudio e identificación de briozoos.

Dr. Carlos Carboneras.

Investigador contratado.

Estudio de las aves marinas.

Dr. Jordi Rull.

Profesor titular.

Estudio e identificación de las algas.

Universidad De Sevilla

Departamento de Fisiología y Zoología,
Facultad de Biología.

Avda. Reina Mercedes, 6.
41012 Sevilla.

Dr. Pablo J. López González.

Profesor titular.

Participación en las campañas oceanográficas. Estudio e identificación de los cnidarios.

Dr. César Megina.

Profesor Ayudante Doctor.

Estudio e identificación de los cnidarios.

Centro Oceanográfico De Las Baleares

Instituto Español De Oceanografía.

Moll de Ponent, s/n.

07015. Palma de Mallorca.

Dr. Covadonga Orejas.

Científica titular.

Participación en las campañas oceanográficas. Recopilación y análisis de la información disponible.

Dr. Montserrat Ramón.

Científica titular.

Estudio e identificación de los moluscos.

Sociedad Española De Ornitología.

Seo/Birdlife.

Programa marino

C/ Murcia, 2-8, local 13.
08026 Barcelona

Dr. José Manuel Arcos Pros.

Coordinador del Programa Marino de SEO/ BirdLife.

D. José Torrent.

Censo y observación de aves en campañas oceanográficas.

Lic. Beneharo Rodríguez Martín.

Técnico de campo. Censo y observación de aves en campañas oceanográficas.

Lic. Juan Bécares de Fuentes.

Técnico de SEO/BirdLife, encargado de SIG en el proyecto INDEMARES.

Lic. Matxalen Pauly Salinas.

Censo y observación de aves en campañas oceanográficas.

Dr. Albert Cama Torrell.

Censo y observación de aves en campañas oceanográficas, y coordinación de las encuestas a pescadores.

Lic. Verónica Cortés.

Realización de encuestas a pescadores y embarques en barcos pesqueros.

SUBMON

c/ Rabassa 49-51, local 1
08024 - Barcelona,

Dr. Manel Gazo.

Coordinador del estudio de los cetáceos.

Lic. Carla Álvarez.

Estudio de cetáceos.

Instituto Per L'ambiente Marino Costiero, Consiglio Nazionale Delle Ricerche .

c/o International Marine Centre, Fondazione
Onlus Località Sa Mardini.
09072 Torregrande-Oriстано(Cerdeña, Italia).

Dr. Andrea de Lucia.

Estudio de la ictiofauna bentónica.



12 Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que han colaborado a lo largo de los más de cinco años de ejecución del proyecto LIFE+ INDEMARES. Sin la colaboración, ayuda y contribución de todos no habría sido posible el éxito del proyecto.

En primer lugar a los compañeros de la Fundación Biodiversidad que sin su continuo empuje, insistencia y ayuda hubiese sido muy complicado y difícil llegar a buen puerto y a tiempo. Gracias a Ignacio Torres, a David Peña, a Zaida Calvete, a Víctor Gutiérrez, Mónica Campillos, a Álvaro Alonso y al resto del equipo del proyecto.

También queremos dar las gracias a Javier Pantoja y a Ainhoa Pérez (Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar) y a Silvia Revenga (Dirección General de Recursos Pesqueros y Acuicultura) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente que siempre han estado a nuestro lado para allanar las dificultades administrativas y facilitar cuanta información hemos solicitado con la mayor agilidad posible. Y, como no, al resto de socios de INDEMARES con los que hemos trabajado en un auténtico ambiente de equipo y colaboración cuando las circunstancias lo han requerido.

Estamos también muy agradecidos a las cofradías de pescadores y a las asociaciones de pesca artesanal de la zona, desde Rosas hasta Porbou, que siempre han estado dispuestas a la sana discusión constructiva y con los que hemos compartido (y seguiremos haciéndolo) conocimientos, inquietudes e ilusiones.

