

LIFE IP INTEMARES

Informe sobre la caracterización, cartografiado y estado de conservación de los hábitats bentónicos del LIC- ESZZ12003

**"Sistema de Cañones Submarinos de Avilés"
(Demarcación Norte)**

20 de Noviembre de 2022



ÍNDICE

1	Resumen ejecutivo.....	4
	Executive Summary.....	5
2	Introducción.....	7
3	Área de estudio.....	9
4	Metodología.....	15
4.1	Estudio de los hábitats de fondos sedimentarios de plataforma y talud.....	16
4.2	Estudio de los hábitats de fondos rocosos y cañones submarinos.....	20
4.3	Estudio combinado de los hábitats del LIC SCA.....	25
4.3.1	Inventario de hábitats vulnerables considerados en Normativas y Convenciones Internacionales.....	25
4.3.2	Representatividad y superficie de ocupación.....	26
4.3.3	Estado ambiental.....	26
4.3.4	Sensibilidad de los hábitats bentónicos.....	28
4.3.5	Determinación del grado de conservación de los hábitats.....	30
5	Resultados.....	32
5.1	Inventario de tipos de hábitats bentónicos.....	32
5.1.1	Hábitats de fondos sedimentarios.....	32
5.1.2	Hábitats de los fondos rocosos de plataforma y cañones submarinos.....	38
5.2	Distribución y cartografiado de los hábitats bentónicos.....	47
5.2.1	Distribución y cartografiado de los hábitats bentónicos de fondos sedimentarios.....	47
5.2.2	Distribución y cartografiado de los hábitats de los cañones submarinos.....	49
5.2.3	Distribución y cartografiado de los hábitats del SCA.....	53
5.3	Hábitats vulnerables considerados en normativas y convenciones internacionales.....	54
5.4	Caracterización de los hábitats bentónicos de interés comunitario.....	58
5.4.1	Representatividad y superficie de ocupación.....	58
5.4.2	Estado ambiental.....	59
5.4.3	Sensibilidad de los hábitats bentónicos frente a las principales presiones y actividades con impacto sobre el lugar.....	66
5.4.4	Grado de Conservación de los hábitats de interés comunitario.....	68
6	Conclusiones y recomendaciones.....	78
7	Referencias bibliográficas.....	83

ANEXOS

Anexo I. Cartografía de hábitats bentónicos presentes en el LIC- ESZZ12003 " Sistema de Cañones Submarinos de Avilés".

- Hábitats bentónicos
- Hábitats según clasificación "1170 Arrecifes" de la Directiva Hábitats
- Hábitats según clasificación de la Comisión OSPAR
- Sensibilidad de los hábitats bentónicos (índice 1170)

Autores del informe: Francisco Sánchez, Augusto Rodríguez-Basalo, Larissa Modica, Pilar Ríos, Alberto Abad, Beatriz Arrese y Cristina Rodríguez-Cabello

Contribución de los autores: F. Sánchez: Coordinación, metodología, supervisión y redacción; A. Rodríguez-Basalo: Modelado y cartografiado de hábitats, análisis imagen, bases de datos; L. Modica: SIG, modelado y cartografiado de hábitats, indicadores estado de conservación; P. Ríos: Análisis imagen, biodiversidad; A. Abad: Modelado de hábitats, análisis imagen; B. Arrese: Geomorfología y tipos de fondos y C. Rodríguez-Cabello: Comunidades, análisis multivariantes, indicadores de sensibilidad.

Otros participantes en el estudio realizado y revisión del manuscrito: Elena Prado, Javier Cristobo, Cesar Alcalá (TRAGSA), María Gómez Ballesteros; Irene P. Díez-García y Juan Manuel Rodriguez

Información de base utilizada:

Ríos, P. y F. Sánchez, 2021. Informe sobre el estado actual de conocimiento de la biodiversidad del LIC- ESZZ12003 Sistema de cañones submarinos de Avilés. Entregable Acción A2.1 INTEMARES, 69 pp.

Arrese, B., Gómez-Ballesteros, M. y Díez-García, I.P., 2021. Informe sobre la distribución espacial de las características geomorfológicas y sedimentarias del LIC ESZZ12003 Sistema de cañones submarinos de Avilés. Entregable Acción A2.1 INTEMARES, 76 pp.

El proyecto LIFE IP INTEMARES, que coordina la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, avanza hacia un cambio de modelo de gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la participación activa de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas para la toma de decisiones.

Participan como socios el propio ministerio, a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación; la Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, así como de la Agencia de Medio Ambiente y Agua; el Instituto Español de Oceanografía; AZTI; la Universidad de Alicante; la Universidad Politécnica de Valencia; la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución financiera del Programa LIFE de la Unión Europea.



1 Resumen ejecutivo

El LIC ESZZ12003-Sistema de Cañones submarinos de Avilés (SCA) comprende un sistema de 3 cañones submarinos, el cañón de Avilés, El Corbiro y La Gavieta, la plataforma y el talud continental adyacente, una plataforma marginal (El Canto Nuevo) y un alto rocoso llamado el Agudo de Fuera. Este complejo se localiza frente a la costa asturiana a aproximadamente 2,2 km al norte de Cabo de Peñas en su punto más próximo a la costa. Su profundidad varía desde 54 hasta 4201 m y presenta una gran complejidad, tanto a nivel estructural como en lo que atañe a su dinámica oceanográfica. Tal complejidad define un ecosistema muy productivo y con elevados valores de biodiversidad. Debido a ello, el LIC SCA es una zona con importantes recursos pesqueros que son explotados principalmente por diversas modalidades de la flota Asturiana.

En este informe se presenta el inventario de los principales hábitats epibentónicos identificados en la zona, actualizando y mejorando la información previa existente del proyecto LIFE+ INDEMARES, incluyendo la descripción de sus características y su cartografiado. Debido a la gran extensión del LIC y a la complejidad estructural de sus hábitats se abordó el análisis dividiendo el LIC en cuatro zonas diferentes en función del origen y resolución espacial de los datos recopilados sobre ellas. Los resultados presentados en este informe se han obtenido apoyados en la información procedente de 11 campañas multipropósito llevadas a cabo en el contexto de diversos proyectos.

Los hábitats de fondos sedimentarios se analizaron a partir de muestreos con arrastres y los hábitats presentes en los fondos rocosos de plataforma continental y cañones submarinos a partir de muestreos visuales con vehículos submarinos dotados de cámaras (ROTV y ROV). Siguiendo criterios de clasificación dirigidos a dar respuesta a las necesidades de gestión ambiental en la zona, se han identificado un total de 14 hábitats bentónicos en el SCA, de los cuales 7 se encuentran encuadrados como hábitats prioritarios de conservación de la Directiva Hábitats (92/43/CEE) en la categoría "1170 Arrecifes" y 4 se contemplan en las listas de la Comisión OSPAR como hábitats amenazados o en declive. Entre estos cabe destacar la presencia de arrecifes de corales de aguas frías en las paredes y ejes de los tres cañones submarinos. Sobresalen en cuanto a riqueza y diversidad los montículos carbonatados del cañón de La Gavieta, generados por el crecimiento continuado del arrecife durante siglos. Es de reseñar también la presencia en la zona de hábitats estructurados por agregaciones de diversas especies de esponjas de gran tamaño que aportan a los fondos rocosos profundos una notable componente tridimensional biogénica.

La superficie de ocupación de los hábitats 1170 supone casi un 12% del área del LIC, destacando en cuanto a superficie el generado por corales amarillos y esponjas que se localiza en los afloramientos rocosos de la plataforma continental. En términos generales el grado de conservación de los hábitats es bueno o medio, ya que algunos de ellos se encuentran parcialmente degradados lo que afecta a su estructura y funcionalidad dentro del ecosistema. La posibilidad de restauración varía según el hábitat estudiado, siendo difícil en algunos casos y posible en al menos uno de ellos.

En este documento se ha realizado un esfuerzo en aportar información científica detallada dirigida específicamente a facilitar la redacción de las medidas de gestión

aplicables al SCA. El objetivo es que estas medidas consigan garantizar un alto grado de protección de los hábitats vulnerables minimizando en lo posible los efectos negativos sobre las importantes actividades socioeconómicas de la zona.

Executive Summary

The SCI ESZZ12003-Avilés submarine canyon system (SCA) comprises a system of 3 submarine canyons, the Avilés, El Corbiro and La Gavierra canyons, the platform and the adjacent continental slope, a marginal platform (El Canto Nuevo) and a rocky outcrop called the Agudo de Fuera. This complex canyon system is located in the northern part of the Asturian coast approximately 2.2 km north of Cabo de Peñas at its closest point to the coast. Its depth varies from 54 to 4201 m, and presents a great complexity, both structurally and in its oceanographic dynamics. Such complexity defines it as a very productive ecosystem with high biodiversity values. Consequently, it is also an area with important fishing resources that are exploited that are exploited by different fleets mainly from Asturian fishing ports.

This report presents the inventory of the main epibenthic habitats identified in the area, updating and improving the previous information from the LIFE+ INDEMARES project, including the description of their characteristics and their mapping. Due to the large extension of the SCI and the structural complexity of its habitats, the analysis was approached by dividing the SCI into 4 different zones according to the origin and spatial resolution of the data collected from 11 multipurpose campaigns carried out in the context of various projects.

On the one hand, sedimentary bottom habitats were analyzed from trawl sampling and on the other hand, rocky bottom habitats of the continental shelf and submarine canyons were analyzed from visual sampling using photogrammetric sleds and ROVs. Following classification criteria aimed at responding to management policies, a total of 14 benthic habitats have been identified in the SCA, of which 7 are classified as priority habitats for conservation under the Habitats Directive (92/43/EEC) in the category "1170 Reefs". Among these, it is worth noting the presence of cold water coral reefs on the walls and shafts of the three submarine canyons, with the carbonate mounds of La Gavierra canyon, generated by the continuous growth of the reef over centuries, standing out in terms of richness and diversity. Also highlight habitats formed by aggregations of various species of large sponges that provide an important biogenic component to the deep rocky habitats. Four of the habitats are listed by the OSPAR Commission as endangered or in need of protection.

The surface area occupied by the 1170 habitats accounts for almost 12% of the SCI area, with the one generated by yellow corals and sponges located on the rocky outcrops of the continental shelf making the greatest contribution. In general terms, the degree of conservation of the habitats ranges from good to medium, since some of the habitats are partially degraded, which affects their structure and functionality in the ecosystem. The possibility of restoration is difficult in some cases and possible in at least one of them.

An important effort has been made in this report to provide the most detailed information for management purposes and based on the best scientific information available. All this to guarantee a balance between ensuring the highest percentage of area of habitats of community interest to be conserved while minimizing as much as possible the negative effects on the important socioeconomic activities of the area.

2 Introducción

Los cañones submarinos presentan una elevada complejidad topográfica y oceanográfica que, acompañada por una disposición de tipos de fondo muy heterogénea, son áreas de agregación de muchas especies animales, caracterizándose por una elevada biodiversidad. El Sistema de Cañones submarinos de Avilés (SCA) ha sido ampliamente estudiado en muchos de sus aspectos, tanto desde el punto de vista de sus características oceanográficas y geomorfológicas, como desde el punto de vista de su biocenosis (organismos que habitan en este espacio, tanto en los fondos como en la columna de agua).

Debido a su gran interés como zona de concentración de especies y punto caliente de biodiversidad, existe bastante información adquirida sobre la zona en el ámbito de distintos proyectos cuya área de estudio englobaba en parte, o en su integridad, el SCA. Entre las campañas realizadas en la zona son de resaltar DEMERSALES (1983-actualidad), COCACE (1987-1988), ECODEM (2001-2002), BIOCANT-DOSMARES (2012-2013), INDEMARES (2010-2012), SponGESo617, ECOMARG (2009-2014-2017), CANAVIS18 (2018), CABEFAF (2019) e INTEMARES_C2 0422, estas tres últimas incluidas en el proyecto INTEMARES (Louzao et al. 2010; Serrano et al., 2003, 2006; IEO, 2014; Sánchez et al., 2014a, b; Romero-Romero et al., 2016; Rapp, 2018; Fernández-Zapico et al., 2019; Punzón et al., 2016; 2020; Ríos et al. 2020).

El contenido de este informe se basa principalmente en las exploraciones previas realizadas en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES (2009-2014), apoyándose en algunos casos en otros proyectos en los que participaron varios actores aparte del IEO, y que dieron lugar al informe "Sistemas de Cañones submarinos de Avilés" (Sánchez et al., 2014a), en el que se describieron las características físicas del SCA, y se detallaron las comunidades que lo habitan y las principales pesquerías. Durante las campañas INDEMARES, y utilizando diversos sistemas de muestreo extractivo (dragas, trineos y arrastres), se pudo obtener una completa información biológica sobre los organismos presentes en la zona, infauna, epifauna, especies suprabentónicas y demersales. Al mismo tiempo, y utilizando métodos no invasivos de adquisición de imágenes, por medio de vehículos submarinos (trineo fotogramétrico TFS-2, ROTV Politolana y ROV Liropus 2000) se obtuvo valiosa información acerca de los hábitats vulnerables. También en el contexto de este proyecto, las ONGs CEMMA y SEO Bird Life, mediante censos visuales, abordaron el estudio de las poblaciones de cetáceos y aves marinas respectivamente.

Debido a su gran riqueza biológica (Ríos y Sánchez, 2021; Ríos et al., 2022) y la presencia de diversos tipos de hábitats vulnerables encuadrados en la denominación 1170 Arrecifes de la Directiva Hábitats de la CE (Anexo I de la DH 92/43/CEE), como son los arrecifes de aguas profundas, las agregaciones de esponjas o los bosques de gorgonias (INDEMARES, 2014; Sánchez et al., 2014a), así como la ocurrencia de especies incluidas en el Anexo II de la DH como el delfín mular *Tursiops truncatus* y la tortuga boba *Caretta caretta*, el SCA fue declarado Lugar de Interés Comunitario (LIC) en el año 2014 con la denominación ESZZ12003 "Sistema de Cañones Submarinos de Avilés" en el marco de los Espacios de la Red Natura 2000 de ámbito marino (Orden

AAA/2280/2014, de 1 de diciembre; BOE 2014). La superficie ocupada por este LIC es de 3390.26 km².

La zona tiene una enorme importancia en el ámbito de la protección de los hábitats de interés comunitario, siendo una de las escasas regiones marinas de la península ibérica con presencia de grandes cañones submarinos y arrecifes de corales de aguas frías. En el mundo se han censado alrededor de 600 cañones submarinos (De Leo et al., 2010), y estas estructuras suponen un sistema de conexión entre las zonas costeras y las zonas más profundas alterando su normal funcionamiento. En este caso, el sistema de cañones funciona como un acelerador de los procesos fisicoquímicos y biológicos, que hacen que su entorno, tanto en lo que respecta a las zonas más someras como las más profundas, destaquen por su gran biodiversidad (Ríos y Sánchez 2021; Ríos et al., 2022). El listado actualizado de riqueza específica sobre los fondos en el SCA muestra la existencia de un total de 1468 especies sobre el fondo y algunas de ellas se han catalogado como nuevas para la ciencia. El SCA debería ocupar un lugar relevante dentro de la red de espacios marinos protegidos de la Red Natura 2000, debido a su singularidad y representatividad de hábitats vulnerables presentes en los cañones submarinos.

En el ámbito de la Acción A2.1 del proyecto INTEMARES "Actuaciones para la mejora del conocimiento de hábitats y especies", se ha realizado un intenso análisis de la información disponible para hacer una descripción de las comunidades epibentónicas que se localizan en el LIC y alrededores junto con una caracterización y cartografiado de los hábitats identificados. Partiendo de esta primera aproximación se han obtenido los principales indicadores que afectan a los hábitats de interés comunitario con necesidades de protección. Entre estos indicadores se encuentra su representación en la zona, su estado de conservación, sensibilidad y valores ecológicos. Cuantificar las superficies ocupadas por dichos hábitats permitirá realizar a nivel científico una serie de consideraciones para emprender, de la forma más rigurosa posible, las acciones pertinentes para la declaración del LIC SCA como ZEC (Zona de Especial Conservación). Con ello, podrán aplicarse las medidas de gestión ambiental necesarias para garantizar la conservación de las especies y los hábitats vulnerables de interés comunitario. De esta manera, se sientan las bases para poder proponer, mediante procesos participativos con los principales sectores afectados, una zonificación dirigida a la gestión de los valores ambientales protegidos por la Directiva Hábitats (92/43/CEE) tratando de minimizar en lo posible los efectos negativos sobre las diferentes actividades socio-económicas de la zona.

3 Área de estudio

El Sistema de cañones submarinos de Avilés (SCA) se localiza en el margen continental del norte de la Península Ibérica, frente a la costa occidental de Asturias. Está situado en la región biogeográfica noratlántica, entre 43° 40' y 44° 03' de latitud Norte y entre 6° 37' y 5° 35' de longitud Oeste (Fig. 3.1). Es una zona estructuralmente muy compleja donde la plataforma continental del mar Cantábrico se encuentra profundamente modificada por la acción de la tectónica compresiva, destacando los siguientes elementos geomorfológicos: tres grandes cañones submarinos (Avilés, El Corbiro y La Gaviera), una plataforma marginal (Canto Nuevo) y un alto estructural rocoso masivo (Agudo de Fuera). El rango batimétrico que incluye comprende desde los 100 hasta los 4.000 m, lo que supone una amplísima variedad de hábitats bentónicos.