El proyecto se ha desarrollado con la ayuda de la tripulación del buque oceanográfico “García del Cid”. Siempre es un privilegio trabajar en un barco como este y con su tripulación: gracias a todos. Queremos expresar nuestra gratitud al personal de la Unidad de Tecnología Marina (UTM) que nos han acompañado en las campañas y que nos han solucionado muchísimos problemas: Arturo Castellón, Javier

Prades, Joel Sans, Xavier Vidal y Marcos Pastor.

El personal de administración y servicios técnicos del ICM ha realizado todo lo que ha estado en su mano para superar las importantes dificultades que se han presentado y que el proyecto pudiera ejecutarse en los términos establecidos. Gracias a todos los responsables y al personal de Dirección, Gerencia, Habilitación, Servicios Generales y Servicios Técnicos del ICM.

Hemos podido contar con la inestimable colaboración del equipo del sumergible JAGO (GEOMAR), Karen Hissmann y Jürgen Schauer. También con profesionales como Gavin Newman que ha aportado su ROV y su saber ser y estar y con Toni García del Diving Center de Cadaqués. La dirección del parque natural maritime terrestre del cabo de Creus, encabezado por Victoria Riera y el resto del personal del parquet han hecho todo lo posible porque nuestra estancia en sus instalaciones y los muestreos se realizaran en las mejores condiciones posibles.

Por ultimo, no queremos olvidar a otros colaboradores, tanto estudiantes como profesionales, que han contribuido de manera decisiva a alcanzar los objetivos del proyecto: Guillem Corbera, Maria Sousa Martins, Laura Peral, Elena Quintanilla, Tatí Benjumea, Ivana Simunovic, Begoña Vendrell, Núria Viladrich, Miriam Gentile, Albert Palanques, Pere Puig (todos ellos del ICM/CSIC), Josep Lloret (UdG), Miquel Sacanell, Jordi Rull (UB), David Díaz (COB/IEO) y a Sergio Rossi (UAB).

Por su parte, SEO/BirdLife quiere agradecer el apoyo del IEO para la realización de censos de aves marinas en campañas oceanográficas ajenas a INDEMARES, en particular las campañas MEDIAS, así como al personal científico y tripulaciones implicadas. En particular Magdalena Álvarez, Ángel Fernández y Dolores Oñate.

A todos ellos nuestro más sincero agradecimiento.