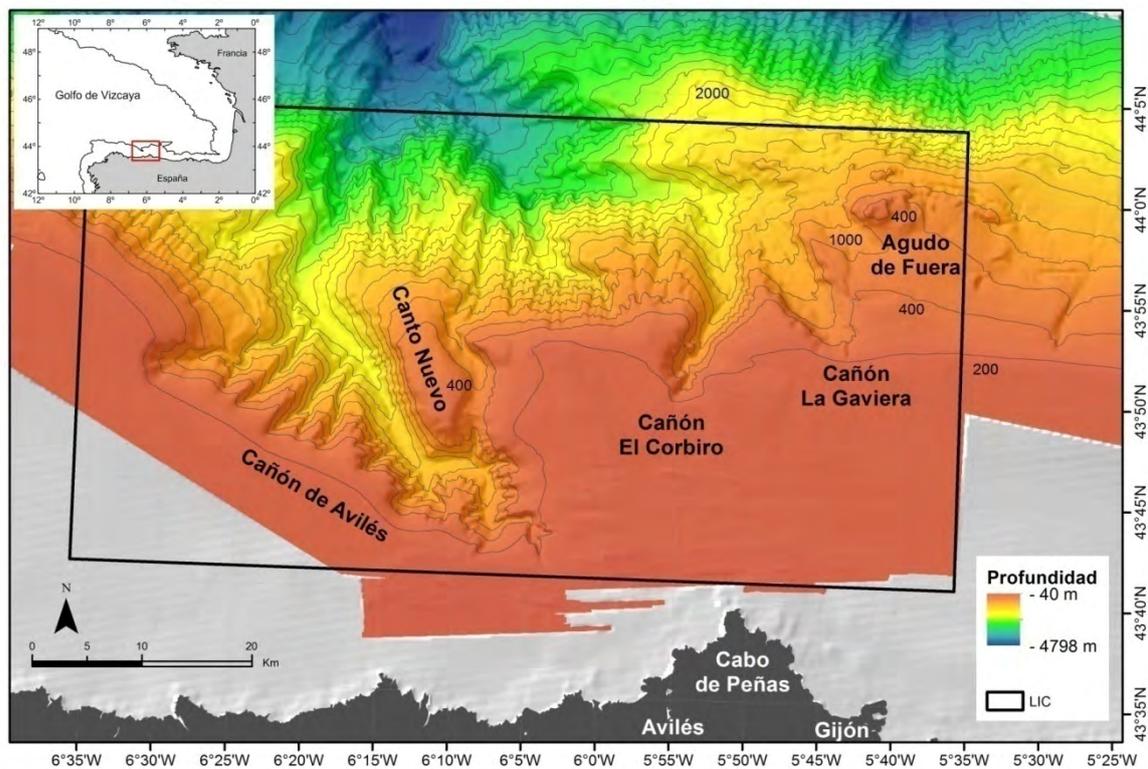


Figura 3.1. Localización del LIC "Sistema de Cañones submarinos de Avilés" y principales elementos topográficos.

La zona cubierta por el LIC SCA presenta una gran complejidad, debido a la gran extensión batimétrica y a los mecanismos de evolución geológica que han llevado a cabo su formación (Arrese et al., 2021). Este sistema comprende las siguientes unidades fisiográficas: plataforma continental, una plataforma marginal, talud superior y talud inferior, destacando en la zona 3 cañones submarinos con características y orientación muy diferentes entre sí, y fondos de origen biogénico (montículos carbonatados). Las zonas en donde se ha llevado a cabo el estudio de los hábitats están comprendidas entre 100 y 1500 m de profundidad. La zona más somera, entre 100 y 300 m de profundidad es la que comprende la plataforma continental (Fig. 3.2). Esta zona está en gran parte ocupada por fondos sedimentarios de distinta naturaleza y en parte con

fondos rocosos situados al norte de Cabo Peñas y entre las cabeceras de los tres cañones, en profundidades entre 100 y 180 m principalmente (Arrese et al., 2021).

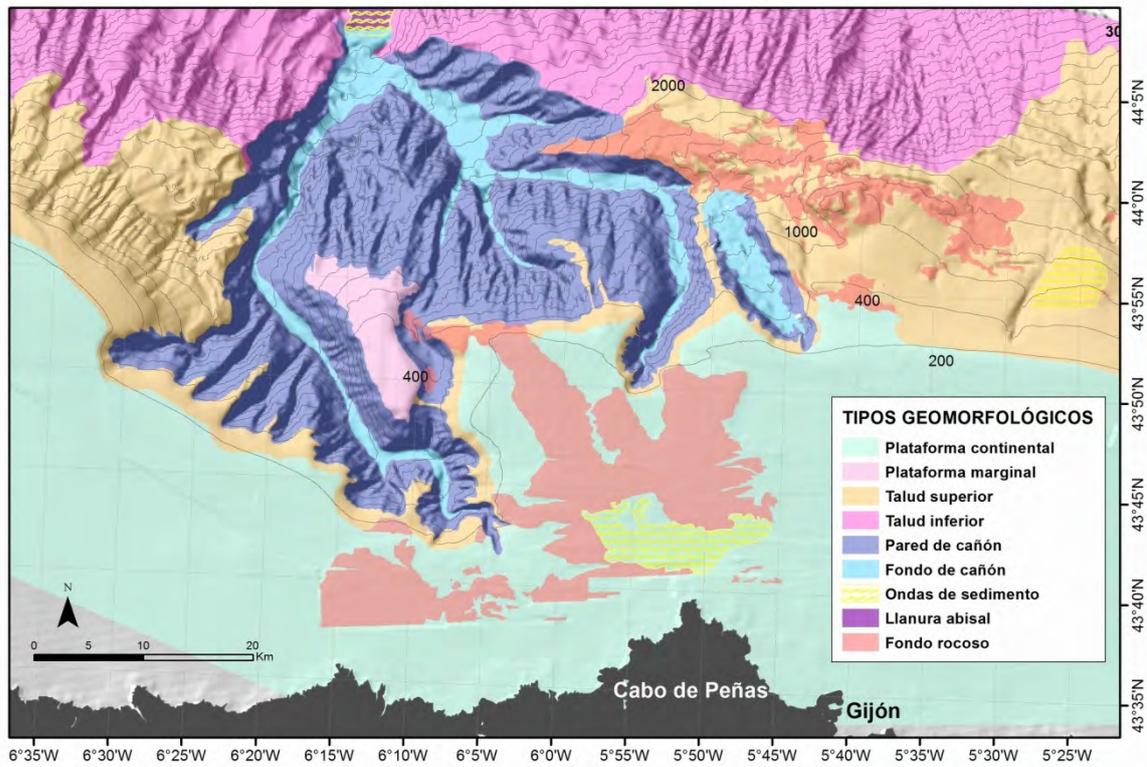


Figura 3.2. Principales regiones geomorfológicas que han sido utilizadas como variables ambientales en el estudio de la distribución espacial de los hábitats.

La plataforma marginal de El Canto Nuevo, localizada al este del Cañón de Avilés, presenta un techo aplanado, de carácter sedimentario (Arrese et al., 2021). El talud superior comienza con la ruptura de la plataforma a una profundidad de unos 200 m, hasta los 2000 m y presenta tanto áreas de pendiente suave con cobertura sedimentaria (al este), como áreas caracterizadas por una pendiente más abrupta y escasa o inexistente cobertura sedimentaria donde se ubican las incisiones de los 3 cañones.

En el sector más occidental se encuentra el cañón de Avilés, que tiene su cabecera en torno a 120 m de profundidad, con una longitud de unos 75 km. Presenta varios cambios de dirección a lo largo de su recorrido, tiene un perfil en V y está flanqueado al oeste por varios cañones tributarios y al este por el Canto Nuevo. Esta estructura funciona como drenaje de sedimentos desde la zona de plataforma hacia las zonas más profundas de 4750 m que se corresponden con la llanura abisal del Golfo de Vizcaya (Gómez-Ballesteros et al., 2014).

El cañón de El Corbiro, localizado al este del cañón de Avilés, presenta un perfil en V y tiene una longitud de unos 23 km. Su cabecera se encuentra a unos 180 m de profundidad y desciende hasta los 2000 m de profundidad, donde se une al cañón de La

Gaviera (Arrese et al., 2021). Presenta un cauce principalmente sedimentario, si bien, cerca de su cabecera y en el flanco oeste aparece un importante afloramiento rocoso.

En la zona más oriental se encuentra el cañón de La Gaviera, cuya cabecera se ubica alrededor de los 200 m de profundidad y tiene perfil en U con flancos asimétricos y un cambio brusco de dirección alrededor de los 2000 m de profundidad cuando confluye en el cañón de El Corbiro (Arrese et al., 2021). Presenta tanto zonas sedimentarias como afloramientos rocosos y se caracteriza por albergar montículos carbonatados (*mounds*), principalmente en su eje.

Finalmente, en el extremo NE del LIC encontramos un afloramiento rocoso con superficie irregular llamado el Agudo de Fuera que presenta su techo en torno a los 400 m de profundidad.

La complejidad estructural de la zona influye sobre la dinámica oceanográfica del Golfo de Vizcaya, produciendo cambios en su patrón de circulación tanto en los regímenes propios de verano con circulación dominante hacia el Oeste como en los regímenes de invierno con circulación hacia el Este (Pingree and Le Cann 1993; Sánchez & Gil, 2000; González-Pola et al. 2005; Llope et al. 2006; Gesteira et al., 2008; Llave et al., 2015).

En el mar Cantábrico encontramos distintas masas de agua con diferentes orígenes y densidad y que se localizan en capas superpuestas de la columna de agua. Las principales masas de agua que confluyen en la zona de estudio y que interaccionan con el fondo, desde las capas más someras hasta las más profundas son: el agua central del Atlántico Norte (ENACW por sus siglas en inglés), desde la base de capa de mezcla invernal en torno a unos 250 m (Gonzalez-Pola, 2007) hasta los 500-600 m de profundidad, el agua más salina de la corriente de salida del Mediterráneo (MOW) cuyo núcleo se encuentra a unos 1000 metros de profundidad y después aguas de origen polar desde la originada en el mar de Labrador (LSW), cuya parte central se ubica en torno a los 1800 m de profundidad. Finalmente y ya bajo los 2000 metros de profundidad tenemos una mezcla de aguas de rebose (*overflows*) árticas e incluso antárticas (van Aken et al. 2000a, 2000b; Lavín et al., 2006; González-Pola 2012).

Aunque su presencia sobre los hábitats bentónicos no tiene unos límites precisos, debido a la dinámica oceanográfica y los efectos topográficos, en términos generales la distribución sobre el fondo de las distintas masas de agua junto con las principales corrientes que les afectan se puede resumir en la Fig. 3.3. En este estudio sobre los hábitats del SCA, las principales masas de agua con las que nos encontramos son la ENACW y la MOW. Estas dos masas de agua, debido a sus particulares características fisicoquímicas, muestran una gran influencia en la distribución espacial de los hábitats bentónicos.

Superpuesto a esta disposición de masas de agua, se encuentra el régimen de afloramiento intermitente del Cantábrico Central y los procesos de producción primaria asociados (Sánchez & Gil, 2000; Gil et al., 2002; Llope et al., 2006). La combinación de estos procesos genera un enriquecimiento de la red trófica aumentando la producción biológica en la zona no sólo en niveles profundos sino también en el medio pelágico (González-Quirós et al. 2003).

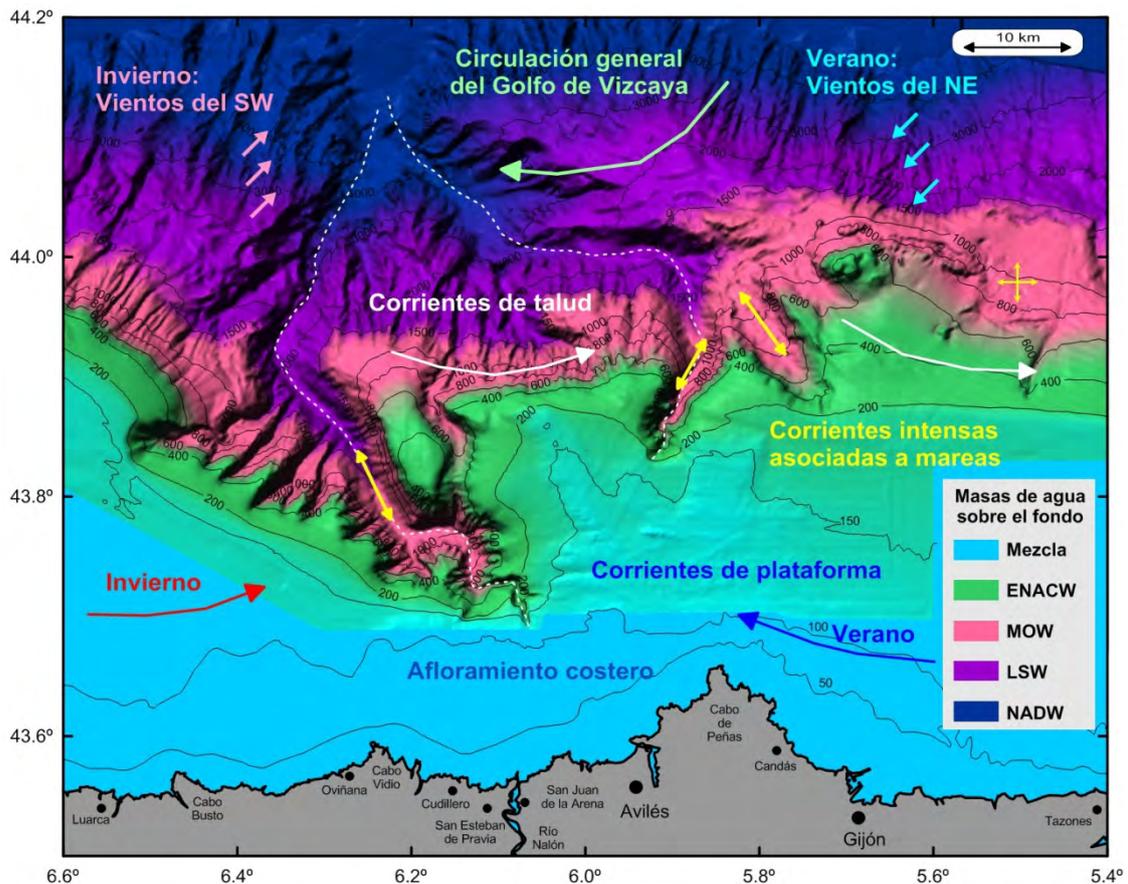


Figura 3.3. Principales masas de agua sobre el fondo y corrientes generales en la región del Sistema de Cañones Submarinos de Avilés (Sánchez et al., 2014a).

En los ejes de los cañones, la marea causa corrientes muy fuertes alineadas con los ejes (flechas amarillas de la Fig. 3.3) y que se comportan de manera asimétrica, con una fase violenta y corta hacia la cabecera que se inicia abruptamente como un frente y otra más larga y moderada que progresa hacia las zonas más profundas (Sánchez et al., 2014)

La alta productividad biológica del SCA ha hecho de esta zona un punto de referencia de la actividad pesquera asturiana y de las comunidades limítrofes. Toda la zona se encuentra sometida a una intensa actividad pesquera ya que en ella aparecen numerosas especies de interés comercial. Prácticamente todos los fondos comprendidos entre el litoral y los 800 m de profundidad son ocupados por diversas modalidades de pesca y los caladeros utilizados por la flota, nombrados para facilitar su identificación por los patrones, ocupan prácticamente toda la plataforma continental y talud superior (Fig. 3.4).

Entre las normativas de regulación pesquera que pueden afectar a la futura zonificación que se aplique sobre el actual LIC hay que destacar la veda temporal que afecta a las pesquerías de enmalle (rectángulos amarillos en la Fig. 3.4), la veda temporal para que la pesquería de arrastre no capture reclutas de merluza (rectángulo rojo en la Fig. 3.4) y particularmente la prohibición de las pesquerías de enmalle a más de 600 m de profundidad.

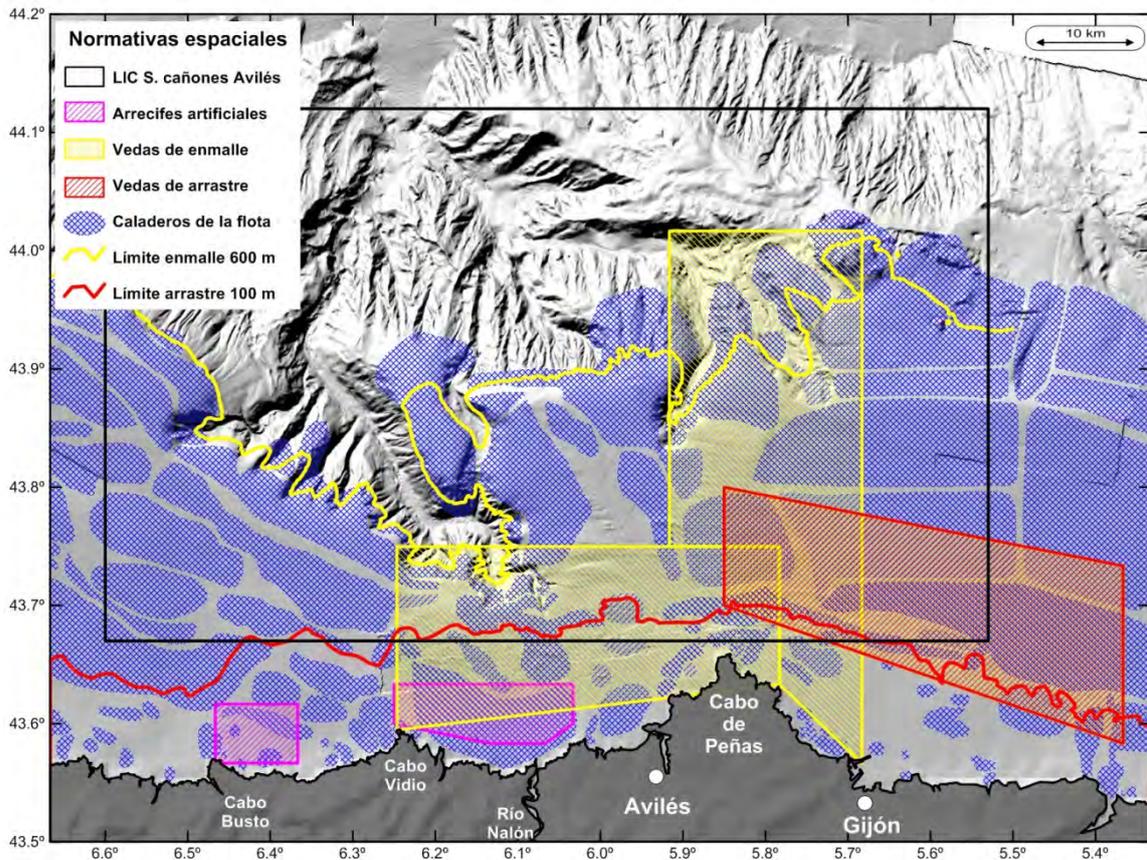


Figura 3.4. Principales caladeros de la flota pesquera de Asturias y límites geográficos asociados a diferentes normativas espaciales: LIC Natura 2000, arrecifes artificiales, vedas temporales de pesca y límite máximo de 600 m de profundidad para las pesquerías de enmalle y mínimo de 100 m para las pesquerías de arrastre.

Es interesante resaltar que en términos generales se observa una clara segregación espacial entre las diferentes pesquerías, principalmente debido a los requerimientos operativos de las modalidades de pesca y la distribución de las especies objetivo. Las tácticas pesqueras (*metiers*) dirigidas a especies pelágicas se localizan principalmente en la zona litoral y en la plataforma continental, mientras actividades pesqueras que actúan sobre el fondo (demersales) se distribuyen mayoritariamente por la plataforma continental, talud continental y cañones submarinos, estando fuertemente condicionadas por la topografía del área de estudio y la gran presencia de sustrato rocoso.

Las principales modalidades de pesca que actúan sobre el fondo son el arrastre (a la pareja y con puertas), el palangre y el enmalle. Dada la importante presión pesquera en la zona, estas modalidades de pesca se reparten todo el espacio disponible para intentar en lo posible minimizar los conflictos por solapamiento de actividades. Ello provoca que en mayor o menor medida cada modalidad de pesca ocupe un "hábitat" determinado, adaptado a sus capacidades operativas y especies objetivo (Fig. 3.5).

La pesquería de arrastre en pareja, dirigida principalmente a la captura de bacaladilla, se concentra principalmente en el borde continental y la plataforma marginal, entre 300

y 500 m de profundidad. El arrastre de fondo con puertas, con un rango mayor de especies objetivo, ocupa prácticamente todos los fondos sedimentarios de la plataforma continental entre 100 y 300 m de profundidad.

Los artes de enmalle se localizan principalmente en las zonas rocosas menos profundas de la plataforma si bien, alguna modalidad concreta como el rasco dirigido a rape, se fondea a más profundidad (hasta unos 600 m). Las tácticas pesqueras de palangre de fondo son las que tienen una distribución espacial más restringida en la zona, ocupando los fondos duros de la plataforma continental y sobre todo aquellos de gran pendiente del talud continental (cantil) y los cañones submarinos (Sánchez et al., 2014a; Punzón et al., 2016).

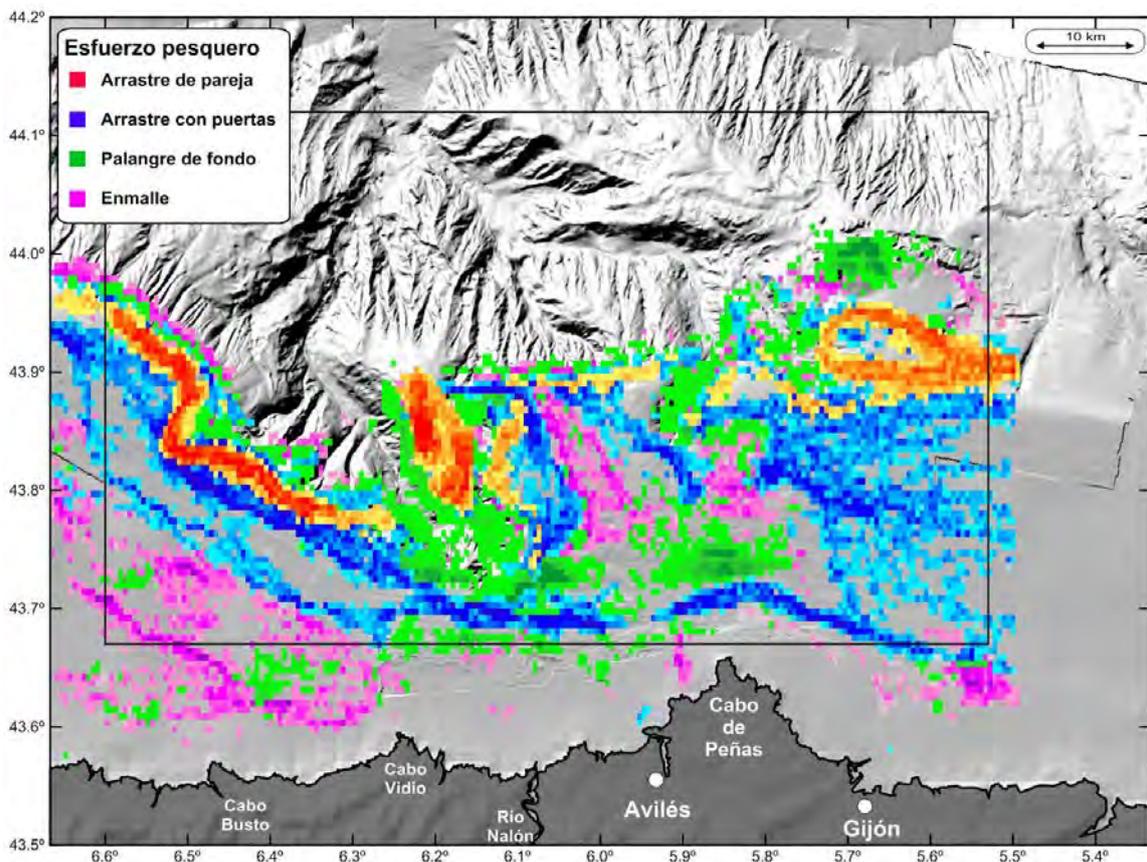


Figura 3.5. Distribución espacial del esfuerzo de las principales modalidades de pesca de fondo en el periodo 2006-2010. La diferente gama del color de cada pesquería va en función del esfuerzo medio aplicado (basado en Sánchez et al., 2014).

4 Metodología

La información utilizada para el estudio de los hábitats bentónicos del LIC SCA se deriva principalmente del proyecto LIFE+ INDEMARES. En este proyecto se recopilaron los datos sobre los tipos de fondos y sobre la distribución de las especies bentónicas y demersales que configuran las comunidades biológicas representativas de la zona. En particular, se realizaron 5 campañas en las cuales se realizó el estudio geomorfológico y los principales inventarios faunísticos. Debido al gran interés del SCA como zona de gran producción biológica y punto caliente de biodiversidad, se ha recopilado además con posterioridad información de otras campañas en el ámbito de diferentes proyectos como ERDEM, SponGES, ECOMARG e INTEMARES.

Durante todas estas campañas se obtuvieron datos empleando distintos métodos de muestreo tratando de obtener una información lo más completa posible del ecosistema bentónico. Cada sistema de muestreo empleado se encontraba adaptado a las características de los tipos de fondo a muestrear (Sánchez et al., 2014a). Sin embargo, y teniendo en cuenta el principal objetivo de este estudio, que no es otro que la identificación y cartografiado de los hábitats bentónicos vulnerables, solo se han utilizado los datos de las especies epibentónicas y demersales obtenidos a partir de los siguientes sistemas de muestreo empleados:

Fondos sedimentarios: Draga de fango o *Mesobox-Corer*, bou de vara y artes de arrastre con puertas (GOC-73 y Baca 44/60).

Fondos duros o rocosos: Draga de roca, vehículos fotogramétricos remolcados (ROTVs) TFS-2 y Politolana; vehículo operado remotamente (ROV) Liropus 2000, plataformas multiparamétricas sumergidas (*landers* Geodia y Asconema).

Las fuentes de información utilizadas y los sistemas de muestreo de referencia para la extracción de los datos biológicos analizados se resumen en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Características de las campañas y los sistemas de muestreo biológico utilizados en este estudio.

Nombre	Fecha	Sistema de muestreo	Código
INDEMARES-AVILES 0410	Abril 2010	DR, VF	A0410
INDEMARES 0710	Julio 2010	DR, BT, AR, VF, LG	A0710
INDEMARES-AVILES 0511	Mayo 2011	DR, BT, AR, VF, LG	A0511
INDEMARES-AVILES 0412	Abril 2012	VF, ROV	A0412
INDEMARES-AVILES 0912	Sept. 2012	VF, ROV	A0912
DEMERSALES 2010	Octubre 2010	AR	N10
DEMERSALES 2011	Octubre 2011	AR	N11
INTEMARES A4_Aviles	Junio 2018	VF	IA418
SPONGES 0617	Junio 2017	DR, BT, VF	So617
ECOMARG 0717	Julio 2017	VF	E0717
INTEMARES C2 0422	Abril 2022	VF, LA	IC222

Clave metodologías: DR: Draga de roca, BT: Bou de vara, AR: Arrastre de fondo, VF: Vehículo fotogramétrico, ROV: Vehículo operado remotamente, LG: *Lander* Geodia y LA: *Lander* Asconema.

La enorme variabilidad ambiental de la zona de estudio implica la utilización de métodos de muestreo adecuados a cada tipo de fondo y comunidades biológicas. Por ello se han efectuado dos aproximaciones analíticas diferentes en el estudio de los hábitats en función de la resolución espacial de dicha estrategia de muestreo. Todas las capas ambientales han sido adaptadas a la escala de trabajo en cada caso. Con esta aproximación se ha pretendido optimizar la fiabilidad de los resultados ya que la diferencia de resolución de los datos descriptivos de entrada influye en gran medida en la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos por los modelos predictivos de hábitat potencial (Ross et al., 2015).

En este estudio hemos intentado aportar una distribución espacial de los hábitats vulnerables científicamente rigurosa y con la mayor resolución espacial posible, según los datos disponibles hasta la fecha. Esta distribución espacial será la ayuda fundamental a la toma de decisiones en el proceso de establecer medidas de gestión que garanticen la conservación de los hábitats vulnerables y que minimicen el impacto socioeconómico sobre los sectores afectados. Las diferencias existentes entre las resoluciones espaciales de la información biológica disponible, derivadas del sistema de muestreo utilizado, hizo necesario dividir el análisis de los datos en dos grupos: 1) Fondos sedimentarios de la plataforma y talud y 2) Fondos rocosos de la plataforma continental y cañones submarinos. Se resume a continuación la metodología específica para cada uno de estos dos planteamientos.

4.1 Estudio de los hábitats de fondos sedimentarios de plataforma y talud

En este estudio se han utilizado exclusivamente los datos procedentes de los lances efectuados con bou de vara y arrastre de fondo durante las campañas INDEMARES 0710 y 0511 y las campañas DEMERSALES 2010 y 2011 (Tabla 4.1; Fig. 4.1). El bou de vara es un pequeño arte de pesca de abertura fija que va dirigido principalmente a la captura de especies epibentónicas de pequeño tamaño (crustáceos, moluscos y equinodermos principalmente) mientras que el arrastre de fondo con puertas captura tanto especies bentónicas como demersales de un cierto tamaño (peces y moluscos principalmente).

Para cada uno de los muestreos se realizó un importante filtrado de especies tratando de mantener solo aquellos registros de especies bentónicas y demersales que posean una mayor dependencia de los fondos del SCA. De esta forma se eliminaron los registros que podrían introducir ruido en los resultados (especies pelágicas, migradoras, raras, de dudosa clasificación, etc.), así como aquellas especies con escasa presencia en los datos que provocan muchas ausencias en las matrices analizadas (Modica et al., 2022). La base de datos analizada incluyó 60 estaciones (lances) y un total de 116 especies.

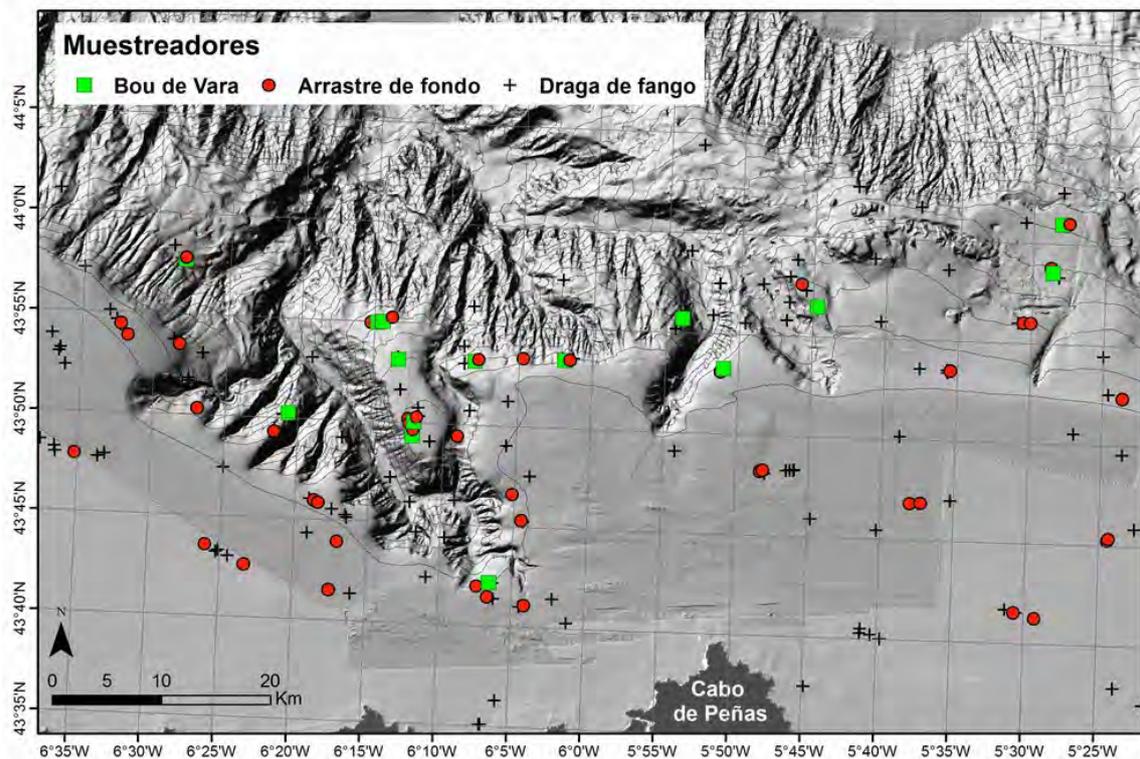


Figura 4.1. Localización de las estaciones de muestreo biológico en fondos sedimentarios con los dos tipos de artes de pesca utilizados y las dragas de fango para la caracterización sedimentaria.

4.1.1 Estudio de las comunidades bentónicas y demersales de los fondos sedimentarios

Partiendo de los datos filtrados se calculo la biomasa por especie estandarizada a un km^2 a partir del método del área barrida por cada lance y se procedió a un análisis por separado de las estaciones con bou de vara y las de arrastre de fondo. La utilización de los valores de biomasa en vez de densidades se justifica en que este valor es más significativo en la dinámica trófica de los ecosistemas y puede permitirnos en el futuro hacer un mejor seguimiento de las consecuencias de determinadas medidas de gestión. Estos fondos sedimentarios están sometidos a una fuerte presión pesquera, lo que ha alterado sustancialmente los valores de biomasa de los grupos funcionales del ecosistema (Sánchez y Olaso, 2004).

Para determinar los agrupamiento de especies se utilizó el método de clasificación jerárquica con el programa PRIMER, v. 6.1.12 (*Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*; Clarke et al., 2014). Se han obtenido así dos matrices de similitud, una por cada compartimento del ecosistema (bentónico/bou de vara y demersal/arrastre de fondo), transformando los datos de biomasa estandarizados aplicando una transformación logarítmica.

Para la caracterización de las comunidades y determinar sus especies mas representativas (tipificantes) se llevó a cabo un análisis de similitud entre los grupos de especies (*cluster*), con el método SIMPER (*SIMilarity PERcentage*). Posteriormente y

para determinar la contribución de las variables ambientales sobre las diferentes comunidades (agrupamientos de especies) identificadas se utilizó un Análisis Canónico de Correspondencia (CCA) libre de tendencias con CANOCO v 4.02, (*Canonical Community Ordination package*; Ter Braak, 1988). Las variables ambientales utilizadas en este análisis, y aplicadas a cada estación de muestreo, tienen dos diferentes orígenes: 1) los muestreos con dragas (Fig. 4.2) aportaron la caracterización sedimentaria de cada estación (granulometría media-Q₅₀, materia orgánica-MO y coeficiente de selección-So) y 2) batimetría y derivadas (BPI) procedentes de estudios con sonda multihaz. La información detallada de la metodología aplicada se puede consultar en Modica et al., 2022.

4.1.2 Estudio de los hábitats bentónicos de los fondos sedimentarios

Para estimar la distribución espacial de los hábitats bentónicos en el LIC se han utilizado modelos predictivos del hábitat potencial de las comunidades identificadas previamente mediante los análisis multivariantes de los muestreos, siguiendo la metodología *Assemblage first Predict later*. Estos modelos correlativos relacionan una variable respuesta (la distribución de la comunidad en este caso) con información ambiental que se encuentra georeferenciada para toda la superficie del área de estudio. Partiendo de diversos análisis exploratorios previos con distintos tipos de modelado (MAXENT, GAM, etc.), se decidió aplicar finalmente un modelo de tipo *Random Forest* a través de la librería de R "RandomForest" (Liaw & Weiner 2018). Estimamos que para el tipo de información disponible con este modelado se evitaban problemas de sobreajuste, gracias a su capacidad de detección de las interacciones entre variables independientes. Se usaron como localizaciones de las presencias a cada agrupamiento de especies los puntos medios del recorrido del arte de pesca, no los del trayecto del barco que proporciona el GPS y como ausencias reales todos los puntos de muestreo del área de estudio en los que no se encontraba la comunidad a estudiar.