13 Bibliografía

- Arcos J. M., Bécares J., Rodríguez B., Ruiz A.** (2009) Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España. LIFE04NAT/ES/000049-Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Madrid
- Arcos, J. M., Bécares, J., Cama, A. & Rodríguez, B.** 2012. *Estrategias marinas, grupo aves: evaluación inicial y buen estado ambiental*. IEO & SEO/BirdLife. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. http://www.magrama.gob.es/es/costas/temas/estrategias-marinas/o_Documento_grupo_aves_tcm7-223807.pdf
- Arcos, J. M., Bécares, J., Villero, D., Brotons, L., Rodríguez, B. & Ruiz, A.** 2012. Assessing the location and stability of foraging hotspots for pelagic seabirds: an approach to identify marine Important Bird Areas (IBAs) in Spain. *Biological Conservation* 156:32-40
- Arnau P., Liqueste C., Canals M.** (2004) River mouth plume events and their dispersal in the Northwestern Mediterranean Sea. *Oceanography* 17: 23-31
- Badalamenti F., Ramos A. A., Voultsiadou E., Sánchez-Lizaso J. L., D'Anna G., Pipitone C., Mas J., Ruiz Fernández J. A., Whitmarsh D., Riggio S.** (2000) Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. *Environmental Conservation* 27(2):110-125.
- Bas C., Morales E., Rubió M.** (1955) La Pesca en España I: Cataluña, Vol. Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona
- Bécares, J., Rodríguez, B., Arcos, J. M. & Ruiz, A.** 2010. Técnicas de marcaje de aves marinas para el seguimiento remoto. *Revista de Anillamiento* 25-26: 29-40.
- Bécares, J. & Cama, A.** 2013. Huella pesquera en las 39 ZEPA marinas. Acción A10 del proyecto INDEMARES. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).
- Bianchi C. N., Morri C.** (2000) Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin* 40: 367-376
- Buhl-Mortensen L., Vanreusel A., Gooday A. J., Levin L. A., Priede I. G., Buhl-Mortensen P., Gheerardyn H., King N. J., Raes M.** (2010) Biological structures as a source of habitat heterogeneity and biodiversity on the deep ocean margins. *Marine Ecology* 31: 21-50
- Calbet A., Garrido S., Saiz E., Alcaraz M., Duarte C.** (2001). Annual zooplankton succession in coastal NW Mediterranean waters: the importance of the smaller size fractions. *Journal of Plankton Research* 23: 319-331
- Canals M., Puig P., Durrieu de Madron X., Heussner S., Palanques A., Fabres J.** (2006) Flushing submarine canyons. *Nature* 444: 354-357
- Colloca F., Carpentieri P., Balestri E., Ardizzone G. D.** (2004) A critical habitat for Mediterranean fish resources: shale-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata: Crinoidea). *Marine Biology* 145: 1129-1142
- Colloca F., Crespi V., Cerasi S., Coppola S.R.** (2004) Structure and evolution of the artisanal fishery in a southern Italian coastal area. *Fisheries Research* 69: 359-369
- COM** (2002) Communication from the Commission to the Council and the European Parliament laying down a Community Action Plan for the conservation and sustainable exploitation of fisheries resources in the Mediterranean Sea under the Common Fisheries. Brussels
- Coppola** (2006) Inventory of artisanal fisheries communities in the central and western Mediterranean. In: Department FF (ed.) Studies and Reviews of the General Fisheries Commission for the Mediterranean
- DeGeest A. L., Mullenbach B. L., Puig P., Nittrouer C. A., Drexler T. M., Durrieu de Madron X., Orange D. L.** (2008) Sediment accumulation in the western Gulf of Lions, France: The role of Cap de Creus Canyon in linking shelf and slope sediment dispersal systems. *Continental Shelf Research* 28: 2031-1047
- Desbroyeres D., Guille A., Ramos J.** (1972-1973) Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane espagnole. *Vie et Milieu* 23: 335-363