Las variables ambientales utilizadas para este modelo fueron interpoladas a una resolución espacial de 1000 m, para adaptarlas a la máxima resolución disponible de los datos de presencia de especies procedentes de lances de pesca. Se debe tener en cuenta que no es posible conocer el punto exacto de la captura a lo largo de la longitud del lance realizado (950 m en bou de vara y 2750 m en arrastre de fondo). La homogeneidad espacial entre variables ambientales y localización de presencia de especies reduce el margen de error a la hora de atribuir la dependencia de la presencia de una comunidad con un determinado valor de una de las variables ambientales consideradas.

En los modelos predictivos se utilizaron las siguientes variables ambientales del fondo (Fig. 4.2): batimetría y su derivada BPI grueso (Índice de Posicionamiento Batimétrico, con un radio de búsqueda de 55 celdas), porcentaje del contenido de materia orgánica (OM), mediana del tamaño de grano del sedimento (Q₅₀ phi), coeficiente de selección So, que es la expresión de la distancia intercuartil del tamaño de los granos de la muestra y las principales categorías geomorfológicas según la interpretación espacial de los estudios de geología (Fig. 3.2). Para obtener las capas ambientales de las características de los sedimentos se aplicó análisis geoestadístico sobre los datos (OM,

Q₅₀ phi y S_o) procedentes de las 134 estaciones efectuadas con draga de fango (Fig. 4.1).

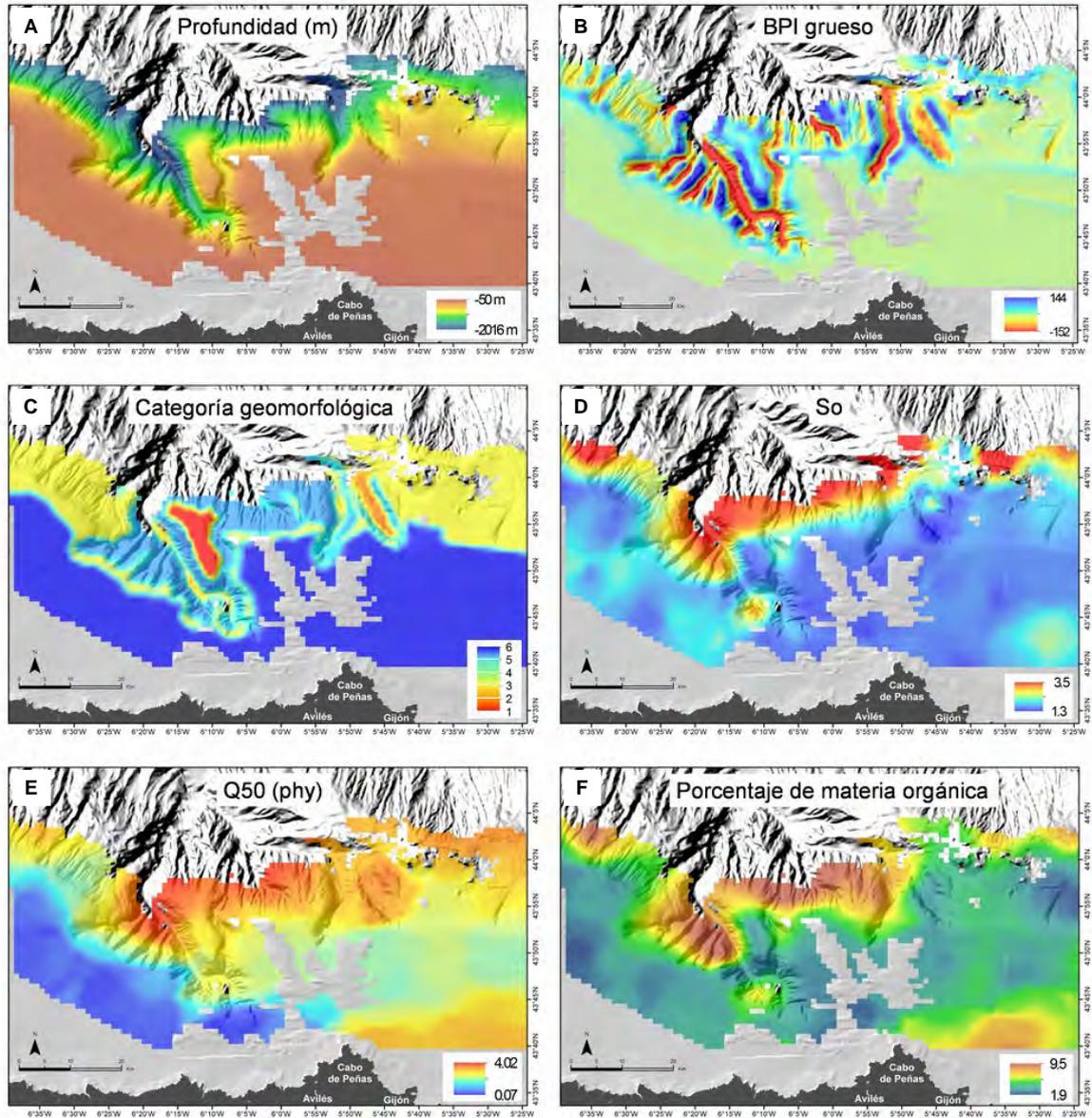


Figura 4.2. Variables ambientales usadas en los modelos de hábitat potencial de las comunidades de fondos sedimentarios: A) Profundidad, B) Índice de Posicionamiento Batimétrico (BPI grueso), C) Seis categorías geomorfológicas (ver Fig. 3.2), D) Coeficiente de selección del sedimento (S_o), E) Mediana del tamaño de grano (Q₅₀phi) y F) Porcentaje de materia orgánica en el sedimento.

Se realizó el análisis de la correlación lineal de las variables para evitar la redundancia en la información ambiental, eliminando aquellas con valores de correlación de Pearson superiores a 0.7. Sucesivamente, se ha calculado el *Variation Inflation Factor* (VIF) a través de la librería "HH" de R (Heiberger & Holland, 2015), al fin de averiguar si existía multicolinealidad en la información de las variables ambientales restantes.

La evaluación de los modelos de hábitat potencial se realizó con un método de validación cruzada con la librería de R "dismo" (Hijmans et al., 2015) dividiendo, con un método aleatorio, los puntos de presencias y ausencias reales en dos subgrupos: entrenamientos y evaluación. Los modelos resultantes, se evaluaron según el método del área bajo la curva de ROC (AUC) (Fielding and Bell, 1997).

4.2 Estudio de los hábitats de fondos rocosos y cañones submarinos

La presencia de una amplia zona rocosa en la plataforma continental, situada entre las cabeceras de los tres cañones submarinos y en profundidades de 100 a 200 m (Arrese et al., 2021), hizo recomendable una estrategia de muestreo diferente que en el resto de los fondos del SCA, mayoritariamente sedimentarios o muy profundos. Por otro lado están los tres cañones submarinos, con flancos de gran pendiente, estructuralmente muy complejos y con distintas orientaciones espaciales, lo que implica la presencia de una elevada y particular dinámica oceanográfica próxima al fondo. Todo ello determina diferentes tipologías de substratos, que van desde fangos hasta rocas en resalte, que condicionan en gran medida la presencia de las diferentes especies y como resultado una enorme heterogeneidad de hábitats y comunidades que los ocupan. Para poder entender las aproximaciones metodológicas que se han tenido que aplicar en los tres cañones submarinos, es necesario tener en consideración lo siguiente:

- Por razones operativas, el muestreo realizado en los tres cañones del SCA ha sido dirigido a la identificación, descripción y cartografiado espacial del hábitat 1170, no a todo el conjunto de comunidades y hábitats presentes, lo que habría requerido un esfuerzo de muestreo considerable e inabarcable con el tiempo disponible de campañas en la enorme extensión del área de estudio.
- Las comunidades y hábitats presentes en los cañones submarinos, y particularmente en las abruptas paredes de los mismos (con gradientes batimétricos de más de 3000 m), se encuentran espacialmente distribuidas de forma muy fraccionada (en mosaico) acoplándose principalmente a las características del substrato y a la dinámica oceanográfica local (*Benthic Boundary Layer*). Esta distribución en microhábitats no es posible resolverla con los modelos de hábitat idóneo a partir las capas ambientales actualmente disponibles.
- La resolución de las capas ambientales obtenidas en los estudios con sonda multihaz (50 m de resolución) y la calidad disponible de la reflectividad para todo el LIC son insuficientes para hacer un modelado integral de toda la zona por lo que se han realizado modelos parciales en donde las capas disponibles son más resolutivas. No disponemos de información detallada de los tipos de substrato en los cañones, imprescindible para poder desagregar los hábitats bentónicos (como sí se ha hecho en los hábitats sedimentarios del SCA). La capa disponible de reflectividad, que informa de la dureza del fondo, fue obtenida en las campañas INDEMARES con el B/O Vizconde de Eza, y debido a la complejidad de la zona y a algunos errores derivados de la adquisición presenta artefactos

difíciles de filtrar (Arrese et al., 2021) aunque sí ha sido válida para la plataforma circalitoral rocosa.

Aún con estas dificultades con los datos ambientales de entrada se ha realizado un importante esfuerzo en aportar una cartografía e identificación de los principales hábitats de interés comunitario presentes en los cañones submarinos para hacer posible el diseño de un plan de gestión en combinación con los estudios de las pesquerías contemplados en la Acción A4.1 del proyecto.

4.2.1 Estudio de las comunidades de fondos rocosos y cañones submarinos

La zona rocosa de la plataforma continental y los cañones submarinos han sido muestreados entre los años 2010 y 2022 en el curso de 9 campañas mediante vehículos fotogramétricos remolcados (ROTVs) y el ROV Liropus 2000 realizando transectos lineales (Tabla 4.1). Las estaciones de muestreo se ofrecen en la Fig. 4.3. Se realizaron un total de 50 transectos visuales, con una distancia recorrida media de 500 m y que cubrieron con imágenes una superficie de unos 6000 m². Se realizaron un total de 14 transectos con el ROTV TFS2, 22 transectos con el ROTV Politolana (Sánchez & Rodríguez, 2009) y 14 transectos con el ROV Liropus 2000, teniendo los 1700 m como límite operativo de profundidad para todos los vehículos submarinos. Como muestreo complementario, para la identificación correcta de las especies, se utilizó una draga de roca, con un total en 62 estaciones.

Las imágenes obtenidas fueron sincronizadas con la telemetría procedente de cada vehículo: posición sobre el fondo (transpondedor USBL), profundidad, altura sobre el fondo, temperatura y salinidad del agua, orientación (IMU), etc. y en el análisis visual posterior las imágenes se escalaban utilizando técnicas fotogramétricas (para obtener la superficie cubierta por cada foto). En la base de datos de las imágenes del fondo se incluyen cuatro capas nuevas de información: 1) tipo de fondo, 2) hábitat EUNIS, 3) presencia de impacto de origen antrópico y 4) biocenosis presente (número de ejemplares de cada especie). En consecuencia, en dicha base de datos de cada imagen fija o cada segundo de vídeo se pueden extraer densidades por unidad de superficie de las especies identificadas, asociadas a cada tipo de fondo. El análisis de las fotos fijas se realizó con el programa PescaWin (Sánchez, 2015) y el de los vídeos con el programa OFOP (Huetten & Greinert, 2008).

Para minimizar en lo posible la gran variabilidad observada en este tipo de fondos, en el estudio de las comunidades se consideraron como unidades de muestreo las densidades por unidad de superficie (calculada por fotogrametría) de secciones de imágenes fijas y vídeo de cada transecto. Estas secciones se han adaptado a la resolución de las capas ambientales utilizadas en los modelos. En el caso de los fondos rocosos de la plataforma la unidad de muestreo son secciones con una longitud de de 10 m y en los cañones submarinos de 50 m, correspondiendo este tamaño a la malla utilizada en las capas de variables ambientales para garantizar la correlación espacial entre presencias y dependencias ambientales en los modelos. Además de extraer las unidades de muestreo en tramos de 10 y 50 metros, también se tuvieron en cuenta los tipos de fondo con la finalidad de no incluir en la misma comunidad especies con

requerimientos ambientales muy distintos (microhábitats). Se seleccionaron de la matriz de datos original aquellas especies sésiles o de escasa movilidad que tienen una mayor dependencia de las características del fondo, 29 especies en los análisis de la plataforma rocosa y 34 en el caso de los cañones submarinos.

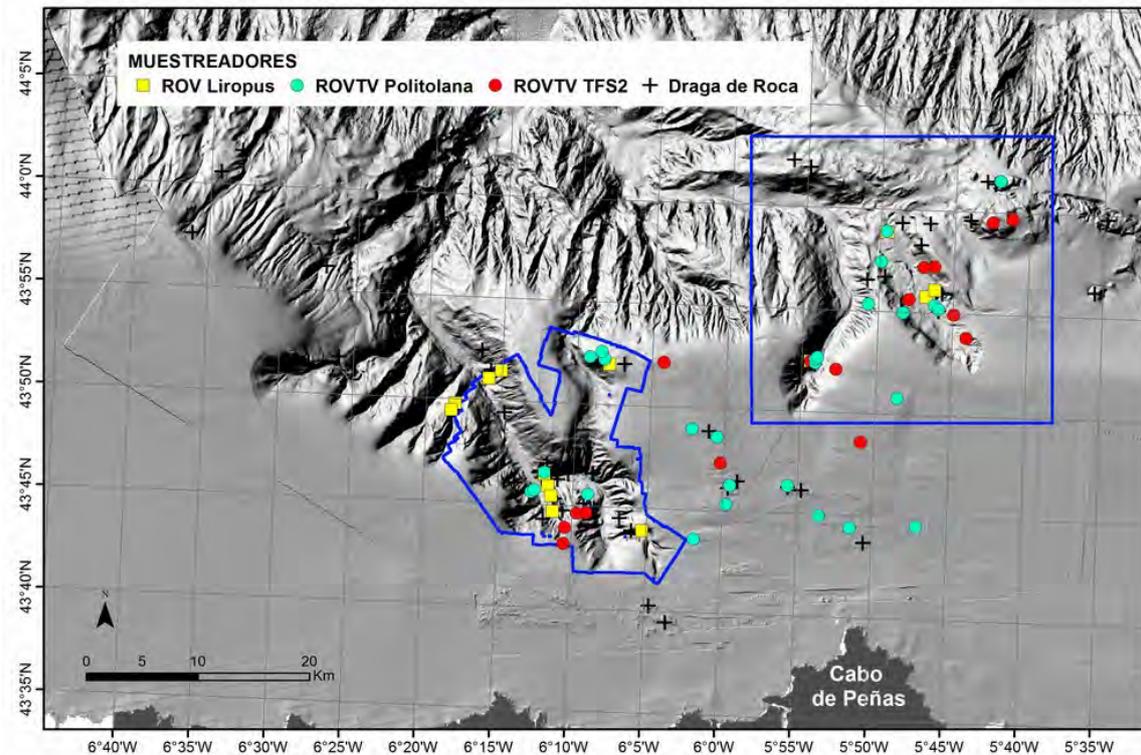


Figura 4.3. Estaciones de muestreo biológico en fondos duros de la plataforma y en los cañones submarinos. En azul están representadas las dos ventanas que enmarcan los análisis de los cañones.

Para respetar las particularidades de las características ambientales de los cañones, el análisis se realizó de forma independiente para dos zonas: Zona 1 - Cañón de Avilés y Zona 2 - cañones de El Corbiro y La Gaviera y afloramiento rocoso Agudo de Fuera (Fig. 4.3). Esta división se ha realizado debido a que la calidad de las variables ambientales es distinta en ambas zonas y se consideró más adecuado tratarlas por separado. En el caso de la Zona 1 se mejoró considerablemente la información existente sobre la batimetría y la reflectividad durante la campaña INTEMARES C2 del año 2022 por lo que solo se ha trabajado en la zona cubierta con ecosonda multihaz durante la citada campaña. Al igual que para las comunidades de fondos sedimentarios (ver apartado 4.1.1), se utilizó el método de clasificación jerárquica Bray-Curtis para obtener los índices de similitud entre muestreos y describir los principales agrupamientos de especies (18% de similitud como línea de corte) y el método SIMPER para determinar la contribución de cada especie en la formación del grupo y las especies que condicionan las diferencias encontradas entre los distintos grupos. Posteriormente y para determinar la contribución de las variables ambientales en la distribución de las diferentes comunidades se utilizó el análisis multivariante CCA (*Canonical Correspondence Analysis*).

4.2.2 Estudio de los hábitats de fondos rocosos y cañones submarinos

Para estimar la distribución espacial de las comunidades identificadas en la plataforma rocosa circalitoral y en los cañones, se han utilizado los datos de presencia/ausencia y de densidad en modelos aditivos generalizados GAM (*Generalized Additive Models*) para obtener no solo la mayor probabilidad de encontrar el hábitat, sino también las mayores densidades de las especies formadoras de hábitats a través de modelos delta (Zuur et al., 2009). La distribución utilizada fue binomial para los modelos de presencia/ausencia y binomial negativa para los de densidad. Las variables ambientales que se consideraron más adecuadas para el estudio de hábitats de la plataforma circalitoral han sido la profundidad, el índice de posición batimétrica (BPI), la pendiente y la reflectividad (Fig. 4.4). La resolución del BPI más apropiada a sus consecuencias biológicas se obtuvo mediante el análisis de las imágenes o *ground truthing*.

Dada la complejidad geomorfológica del SCA, se obtuvieron dos BPIs a distinta resolución y se utilizó la curvatura, la geomorfología, y la orientación en sus componentes este y norte. La resolución final de los modelos es de 10 metros en el circalitoral y de 50 en los cañones submarinos. Información detallada de la metodología empleada para estos estudios puede encontrarse en Rodríguez-Basalo et al., 2022.