- Durrieu de Madron X., Abassi A., Heussner S., Monaco A., Aloisi J. C., Radakovitch O., Giresse P., Buscail R., Kerherve P.** (2000) Particulate matter and organic carbon budgets for the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Oceanologica Acta* 23 (6): 717-730
- Estrada M.** (1996) Primary production in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina* 60: 55-64
- FAO** (1990) Fisheries Technical Paper. Definition and classification of fishing gear categories. In: FAO (ed) 222, Rome
- Fiala-Medioni A., Madurell T., Romans P., Reyss D., Pibot A., Watremez P., Ghiglione M., Ferrari B., Vuillemin R., Lebaron P.** (2012) ROV and submersible surveys on faunal assemblages in a deep-sea canyon (rech lacaze-duthiers, western Mediterranean sea). *Vie Milieu* 2: 173-190
- Forcada A., Valle C. B., Patrick, Criquet G., Cadiou G., Lenfant P., Sánchez-Lizaso J. L.** (2009) Effects of habitat on spillover from marine protected areas to artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 379:197-211
- Freiwald A., Beuck L., Rüggeberg A., Taviani M., Hebbeln D and R/V METEOR M70-1 Participants** (2009) The white coral community in the Central Mediterranean Sea revealed by ROV surveys. *Oceanography* 22: 36-52
- Gell F. R., Roberts C. M.** (2003) Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Ecology and Evolution* 18:448-455
- Gili J. M., Ros J D., Pagès F.** (1987) Types of bottoms and benthic Cnidaria from the trawling grounds (littoral and bathyal) off Catalonia (NE Spain). *Vie et Milieu* 37(2): 85-98
- Gori A., Rossi S., Berganzo E., Pretus J. L., Dale MRT, Gili J. M.** (2011) Spatial distribution patterns of the gorgonians *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata*, and *Leptogorgia sarmentosa* (Cape of Creus, Northwestern Mediterranean Sea). *Marine Biology* 158:143-158
- Gori A., Orejas C., Madurell T., Bramanti L., Martins M., Quintanilla E., Marti-Puig P., Lo Iacono C., Puig P., Requena S., Greenacre M., Gili J. M.** (2013) Bathymetrical distribution and size structure of cold-water coral populations in the Cap de Creus and Lacaze-Duthiers canyons (northwestern Mediterranean). *Biogeosciences* 10: 2049-2060.
- Got H., Monaco A., Reyss D.** (1969) Les canyons sous-marins de la mer catalane. Le Rech du Cap et le Rech Lacaze-Duthiers. II. Topographie de détail et carte sédimentologique. *Vie Milieu* 20(2B): 257-277.
- Lefevre D., Minas H. J., Minas M., Robinson P. J., Williams P. J., Woodward E. M.** (1997) Review of gross community production, primary production, net community production and dark community respiration in the Gulf of Lions. *Deep-Sea Research Part II* 44: 801-832
- Levin L. A., Dayton P. K.** (2009) Ecological theory and continental margins: where shallow meets deep. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 606-617
- Lloret J., Riera V.** (2008) Evolution of a Mediterranean coastal zone: Human impacts of the marine environment of Cape Creus. *Environmental Management* 42: 977-988
- Millot, C.** (1990) The Gulf of Lions hydrodynamics. *Continental Shelf Research* 10: 885-894.
- Orejas C., Gori A., Gili J. M.** (2007) Growth rates of live *Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata* from the Mediterranean Sea maintained in aquaria. *Coral Reefs* 27: 255
- Orejas C., Gori A., Lo Iacono C., Puig P., Gili J. M., Dale MRT.** (2009) Cold-water corals in the Cap de Creus canyon, northwestern Mediterranean: spatial distribution, density and anthropogenic impact. *Marine Ecology Progress Series* 397: 37-51
- Palanques A., Durrieu de Madron X., Puig P., Fabres J. and others** (2006) Suspended sediment fluxes and transport processes in the Gulf of Lions submarine canyons. The role of storms and dense water cascading. *Marine Geology* 234: 43-61
- Pérès J. M.** (1985) History of the Mediterranean biota and the colonization of the depths. En: Margalef. R. (ed.) Key environments. Western Mediterranean. Pergamon Press, Oxford, pp. 198-233
- Pérès J. M., Picard J.** (1964) Nouveau Manuel de bionomie benthonique de la Mer