La selección de variables para construir los modelos finales de presencia/ausencia y densidades se ha realizado mediante el paquete MuMin de R, que se basa en la interacción de las distintas variables priorizando la selección de aquéllas con un menor AIC (*Akaike Information Criterion*).

Para evitar sobreajuste se limitó a 5 el número de funciones suavizadas de los GAM. Dado que los modelos finales de presencia/ausencia dan valores de probabilidad que oscilan entre 0 y 1, se transformaron a mapas binarios por medio del valor que maximiza el Kappa (Fielding and Bell, 1997), que es el umbral que más limita la proyección espacial de los hábitats. La misma metodología se ha utilizado para obtener la cartografía de densidades, aunque con una distribución binomial negativa. Mediante la multiplicación de los mapas binarios con los de densidades se obtuvieron los modelos delta (Zuur et al., 2009), que muestra las densidades más probables teniendo en cuenta las ausencias reales.

No se han utilizado umbrales de probabilidad diferentes, Kappa y prevalencia, p.e., porque el segundo de ellos mostro una distribución espacial muy amplia y solapada de los hábitats vulnerables identificados en el SCA, siendo poco realista al ser calibrado posteriormente con estaciones de muestreo no utilizadas en los modelos. Siguiendo el principio de precaución, consideramos que las capas ambientales disponibles para ser utilizadas en los modelos (Fig. 4.4) no son lo suficientemente explicativas de la distribución de los hábitats vulnerables, lo que implica que de ser utilizado este umbral en la gestión espacial del LIC podría tener consecuencias muy negativas sobre actividades socio-económicas, carecería de rigor científico y aportaría limitados efectos sobre la protección de los hábitats. Disponer de una información precisa de tipos de substrato y de dinámica oceanográfica próxima al fondo, así como de otras variables físico-químicas (nivel de aragonito, concentración de oxígeno y silicatos, etc.), de las que dependen muchas de las especies que habitan en los cañones submarinos podría facilitar en el futuro el ofrecer diferentes umbrales de probabilidad en los modelos.

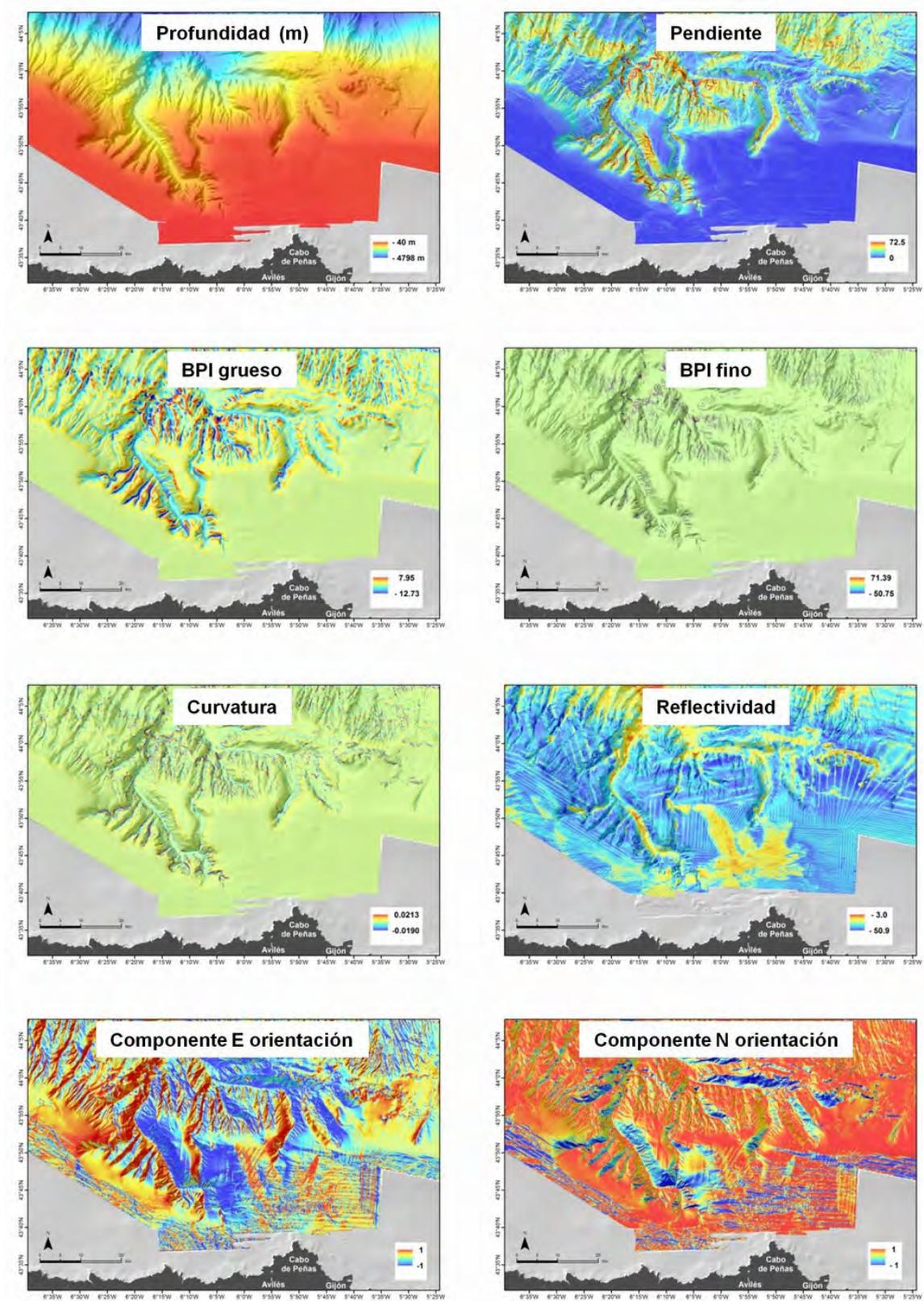


Figura 4.4. Variables ambientales usadas en los modelos de hábitat potencial de las comunidades de los fondos rocosos de la plataforma continental y de los cañones submarinos: A) profundidad, B) pendiente, C) índice de posicionamiento batimétrico (BPI grueso), D) BPI fino, E) curvatura, D) reflectividad, E) orientación E y F) orientación N.

4.3 Estudio combinado de los hábitats del LIC SCA

El mapa final de hábitats del LIC SCA está compuesto por la combinación de la distribución espacial de hábitats sedimentarios y rocosos. Debido al hecho de que cada una de las diferentes aproximaciones, con dos sistemas de muestreo diferentes (arrastre e imagen), se han obtenido a distinta escala espacial, los resultados de los hábitats sedimentarios obtenidos de datos de arrastre se han re-escalado a la resolución de 50 m, para obtener mayor precisión posible. Este cambio de resolución se ha efectuado aplicando el método del "vecino más próximo" (Keller et al., 1985), y de esta manera, la capa cartográfica de hábitats sedimentarios se ha podido combinar con la resolución adoptada para la cartografía de los hábitats de los cañones submarinos. Se ha comprobado que la combinación de ambos resultados ha producido escasos solapes espaciales. Para eliminar dichos solapamientos se estimó como prioritario el de mayor probabilidad de encontrarlo en la celda considerada y en el caso de presencia, los hábitats con mayor sensibilidad o pertenecientes a la tipología 1170 de la DH, ya que tienen una mayor necesidad de protección.

Una vez resueltos los conflictos de solapamiento espacial entre los hábitats, los mapas *ráster* de probabilidad obtenidos se transformaron en binarios (Allouche et al., 2006). Finalmente, con el fin de facilitar la interpretación de los modelos de distribución, se exportaron a formato vectorial y se unificaron en una única capa poligonal con la información biológica correspondiente. A partir de esta integración de resultados se ha calculado la superficie de ocupación de los hábitats dentro del LIC.

4.3.1 Inventario de hábitats vulnerables considerados en Normativas y Convenciones Internacionales

Una vez obtenida la cartografía completa de hábitats del LIC se generó un inventario en el que se han resumido todas las características de su biotopo (piso batimétrico y tipos de fondos principalmente) unidas a sus componentes bióticas (especies más representativas presentes en la comunidad). Posteriormente esta información se ha enmarcado mediante pasarelas en el ámbito de las normativas existentes en la zona tanto internacional como estatal con el fin de proporcionar un listado resumido de los valores medioambientales presentes en el SCA. Por lo tanto la información recogida en este apartado consiste en:

Nombre de la comunidad/hábitat identificada, rango de profundidades en la que se encuentra en el SCA, tipo de fondo, especies estructurantes, hábitats según Directiva Hábitat (Anexo I), hábitats según la clasificación EUNIS Nivel 4-5, hábitats según Comisión OSPAR, y hábitats según la clasificación de la Lista Patrón de Referencia Estatal (Templado et al., 2012).

Para ser coherentes con los anteriores informes de hábitats publicados en el contexto del proyecto INTEMARES, utilizamos aquí la clasificación EUNIS de 2011 y no la publicada más recientemente por la Agencia Europea del Medio Ambiente en 2022.

4.3.2 Representatividad y superficie de ocupación

La estimación del grado de representatividad de cada tipo de hábitat en el LIC es, siguiendo el Manual de interpretación del Formulario Normalizado de Datos (FND) de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 (MAPAMA, 2018), se ha realizado mediante una categorización (A excelente, B buena, C significativa y D no significativa) que explique en qué medida un tipo de hábitat es típico de la zona.

La elección del tipo de modelo de distribución potencial, así como la del tipo de umbral para la transformación que se realiza desde el mapa probabilístico de distribución de hábitats hasta el mapa binario final, afectan de forma significativa a los errores de sobre-estimación (Benito et al., 2013). Para evitar errores de sobreestimación, tanto en la elección del modelo predictivo de hábitats como en la del tipo de umbral que transforma un mapa probabilístico a un mapa binario, se han calibrado los datos de proyección calculados (probabilidad de presencia de un hábitat) con datos de transectos visuales no incluidos en los análisis. Esto permite hacer una validación independiente de los resultados de predicción de presencia de hábitat en diferentes localizaciones del LIC. Tanto la selección de los modelos GAM como la del umbral (valor que maximiza el Kappa) han dado una buena respuesta dentro de las ventanas de trabajo consideradas.

Las superficies de ocupación de cada hábitat se calcularon utilizando la herramienta SIG *Calculate Geometry* (Area) utilizando ArcGis 10.8 (ESRI). El dato final de la superficie ocupada se obtuvo por cada hábitat de forma separada y se calculó la correspondiente proporción de área ocupada dentro del LIC considerando que la superficie total de éste es de 3390.26 km².

En el caso de la superficie relativa, que categoriza la superficie relativa de cada hábitat en 3 categorías, de acuerdo al manual del FND, a cada hábitat se le asignó la letra A, B o C en función del porcentaje obtenido 'p':

A: $100 \geq p > 15 \%$

B: $15 \geq p > 2 \%$

C: $2 \geq p > 0 \%$.

4.3.3 Estado ambiental

Los indicadores del estado ambiental hay que tratarlos de forma independiente para cada una de las dos aproximaciones utilizadas: sedimentarios/arrastre y fondos duros/imagen. Estas dos aproximaciones, según se ha explicado en la metodología, no son comparables al proceder sus datos de entrada de dos tipos de muestreadores que ofrecen información muy distinta. Debido a ello su tratamiento posterior, filtrado, especies seleccionadas y demás criterios técnicos aplicados no son equiparables. Al mismo tiempo, estos indicadores son muy sensibles al filtrado que se realice sobre la matriz original de los datos de los muestreos, por lo cual hay que considerarlos con moderación. En este caso se priorizaron las especies estructurantes de hábitats sobre las funcionales de la comunidad. Los indicadores utilizados para describir el estado ambiental de las comunidades/hábitats han sido:

Riqueza de especies

La riqueza específica de las comunidades bentónicas tanto de fondo blando como de fondos rocosos y cañones se calcularon a través del programa Primer con la función "*calculate diversity*". Los resultados de la distribución de los valores de riqueza específica se representaron utilizando un gráfico tipo *box-plot*. Para determinar la existencia de diferencias significativas entre comunidades se aplicó un test no paramétrico de Kruskal Wallis y el test de Wilcoxon aplicando dichos test estadísticos por parejas de comunidades, siempre dentro del mismo tipo de muestreo.

Índice de Diversidad de Shannon- Wiener (H')

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') (Shannon, 1948) se obtuvieron con el mismo programa y función estadística que la riqueza, aunque en este caso se aplicó sobre la fórmula el logaritmo en base e (log natural). De igual manera, los resultados de la distribución de los valores de diversidad también se representaron a través del uso de un gráfico tipo *box-plot*. Finalmente, la existencia de diferencias significativas entre comunidades se abordó, al igual que para la riqueza, aplicando un test no paramétrico de Kruskal Wallis y un test de Wilcoxon por parejas.

Composición funcional

Para determinar el indicador referente a la composición funcional de las especies seleccionadas en los análisis se ha realizado una extensa búsqueda bibliográfica para poder atribuir los rasgos biológicos (*Biological Traits*, BTs) correspondientes a las especies epibentónicas características de cada hábitat. Para ello se ha tenido como referencia las características principales que identifican a las especies estructurantes del hábitat 1170 con el objetivo de obtener un índice específico para esta tipología (índice 1170) valorado en lo que respecta a posibles perturbaciones físicas sobre el fondo (abrasión, aplastamiento, extracción, vertido de dragados, etc.) ejercida por un amplio rango de presiones. Los rasgos elegidos están enumerados en la Tabla 4.2 y se utilizó una puntuación sencilla de 3 para minimizar la subjetividad de las valoraciones.

Una vez atribuidos los rasgos a las especies, se calculó el porcentaje de organismos pertenecientes a cada una de las 3 categorías, en cada una de las comunidades identificadas en cada hábitat. Estos análisis ofrecen información sobre la composición de los organismos que estructuran las comunidades, basándose en una clasificación funcional, distinta a la clásica taxonómica. De esta forma, cuando una comunidad presenta un mayor porcentaje de organismos estructurantes (componente biogénica del hábitat) que tengan puntuaciones mayores, esos deben considerarse como más sensibles a perturbaciones físicas sobre el fondo según la categorización 1170 y por lo tanto será más necesaria su protección.

4.3.4 Sensibilidad de los hábitats bentónicos

En este apartado se debe tener en cuenta que los estudios de sensibilidad y vulnerabilidad de los hábitats bentónicos relativos a la presión ejercida por determinadas actividades pesqueras se van a incluir en los informes de la Acción A4.1. En dichos informes se incluirían las estimaciones del grado de perturbación producido por las presiones de cada arte en las zonas de solapamiento y los mapas de riesgos, facilitando así la aplicación de determinadas medidas de gestión.

Tabla 4.2. Características biológicas (BTs) y modalidades utilizadas en el análisis de la composición funcional y en la sensibilidad entre los diferentes hábitats bentónicos.

Rasgo biológico	Puntuación	Categorización
Tamaño máximo	1	< 5 cm
	2	5-30 cm
	3	>30 cm
Longevidad	1	< 5 años
	2	5-10 años
	3	>10 años
Movilidad	1	Nadador
	2	Reptante
	3	Sésil
Fijación al sustrato	1	Ninguna
	2	Temporal
	3	Permanente
Posición bentónica	1	Galería/ enterramiento
	2	Superficial
	3	Emergente
Flexibilidad	1	Alta (>45°)
	2	Baja (10-45°)
	3	Ninguna(<10°)
Fragilidad	1	Cuerpo duro compacto
	2	Cuerpo blando
	3	Cuerpo frágil o ramificado
Modo de alimentación	1	Detritívoro
	2	Depredador y/o carroñero
	3	Filtrador
Crecimiento	1	Rápido (poliquetos, moluscos sin concha)
	2	Medio (crustáceos, moluscos concha, equinodermos)
	3	Lento (cnidarios sésiles con exoesqueletos, esponjas)
Bioconstrucción 3D	1	No
	2	Si (solo en vida)
	3	Si (vivo o muerto)

Los valores de sensibilidad estimados se corresponden con indicadores basados en los rasgos biológicos (BTs) relacionados la descripción de las características biológicas de

las especies de megafauna epibentónica que caracterizan cada hábitat y su respuesta a los daños físicos ejercidos sobre el fondo (abrasión, aplastamiento, arrancado, etc.), como se explico en el apartado anterior. Las puntuaciones según los BTs utilizadas para obtener estos índices de sensibilidad se muestran en la Tabla 4.2 en los que se ha valorado su categoría de acuerdo a su representatividad como especies estructurantes de los hábitats 1170 arrecifes de la DH.

El cálculo del indicador de sensibilidad por cada comunidad que ocupa un hábitat propuesto se desarrolló de la siguiente forma:

$$IS_{c30} = \sum_{i=1}^x ISSx \cdot \%Av. Biom_x$$

Donde IS_{c30} es el Índice de sensibilidad específico para la comunidad específico para la comunidad/hábitat que se está valorando.

$ISSx$ es el Índice de sensibilidad de la especie x .

$\% Av. Biom_x$ es el porcentaje del promedio de la biomasa de la especie x para la comunidad en cuestión, y su cálculo es el siguiente:

$$\%Av.Biom = \frac{Bx}{\sum_{i=1}^n B} \cdot 100$$

Para las comunidades de las que se dispone de datos de densidad de individuos, se ha procedido de igual manera, sustituyendo el término $B =$ biomasa, por el término $D =$ densidad.

El valor de estos índices 1170 puede variar entre 10 y 30, pero para facilitar una interpretación se presentan en escala porcentual y por lo tanto sus valores pueden variar entre 33 y 100. De esta forma, los valores más cercanos al 33 indican menor sensibilidad frente a presiones o impactos físicos sobre el fondo y los valores más cercanos al 100 indican mayor sensibilidad frente a dichos impactos.

El índice de sensibilidad 1170 de la comunidad así calculado, no solo tiene en cuenta la sensibilidad de las especies de la comunidad, sino que también está ponderado a su representatividad dentro del hábitat. Lo que se pretende es dar un valor ecológico a un espacio físico en función de las especies que en este espacio se encuentren, siguiendo unos criterios lógicos relacionados con la tipología de valoración del hábitat 1170. De esta forma, por ejemplo, las especies más longevas tendrán mayor valor, dado que si disminuyen (las causas pueden ser múltiples) se necesita mucho tiempo para que la función que desarrollan en la comunidad se reemplace en el ecosistema. Las especies de mayor tamaño hacen circular más materia y energía en el ecosistema; si dichas especies son sésiles, normalmente son estructurantes del hábitat 1170 y forman hábitats para otros organismos lo que aumenta los valores de biodiversidad de este espacio. Además, especies con baja tasa reproductiva cuentan con mayor dificultad para sustituir su biomasa, lo que afecta a su capacidad de recuperación.

El uso de la ponderación, en términos de una futura gestión del espacio LIC, considerando que lo que se busca es encontrar un compromiso entre la protección y un

uso sostenible del espacio, garantiza proteger el más alto porcentaje de espacio en el que se encuentren valores ambientales altos de acuerdo a su abundancia, sin mermar el uso de espacios en otras zonas, que aun teniendo especies con un alto valor ambiental (ISSx) los contengan con una menor abundancia. De esta forma se garantiza la preservación del área poniendo en foco en la presencia de especies con alto índice y se da menos valor a aquellas de distribución periférica, ganando consensos y disminuyendo los conflictos de uso dentro de las futuras ZECs.

Se ha obtenido una cartografía basada en este indicador de sensibilidad a presiones físicas sobre el fondo (índice 1170), donde se representa en una escala de colores los espacios ocupados por las comunidades en función de las puntuaciones obtenidas. Con ello se obtiene un mapa representando los distintos valores de sensibilidad, ante presiones físicas sobre el fondo, de los principales hábitats identificados en el SCA para que sirva de apoyo en la toma de decisiones a partir de una valoración relacionada con su importancia de acuerdo con las denominaciones de hábitats de interés comunitario descritos en la DH (EC 2013). Dada su fácil interpretación, esta cartografía, aparte de tener un valor indicativo a nivel científico y técnico, constituye una valiosa herramienta de divulgación de los valores ambientales del LIC.

4.3.5 Determinación del grado de conservación de los hábitats

El grado de conservación de los hábitats de interés comunitario se evaluó en base a 3 criterios, de acuerdo con el manual de interpretación del Formulario Normalizado de Datos (Fig. 4.5) de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 (MAPAMA 2018). Concretamente:

1. Grado de conservación de la estructura
2. Grado de conservación de las funciones
3. Posibilidad de restauración

Esta evaluación se ha basado en los resultados obtenidos sobre el estado ambiental y la sensibilidad calculados y en los casos en los que no se contaba con datos suficientes que permitieran un análisis cuantitativo fiable, la valoración se basó en la aplicación del "criterio experto". En consecuencia solo se presenta la información básica a partir de la cual es posible iniciar series históricas de análisis y establecer medidas de seguimiento y marcos de estudios futuros que permitan una cuantificación más precisa de los criterios de conservación.

Grado de conservación de la estructura. La valoración de este criterio se categorizó en:

1. Estructura excelente: sin signos evidentes de perturbación.
2. Estructura bien conservada: con signos de existencia de posible perturbación, pero manteniendo la estructura de hábitat biogénico y sin registros de especies claramente dañadas.
3. Estructura mediana o parcialmente degradada: con signos de existencia de posible perturbación, pero manteniendo la estructura de hábitat biogénico y con claros registros de especies dañadas.

Grado de conservación de las funciones:

1. Perspectivas excelentes: seguridad de que el hábitat mantenga su estructura y funciones en el futuro si se aplican medidas de conservación adecuadas.
2. Perspectivas buenas: media y elevada probabilidad de que el hábitat mantenga su estructura y funciones en el futuro si se aplican medidas de conservación adecuadas.
3. Perspectivas medianas o desfavorables: baja o nula probabilidad de que el hábitat mantenga su estructura y funciones en el futuro si se aplican medidas de conservación adecuadas.

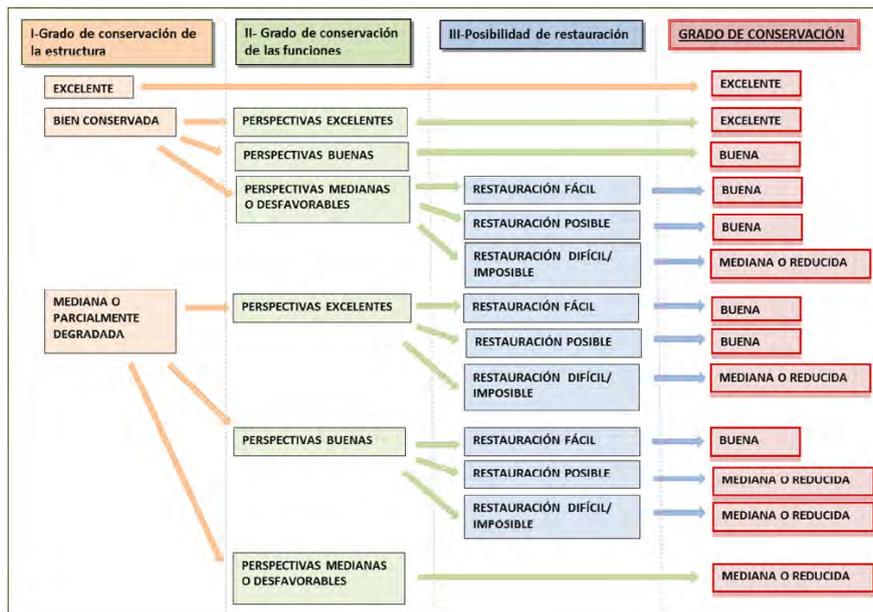


Figura 4.5. Cuadro síntesis de la categorización de los tres sub-criterios definidos en el Formulario Normalizado de Datos de RN2000 para determinar el valor del criterio “Grado de conservación” del tipo de hábitat natural de que se trate.

Posibilidad de restauración:

1. Restauración fácil: elevada probabilidad de éxito desde el punto de vista ecológico y baja relación coste-eficacia.
2. Restauración posible con un esfuerzo medio: probabilidad de éxito media desde el punto de vista ecológico y relación coste-eficacia media.
3. Restauración difícil o imposible: baja o nula probabilidad de éxito desde el punto de vista ecológico, independientemente de la relación coste-eficacia.

Finalmente, y siguiendo las indicaciones y el esquema del manual de interpretación del Formulario Normalizado de Datos de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 (MAPAMA, 2018), y basándose en los criterios antes mencionados, el grado de conservación se clasificó en:

1. Conservación excelente

2. Conservación buena
3. Conservación mediana o reducida

La implementación futura de programas continuos de monitoreo permitirá profundizar en todos estos aspectos y en definir criterios numéricos para poder evaluar más objetivamente el grado de conservación y finalmente desarrollar las medidas de gestión más adecuadas para su conservación y uso sostenible a largo plazo.

5 Resultados

Dada la enorme extensión y complejidad estructural del área de estudio, se presentan al comienzo de este capítulo los resultados obtenidos sobre la caracterización y cartografiado de los hábitats procedentes de cada una de las dos diferentes aproximaciones descritas en Metodología (hábitats de fondos sedimentarios y hábitats de fondos rocosos y cañones submarinos) de forma independiente. Esto garantiza ofrecer la resolución adecuada de cara a los criterios de gestión espacial. Posteriormente se describen los resultados obtenidos para todo el conjunto de la zona. De esta forma, los resultados de "*Inventarios de tipos de hábitats bentónicos*" (Capítulo 5.1) y la "*Distribución y cartografiado de los hábitats bentónicos*" (Capítulo 5.2) se presentan por separado cada una de las dos aproximaciones. Esto permite aportar una información lo más detallada posible y facilitara la redacción de unas medidas de gestión razonables que minimicen en lo posible las consecuencias socioeconómicas de la numerosa flota pesquera que actúa en la zona.

Para el resto de los apartados de este capítulo, y referidos ya exclusivamente solamente a los hábitats de interés comunitario, se consideran en su conjunto todos los hábitats descritos en el SCA a partir de la metodología anteriormente propuesta. Es decir:

- Hábitats vulnerables considerados en normativas y convenciones internacionales.
- Caracterización de los hábitats bentónicos de interés comunitario.
- Representatividad.
- Estado ambiental.
- Grado de conservación de los hábitats de interés comunitario.

5.1 Inventario de tipos de hábitats bentónicos

Se presentan a continuación los resultados obtenidos separados en: 1) hábitats de fondos sedimentarios y 2) hábitats de fondos rocosos y cañones submarinos.

5.1.1 Hábitats de fondos sedimentarios

Se han identificado un total 6 comunidades a partir de los sistemas de muestreo extractivos (bou de vara y arte de arrastre con puertas) en los fondos sedimentarios de plataforma y talud continental. Estas comunidades abarcan un rango batimétrico que va desde los 100 hasta los 1700 m de profundidad. Los esquemas de clasificación

jerárquica muestran un patrón de similitud equivalente de los 6 agrupamientos de estaciones tanto para las muestras del bou de vara (principalmente especies epibentónicas) como en los arrastres (principalmente especies demersales), y claramente influido por determinados rangos batimétricos que equivalen en mayor o menor medida con las principales unidades geomorfológicas que definen la zona (Fig. 5.1).

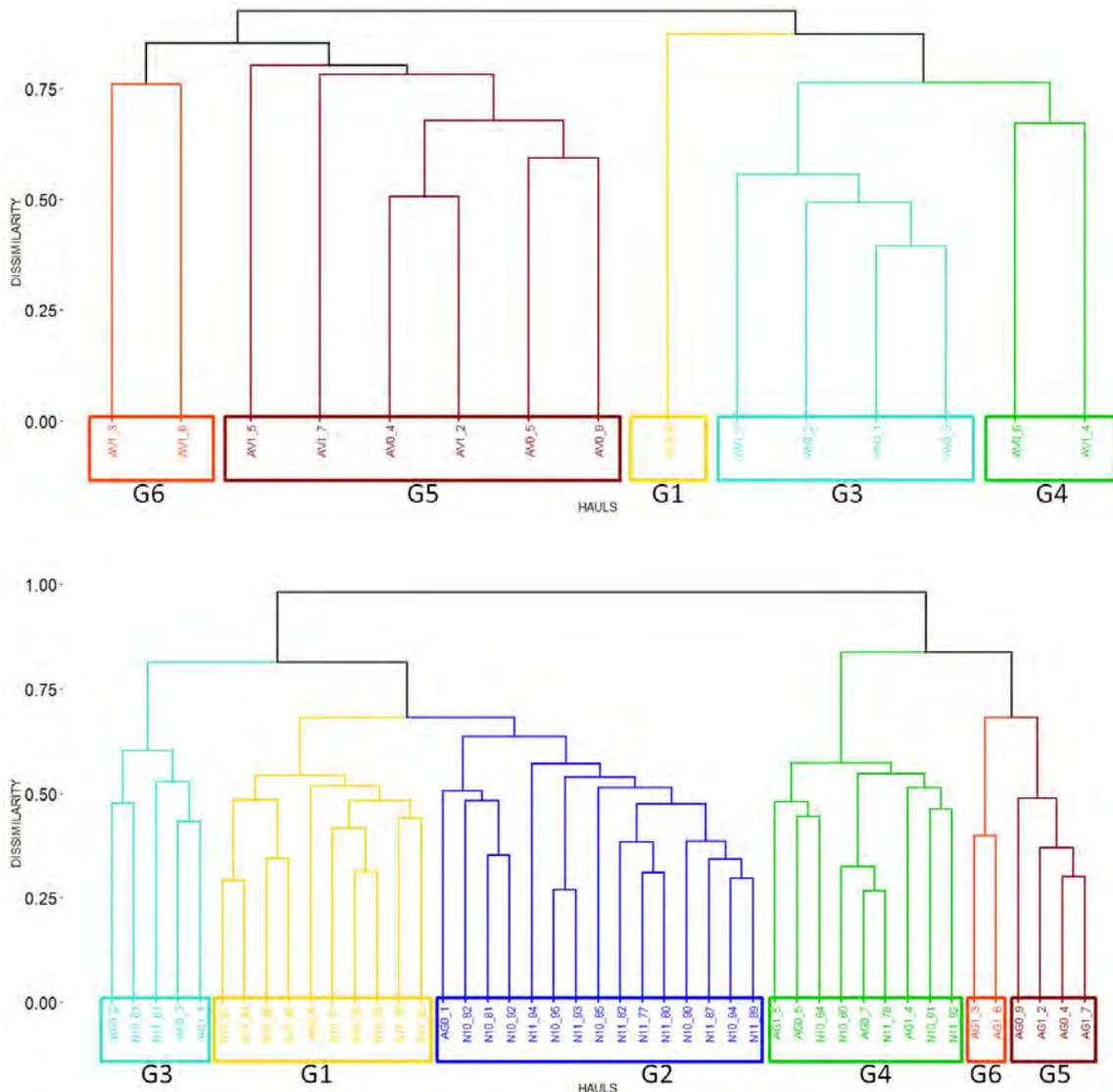


Figura 5.1. Agrupamientos de las estaciones de muestreo en fondos sedimentarios efectuadas con bou de vara (arriba) y arte de arrastre (abajo). Se utiliza el mismo código para los hábitats equivalentes de ambos tipos de muestreo.

Los análisis de CCA para estimar la dependencia ambiental de las comunidades identificadas muestran en ambos casos que el primer eje está determinado por la profundidad y por la granulometría del sedimento (inversamente correlacionadas, a menor profundidad mayor tamaño del grano), confirmando los agrupamientos

observados con el análisis de clasificación jerárquica. Mientras que el segundo eje en el caso de la fracción epibentónica (Fig. 5.2) está influido por la derivada de la batimetría (BPI grueso), lo que indica si el muestreo se ubica en sitios con resaltes o depresiones con respecto a sus alrededores, dividiendo claramente las comunidades de plataforma (con valores de BPI cercano al cero), de las de talud (con valores muy altos en el borde continental por el cambio de pendiente). En el caso de las comunidades demersales la variable más importante en el segundo eje fue la salinidad (pierde importancia el BPI grueso, resultado esperable teniendo en cuenta la mayor movilidad de las especies consideradas). En el caso de las comunidades epibentónicas, la varianza explicada fue del 70.8% con ambos ejes significativos (43.7% de la "constrained inertia") y en las comunidades demersales la varianza explicada fue del 50.6%, igualmente con ambos ejes significativos (50.9% de la "constrained inertia").

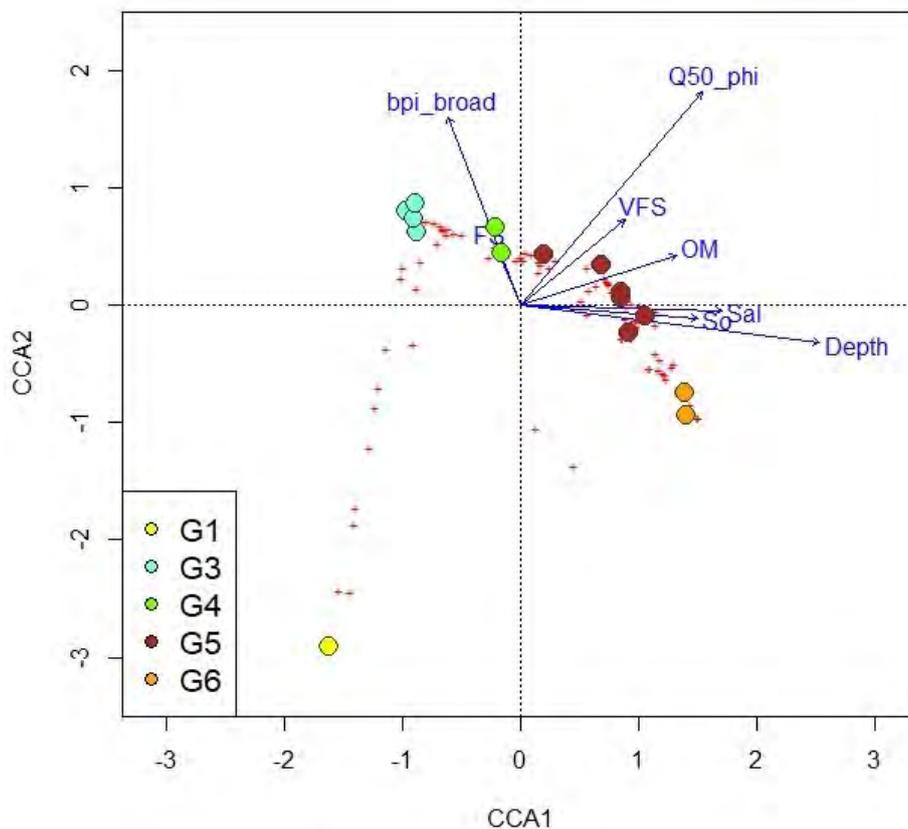


Figura 5.2. Análisis Canónicos de Correspondencias (CCA) para las comunidades epibentónicas (muestreos con bou de vara) en relación a las variables ambientales (flechas). Las estaciones de muestreo de cada agrupamiento se representan con círculos codificados según la Fig. 5.1.