- Mediterranee. *Rec Trav Sta Mar Endoume* 31 (47): 1-137
- Raga J. A., Pantoja J.** (2004) *Proyecto Mediterráneo. Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español*. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección general para la biodiversidad p. 220
- Reyss D.** (1971) Les canyons sous-marins de la mer catalane, le rech du Cap et le rech Lacaxe-Duthiers. III. Les peuplements de la macrofaune benthique. *Vie et Milieu* 22(2B): 529-613
- Ros J. D., Romero J., Ballesteros E., Gili J. M.** (1985) Diving in Blue Water. The Benthos. In: Western Mediterranean. (R. Margalef, ed.). Pergamon Press, Oxford, pp. 233-295
- Rossi S., Tsounis G., Orejas C., Padrón T., Gili J. M., Teixidó N., Gutt J.** (2008) Survey of deep-dwelling red coral (*Corallium rubrum*) populations at Cap de Creus (NW Mediterranean) *Marine Biology* 151: 1069-1076
- Sabatés A., Olivar M. P., Salat J., Palomera I., Alemany F.** (2007). Physical and biological processes controlling the distribution of fish larvae in the NW Mediterranean. *Progress in Oceanography* 74: 355-376
- Sardá R., Rossi S., Martí X., Gili J. M.** (2012) Marine Benthic cartography of the NE Catalan Coast (Mediterranean Sea). *Scientia Marina* 76(1): 159-171
- SEO/BirdLife.** (2007). *Metodología para censar aves por transectos en mar abierto*. Documento preparado en el marco del proyecto Áreas Importantes para las Aves (IBA) marinas en España (LIFE04NAT/ES/000049), a cargo de SEO/BirdLife. <http://www.seo.org/media/docs/MetodologíaTransectos1.pdf>
- SEO/BirdLife.** (2014). Trabajo de aves marinas durante el Proyecto LIFE+ INDEMARES: Pasos hacia una red de ZEPa marinas consistente y bien gestionada. Informe de síntesis. Proyecto LIFE07NAT/E/000732.
- Soyer J.** (1971) Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. V. Densités et biomasses du méiobenthos. *Vie et Milieu* 22(2B): 351-424
- Tasker, M. L., P. Hope Jones, T. Dixon y B. F. Blake.** (1984). Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and suggestion for a standardized approach. *The Condor* 101: 567-577.
- Thrush S. F., Dayton P. K.** (2002) Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for marine biodiversity. *Annual Review of Ecology, evolution and Systematics* 33: 449-473
- Tsounis G., Orejas C., Reynaud S., Gili J. M., Allemand D., Ferrier-Pagès C.** (2010) Prey-capture rates in four Mediterranean cold water corals. *Marine Ecology Progress Series* 398: 149-155, 2010
- Ulses C., Estournel C., Bonnin J., Durrieu de Marron X., Marsaleix P.** (2008) Impact of storms and dense water cascading on shelf-slope exchanges in the Gulf of Lion (NW Mediterranean). *Journal of Geophysical Research* 113, C02010: 1-18
- Watling L., Norse E. A.** (1998) Disturbance of the Seabed by Mobile Fishing Gear: A Comparison to Forest Clearcutting. *Conservation Biology* 12 (6):1180-1197.
- Zabala M., Mas G., Romero J., Ros J. D., Linares C., Diaz D.** (2002) Estudi per a l'establiment de diverses capacitats de càrrega sobre el Patrimoni Natural Submergit del Parc Natural de Cap de Creus. Estudi tècnic. Conveni Dep. Medi Ambient i Fundació Bosch i Gimpera, Universitat de Barcelona. 189 pp.

Publicaciones de la serie

Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES

- 1.- Espacio Marino de Alborán (ESZZ16005).
- 2.- Banco de la Concepción (ESZZ15001).
- 3.- Espacio Marino del Oriente y Sur de Lanzarote-Fuerteventura (ESZZ15002).
- 4.- Canal de Menorca (ESZZ16002).
- 5.- Volcanes de fango del golfo de Cádiz (ESZZ12002).
- 6.- Sistema de cañones submarinos occidentales del golfo de León (ESZZ16001).
- 7.- Banco de Galicia (ESZZ12001).
- 8.- Sur de Almería - Seco de los Olivos (ESZZ16003).
- 9.- Espacio Marino de Illes Columbretes (ESZZ16004).
- 10.- Sistema de Cañones Submarinos de Avilés (ESZZ12003).

Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES

Fundación Biodiversidad

España es uno de los países más ricos en términos de biodiversidad marina de toda Europa. El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente trabaja para conservar nuestros mares, compatibilizando los usos y actividades económicas.

Por este motivo, el Ministerio, a través de la Fundación Biodiversidad y con la cofinanciación de la Comisión Europea, puso en marcha en 2009 el proyecto LIFE+ INDEMARES con el objetivo de investigar, dar a conocer y proteger en el marco de la Red Natura 2000 grandes áreas marinas de competencia de la Administración General del Estado, cuya selección se basó en criterios científicos que mostraban la importancia de las mismas.

La presente monografía se enmarca en una serie de 10 publicaciones en las que se detallan los resultados de la investigación de estas áreas.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



OCEANA

SECAC
SECRETARÍA DE ESTADO DE POLÍTICA Y PLANIFICACIÓN AGROPECUARIA, PESQUERA Y ALIMENTARIA

60 años
SEO
BirdLife