El análisis SIMPER permitió identificar las especies principales de cada una de las comunidades que definen estos 6 agrupamientos de las muestras y el CCA nos permitió conocer las principales variables ambientales utilizadas que explican su presencia en la zona y caracterizan la componente abiótica de los hábitats. A modo de resumen, los hábitats identificados son:

G1. Arenas gruesas circalitorales con *Gracilechinus acutus*: Esta comunidad habita la zona de plataforma media y externa (100 - 150 m). Las especies más abundantes de la fracción epibentónica son los equinodermos *Gracilechinus acutus* (erizo), *Marthasterias glacialis* (estrella) y *Parastichopus regalis* (holoturia o cohombro de mar) y el molusco *Astarte sulcata* (bivalvo). Mientras que los de la fracción demersal fueron el elasmobranquio *Scyliorhinus canicula* (pintarroja), seguido por dos especies de peces planos de importancia comercial, como son los gallos *Lepidorhombus boscii* y *Lepidorhombus whiffiagonis*. Esta comunidad está muy alterada, debido principalmente a las actividades de la flota de arrastre con puertas (ver Fig. 3.5), desapareciendo las especies sésiles y favoreciendo a las especies oportunistas y con altas tasas de natalidad. La comunidad muestra preferencias por zonas aplaceradas de la plataforma continental media (BPI bajo) con arenas más gruesas y escaso contenido de materia orgánica (Tabla 5.1 y Fig. 5.2).

G2. Arenas finas circalitorales y batiales con *Munida sarsi*: Esta comunidad se corresponde con la zona de plataforma externa (150 - 300 m). La especie epibentónica más significativa es el crustáceo *Munida sarsi* (cangrejo sastre), mientras que los organismos demersales más importantes en términos de biomasa fueron: *L. boscii*, *S. canicula* y *Eledone cirrhosa* (pulpo blanco). Las especies acompañantes comprendían muchos crustáceos decápodos y algunos moluscos (Modica et al., 2022). Al igual que la anterior, esta comunidad está muy alterada debido principalmente a las actividades de la flota de arrastre con puertas (ver Fig. 3.5) y muestra afinidad por zonas aplaceradas de la plataforma externa con sedimentos de arenas medias y finas y escasa acumulación de materia orgánica (Tabla 5.1 y Fig. 5.3).

G3. Arenas finas batiales con *Ophiura ophiura*: Esta comunidad se sitúa en el borde continental y plataforma marginal del Canto Nuevo (300-400 m). Las especies epibentónicas más importantes fueron el equinodermo *Ophiura ophiura* (ofiura) y el crustáceo *M. sarsi* mientras que en la fracción demersal destacaron: *Coelorinchus caelorhincus* (pez rata), el gallo *L. boscii* y el elasmobranquio *Galeus melastomus* (olayo o tiburón bocanegra). Esta comunidad está muy alterada debido principalmente a las actividades de la flota de arrastre, principalmente las parejas dirigidas a la bacaladilla (ver Fig. 3.5). Se localiza principalmente en el comienzo del borde continental (máximos valores de BPI, además de mostrar afinidad por sedimentos finos y muy finos (Tabla 5.1 y Fig. 5.2).

G4. Arenas finas batiales dominadas por Hormathiidae (*Actinauge richardi*): Esta comunidad se sitúa en el comienzo del talud continental (500-700 m). La especie epibentónica más significativa es la anemona *Actinauge richardi*, acompañada de otras especies de crustáceos y algunos moluscos. Entre las especies demersales destacan el olayo (*G. melastomus*), la locha (*Phycis blennoides*) y la quimera (*Chimaera monstrosa*), esta última incluida en la lista roja de la IUCN como especie vulnerable. Esta comunidad muestra una afinidad por el comienzo del talud continental con fondos de gran pendiente (BPI medio-alto), con altos valores de Q50-phy que indican transporte sedimentario de elevada energía derivado de las corrientes de talud (Tabla 5.1 y Fig. 5.2).

G5. Fondos sedimentarios batiales no fangosos con erizos de cuero (*Araeosoma fenestratum* y/o *Phormosoma placenta*): Este agrupamiento se sitúa en el talud continental, entre 700 y 1100 m de profundidad. Las especies epibentónicas más representativas fueron los erizos de cuero (*Phormosoma placenta* y *Araeosoma fenestratum*), junto con otros equinodermos (*Nymphaster arenatus* y *Psilaster andromeda*). Las especies demersales más abundantes fueron dos peces de profundidad (*Trachyrincus scabrus* y *Alepocephalus rostratus*). Esta comunidad ocupa fondos con valores mayores de salinidad, debido a la presencia de la MOW (Fig. 3.3), materia orgánica en el sedimento y arenas muy finas (Tabla 5.1 y Fig. 5.2).

G6. Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*: Este agrupamiento se sitúa en las zonas de menor pendiente, a modo de terrazas, del talud continental, entre 1200 y 1500 m de profundidad. Está caracterizado por las esponjas nido *Pheronema carpenteri* que representa el 90% de la biomasa de este grupo, acompañado por el equinodermo *Zoroaster fulgens*. Entre las especies demersales encontramos dos peces de profundidad de la familia *Alepocephalidae* y *C. monstrosa*. Esta comunidad aparece en fondos de fangos de las zonas más profundas del muestreo con mayor contenido de materia orgánica (Tabla 5.1 y Fig. 5.2).

Tabla 5.1. Grupos de comunidades bentónicas identificados en los fondos sedimentarios, sus características principales y hábitat al que representan.

ID grupo	N lances	Especies típicas de la comunidad	Profund. min-max	Tipo de fondo	Hábitat bentónico
G1	11	<i>Gracilechinus acutus</i> <i>Marthasterias glacialis</i> <i>Parastichopus regalis</i> <i>Astarte sulcata</i>	100-150	Arenas gruesas	Arenas gruesas circalitorales con <i>Gracilechinus acutus</i>
G2	15	<i>Munida sarsi</i> <i>Eledone cirrhosa</i>	150-300	Arenas medias y finas	Arenas finas circalitorales y batiales con <i>Munida sarsi</i>
G3	9	<i>Ophiura ophiura</i> <i>Munida sarsi</i>	300-400	Arenas finas y muy finas	Arenas finas batiales con <i>Ophiura ophiura</i>
G4	11	<i>Actinauge richardi</i> <i>Colus gracilis</i>	500-700	Arenas finas y muy finas	Arenas finas batiales dominadas por Hormathiidae (<i>Actinauge richardi</i>)
G5	10	<i>Phormosoma placenta</i> <i>Araeosoma fenestratum</i> <i>Nymphaster arenatus</i> <i>Psilaster andromeda</i>	700-1100	Arenas muy finas	Fondos sedimentarios batiales no fangosos con erizos de cuero (<i>Araeosoma fenestratum</i> y/o <i>Phormosoma placenta</i>)
G6	4	<i>Pheronema carpenteri</i> <i>Zoroaster fulgens</i>	1200-1500	Arenas muy finas y fangos	Fangos batiales con <i>Pheronema carpenteri</i>

En la Fig. 5.3 se muestran imágenes sobre el aspecto general de los seis hábitats sedimentarios identificados en el LIC SCA. Se pueden observar las marcas de arrastre en la Fig. 5.3C y la fuerte pendiente del talud (Fig. 5.3E).

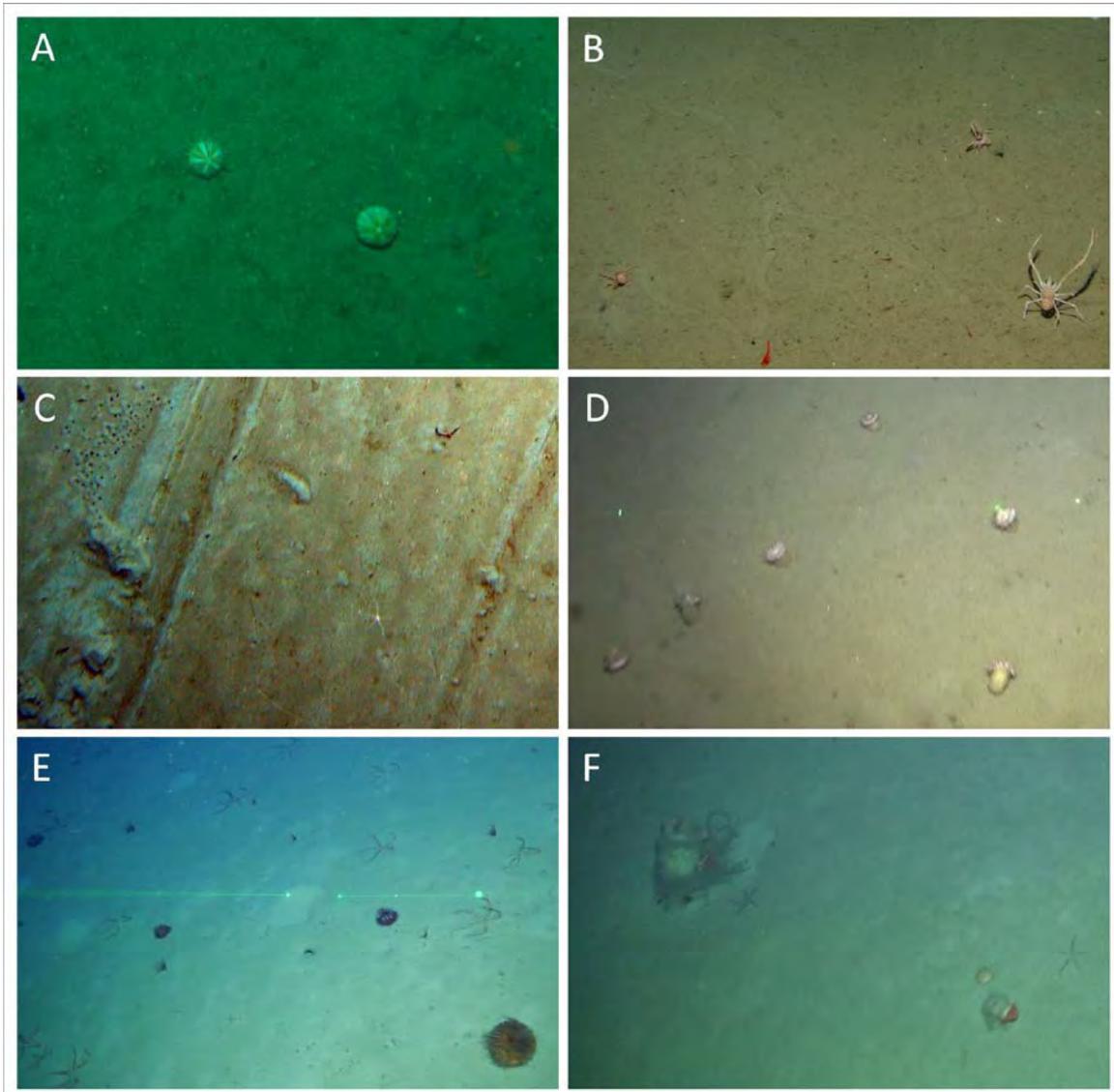


Figura 5.3. Fotografías representativas de los principales hábitats de fondos sedimentarios del SCA: A) Arenas gruesas circalitorales con *Gracilechinus acutus*; B) Arenas finas circalitorales y batiales con *Munida sarsi*; C) Arenas finas batiales con *Ophiura ophiura*; D) Arenas finas batiales dominadas por Hormathiidae (*Actinauge richardi*); E) Fondos sedimentarios batiales no fangosos con erizos de cuero (*Araeosoma fenestratum* y/o *Phormosoma placenta*) y F) Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*.

5.1.2 Hábitats de los fondos rocosos de plataforma y cañones submarinos

Se han identificado un total 12 comunidades epibentónicas a partir de los análisis de los transectos de imágenes en fondos rocosos de la plataforma continental y cañones submarinos, distribuidas desde los 100 hasta los 1800 m de profundidad. Debido a la gran heterogeneidad y fraccionamiento de los hábitats (microhábitats) observada durante estos transectos, en el caso de los hábitats de la plataforma continental rocosa, se realizó un estudio de detalle en alta resolución espacial (10 m) en el que se identificaron 4 comunidades diferentes en la zona circalitoral y una en la batial. En la figura 5.4 se observa que la comunidad más diferenciada es la GR2, que está caracterizada por estar situada a una profundidad mayor de 300 m, ya en fondos rocosos batiales. En cuanto a las comunidades del circalitoral rocoso, a efectos prácticos de este informe de asesoramiento, se han integrado para la cartografía en un solo hábitat (GR1), ya que la asociación de las principales especies estructurantes de los mismos, *Phakellia ventilabrum* (esponja de copa) y *Dendrophyllia cornigera* (coral amarillo), son características de todos ellos (Rodríguez-Basalo et al., 2022).

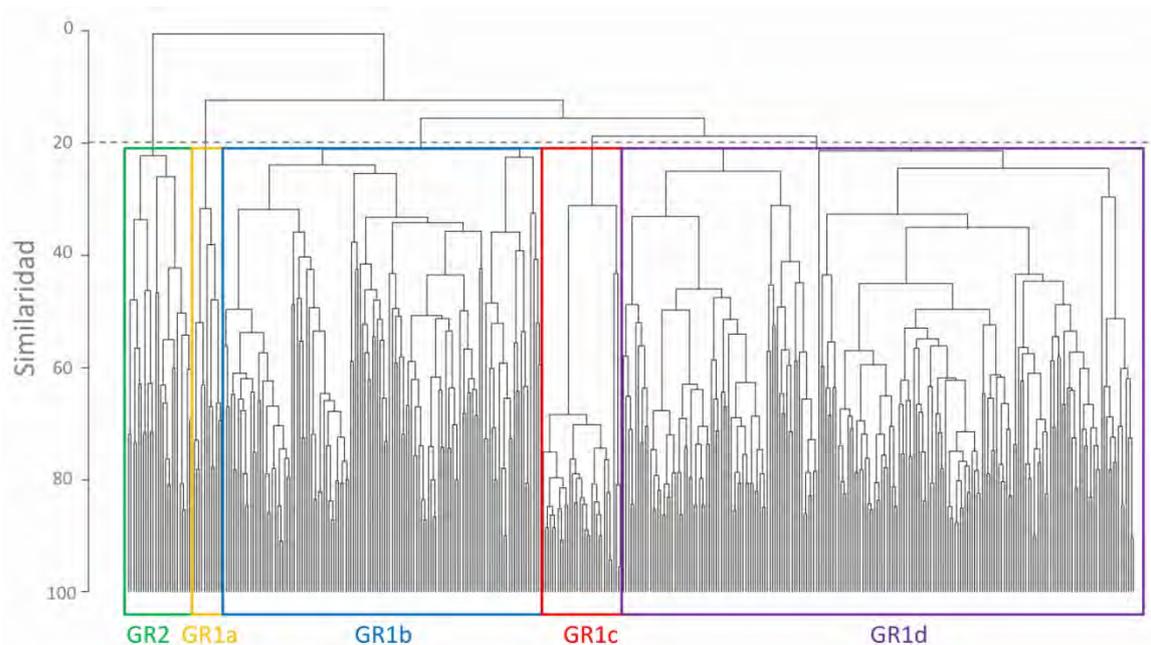


Figura 5.4. Agrupamientos de las unidades de muestreo de los fondos rocosos de plataforma y talud. El grupo GR2 se corresponde con los fondos batiales rocosos con *Asconema setubalense*. Por razones prácticas de este informe de asesoramiento todos los GR1 se integran en uno solo, estructurado por el coral amarillo y la esponja de copa. Mas detalles en Rodríguez-Basalo et al., 2022.

La Figura 5.5 muestra la contribución de las variables ambientales en la formación de las distintas comunidades de los fondos rocosos de plataforma y talud. Encontramos dos grandes grupos, el GR1 (todos los sub-grupos) correspondiente a la zona circalitoral, y el GR2, de la zona batial, más profunda. El análisis multivariante confirma

que la profundidad es el componente diferenciador más importante entre estos dos grandes grupos.

Dentro de la zona circalitoral, la mayor reflectividad, pendiente, y BPI de los resaltes favorecen el asentamiento de unas comunidades (GR1b y GR1c), mientras que los cantos y fragmentos rocosos de zonas más aplaceradas favorecen el asentamiento de otras comunidades (GR1a y GR1d), aunque siempre con altas densidades de *P. ventilabrum* y *D. cornigera*. A efectos prácticos de este informe se agruparan todas en GR1.

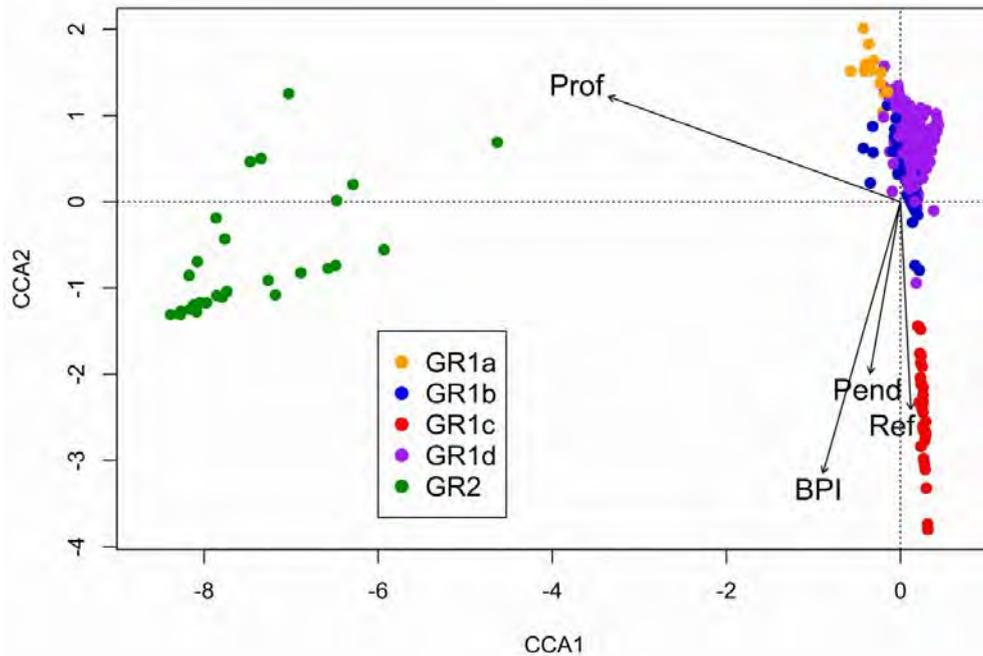


Figura 5.5. Análisis Canónicos de Correspondencias (CCA) para las comunidades epibentónicas de fondos rocosos de plataforma y talud en relación a las variables ambientales (flechas). Las estaciones de muestreo de cada agrupamiento se representan codificadas según la Fig. 5.4.

En el caso de los cañones submarinos, y para evitar proyecciones poco realistas en los modelos (como ya se explicó en el apartado de metodología), se presentan los resultados en dos zonas separadas (Figura 4.3). En el caso de la Zona 1 (cañón de Avilés), el esquema de clasificación jerárquica muestra 7 principales agrupamientos de estaciones considerando un nivel menor al 18% de similitud entre ellas (Figura 5.6). Sin embargo, y a efectos prácticos de este informe de asesoramiento dirigido a gestión, se realizará una integración de alguno de ellos para facilitar el cartografiado, concretamente el GC6a y GC6b (arrecife de corales profundos). En el caso de la Zona 2 (cañones de El Corbiro y La Gaviera y el afloramiento rocoso Agudo de Fuera) aparecen también 7 principales agrupamientos (Fig. 5.7) de los cuales cuatro son coincidentes con los del Cañón de Avilés en lo que se refiere a sus especies estructurantes (GC1, GC2, GC3 y GC6). En el caso del GC2, que se corresponde a fondos rocosos con agregaciones de esponjas, en el cañón de El Corbiro aparece un hábitat muy particular en donde las esponjas litísticas son la principal especie estructurante (GC2b) aunque para efectos de este informe, su distribución espacial se integrara en el GC2. Hay que destacar también

que en esta zona existen tres tipos de arrecifes de corales profundos que a efectos prácticos de cartografía y gestión se integraran en el GC6.

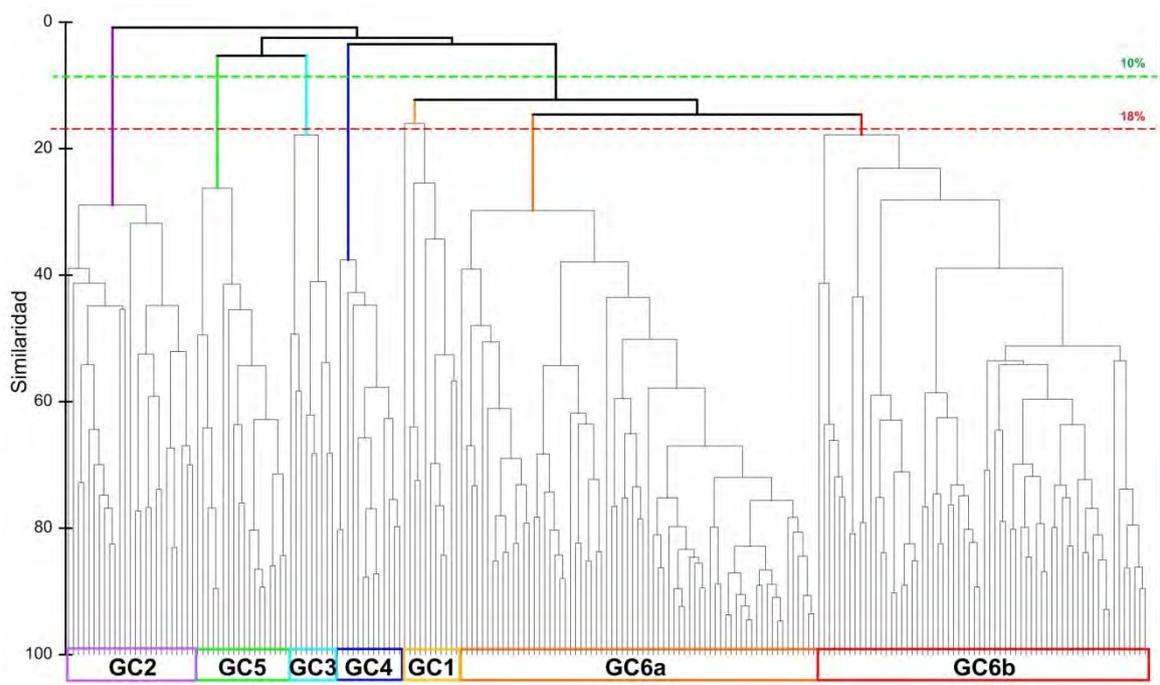


Figura 5.6. Agrupamientos de las unidades de muestreo en la Zona 1 (cañón de Avilés).

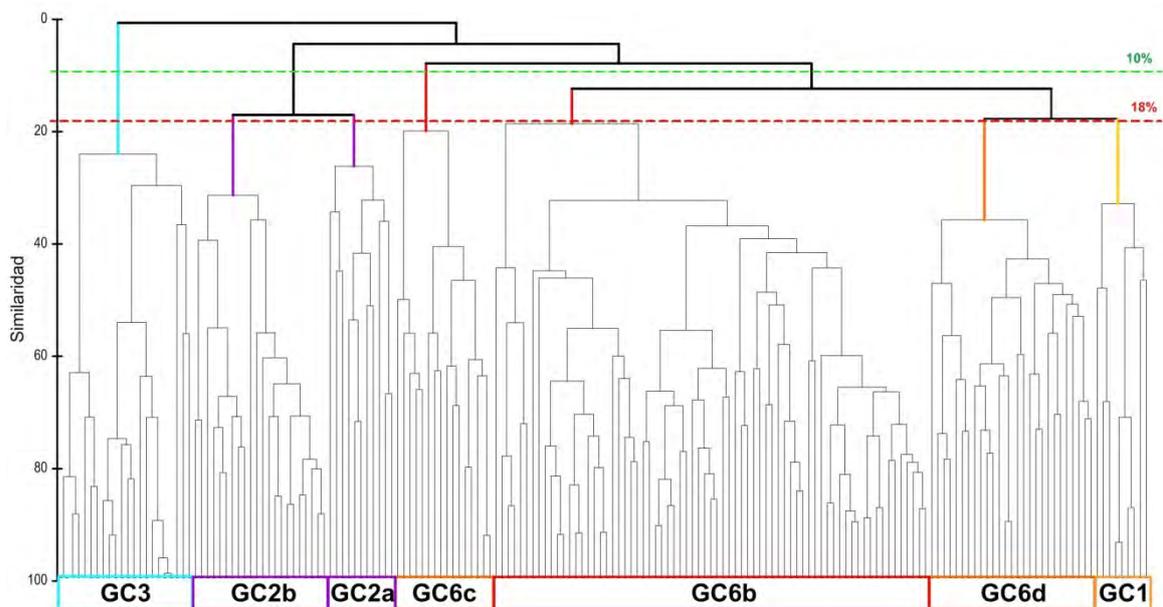


Figura 5.7. Agrupamientos de las unidades de muestreo en la Zona 2 (cañones de El Corbiro y La Gavieta y afloramiento rocoso Agudo de Fuera).

Los resultados de los análisis multivariantes para los cañones submarinos (Figura 5.8), muestran la profundidad como variable más importante en el eje 1, acompañada del BPI grueso y de la componente Este en el caso del cañón de Avilés. En el eje 2, es la

reflectividad, junto con la curvatura en la zona 1 y el BPI grueso en la 2, las variables que más contribuyen a la segregación de las distintas comunidades. A grandes rasgos podemos afirmar que el grupo de las agregaciones de esponjas (GC2) representa a la comunidad caracterizada por localizarse a una menor profundidad, y el representado por las especies *Acanthogorgia armata* y *Thouarella grasshoffi* (GC4) a la de mayor profundidad. El grupo GC3, representado por la especie *Kophobelemnion stelliferum*, está favorecido por valores elevados de BPI grueso en los cañones de El Corbiro y La Gaviera. En cuanto a los grupos que representan el arrecife de coral, están situados principalmente en la parte central de los ejes, pero se aprecia una clara segregación en la zona 2 en la que el arrecife de coral con *Phelliactis* está situado en fondos de orientación este y mayor reflectividad, y el arrecife con *Aphrocallistes* se encuentra en fondos más profundos y blandos y con valores más altos de BPI.

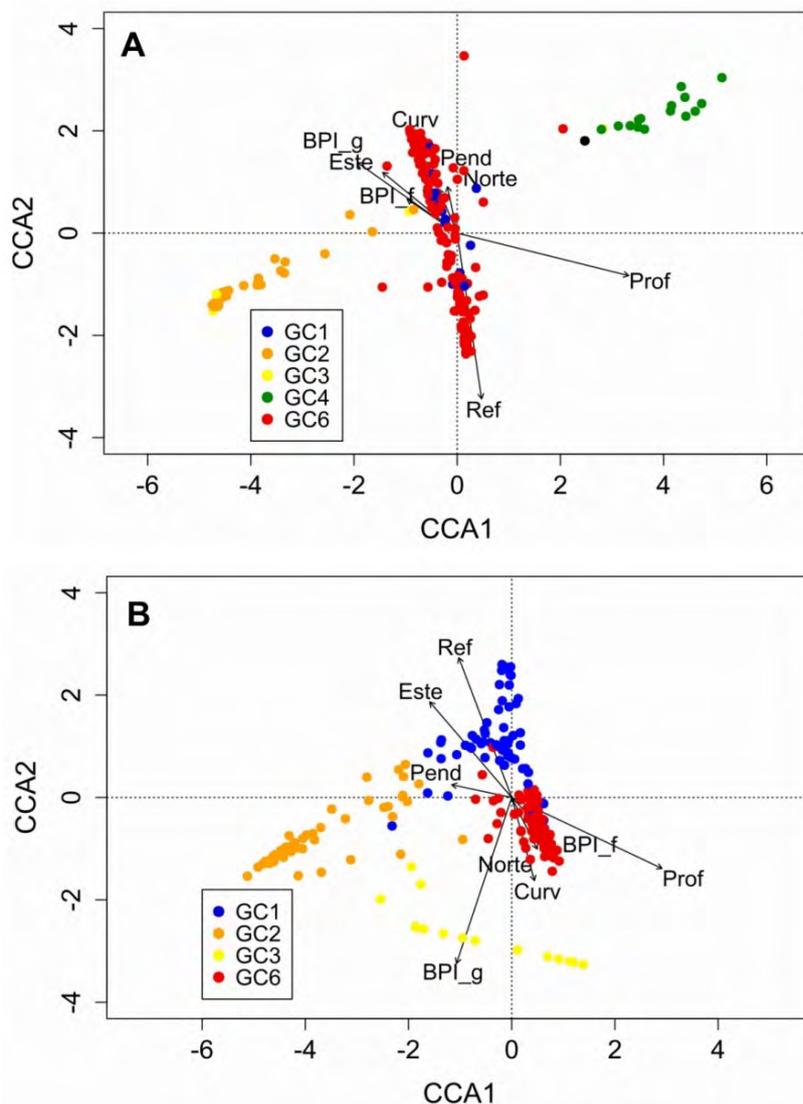


Figura 5.8. Análisis Canónico de Correspondencias (CCA) para las comunidades epibentónicas en relación a las variables ambientales (flechas). A) Zona 1 Cañón de Avilés; B) Zona 2 Cañones de El Corbiro y La Gaviera. Las estaciones de muestreo de cada agrupamiento se representan con círculos codificados según la Fig. 5.6 y 5.7.

A modo de resumen, los principales hábitats identificados en los fondos rocosos y cañones submarinos, partiendo de las comunidades que los ocupan son:

GR1. Roca circalitoral con *Dendrophyllia cornigera* y *Phakellia ventilabrum*: Presente en toda la zona circalitoral rocosa de la plataforma continental situada entre las cabeceras de los tres cañones submarinos, en profundidades entre 90 y 200 m. Las especies estructurantes son principalmente el coral amarillo (*D. cornigera*) y la esponja de copa (*P. ventilabrum*), si bien y dependiendo del grado de pendiente del fondo y de su cobertura sedimentaria pueden estar acompañadas por distintas especies (Prado et al., 2020; Rodríguez-Basalo et al., 2022). Es de destacar la presencia de ofiuroideos del género *Ophiotrix* y de *Ofiocomina nigra* en zonas de alta reflectividad y BPI de los resaltes rocosos en la comunidad GR1c, y la de la ostra de profundidad *Neopycnodonte cochlear* en áreas más aplaceradas con abundancia de fragmentos de roca y sedimento en la comunidad GR1a (Figs. 5.4 y 5.5).

GR2. Roca batial con grandes esponjas hexactinélidas (*Asconema setubalense*): Es un hábitat muy particular en una zona concreta (caladero Mar de Mares), que se sitúa sobre fondos rocosos batiales con la gran esponja hexactinélida *A. setubalense* como especie más representativa (Fig. 5.9B). Está acompañada principalmente por el antipatario *Antipathes dichotoma*, además de por otras especies de esponjas como *Stylocordyla pellita* y *Geodia barretti*.

GC2. Roca batial con agregaciones de esponjas: Son zonas rocosas en resalte o bloques, en profundidades entre 200 y 600 m en donde se fijan diversas especies de esponjas, siendo las más abundantes *Pachastrella* spp., *Phakellia robusta* y *Geodia barretti* (Fig. 5.9C). En la cabecera del Cañón de El Corbiro existe una zona rocosa de gran pendiente, limpia de sedimentos, en donde existe una alta densidad de la esponja litístida *Neoschrammeniella* aff. *bowerbankii* (Ríos et al., 2020) junto con las anteriores esponjas citadas (Fig. 5.9D). Se corresponde con el agrupamiento GC2b de la Figura 5.7.

GC3. Fangos batiales con dominancia de *Kophobelemnon stelliferum*: Se sitúa sobre fondos muy profundos (400-1700 m) de arenas muy finas y fangos cuya especie típica es el cnidario *Kophobelemnon stelliferum* y que suele estar acompañado por *Funiculina quadrangularis*, el crinoide *Pentametrocrinus atlanticus*, la estrella *Hymenodiscus coronata* y la *Pennatula* spp. (Fig. 5.9E).

GC5. Fangos batiales con foraminíferos (*Syringammina*): Fondos muy profundos del cañón de Avilés (1200-1600 m), fangosos o de arenas muy finas, con la presencia del foraminífero unicelular *Syringammina* aff. *fragilissima*. En estos fondos suele estar acompañado por *Kophobelemnon stelliferum* y la esponja carnívora *Chondrocladia* (*Chondrocladia*) *robertballardi* (Fig. 5.9F).

GC1. Arrecife de coral con *Phelliactis*: Se corresponde a las zonas periféricas del arrecife de coral, en zonas degradadas y con bastante carga sedimentaria, o en los ejes de los cañones (particularmente en El Corbiro), en donde las colonias de las especies estructurantes, *L. pertusa* y *Madrepora oculata* se encuentran principalmente aisladas sin formar arrecife propiamente dicho (Fig. 5.10A). La anemona *Phelliactis hertwigi* se fija sobre ramas de coral muerto (*dead coral framework*), bioclastos o afloramientos rocosos, alcanzando a veces grandes densidades.

GC6. Arrecife de corales profundos de *Lophellia pertusa* y/o *Madrepora oculata*: Se corresponde con el característico arrecife de corales de aguas frías del Atlántico, estructurado por los cnidarios *L. pertusa* (actualmente clasificado como *Desmophyllum pertusum*) y *M. oculata*, que aportan su estructura biogénica tridimensional, aunque la presencia de corales muertos (*dead coral framework*) es mayoritaria en la zona (Prado et al., 2021a). Se encuentra en profundidades entre 600 y 1200 m con diversas tipologías de especies bentónicas que habitan en el arrecife, dependiendo del cañón y su dinámica sedimentaria, pero a efectos prácticos de este informe no se cartografían por separado debido a que su distribución está muy fraccionada, agrupándolos a todos ellos como “arrecife de corales profundos”. El arrecife menos degradado y con mayor número de colonias vivas se caracteriza por la presencia de la esponja hexactinélida *Aphrocallistes beatrix* y los corales negros *Leiopathes glaberrima*, *Parantipathes hirondelle* y *Stychoopathes* sp. y la gorgonia *Acanthogorgia armata*. Son los grupos GC6b y GC6c de las Figs. 5.6 y 5.7. En el cañón de Avilés, y en profundidades entre 600 y 1000 m de gran pendiente y con gran aporte sedimentario, aparece sobre el arrecife una densa concentración de las estrellas brisíngidas *Brisinga endecacnemos* y *Novodina pandina* (grupo GC6a de la Fig. 5.6; Fig. 5.10B). En el borde del arrecife, ya con poca densidad de especies estructurantes y fondos predominantemente sedimentarios del eje del cañón submarino de La Gaviera, aparece entre colonias sueltas de *L. pertusa* el antipatario *Parantipathes hirondelle* y un cnidario de la familia Nephtheidae actualmente en estudio (grupo GC6d de la Figura 5.7; Fig. 5.10E).

GC4. Roca batial colmatada de sedimentos con *Acanthogorgia* y *Thouarella* (solo Zona 1): Fondos muy profundos del cañón de Avilés (> 1650 m) en donde las rocas están colmatadas de sedimentos fangosos o arenas muy finas. Las especies características son la gorgonia *Acanthogorgia armata* y *Thouarella* (*Euthouarella*) *grasshoffi* que se asientan sobre las rocas aflorantes (Fig. 5.10F).

En la Tabla 5.2 se resumen las características de estos hábitats y en las Figs. 5.9 y 5.10 se muestran imágenes del aspecto general de los distintos hábitats identificados en la plataforma circalitoral rocosa y cañones submarinos del LIC SCA.

Tabla 5.2. Grupos de comunidades bentónicas identificados en los fondos rocosos de la plataforma continental y los tres cañones submarinos, sus características principales y hábitat al que representan. St: Unidades de muestreo.

ID	St	Especies típicas de la comunidad	Profund. min - max	Tipo de fondo	Hábitat bentónico
GR1	384	<i>Dendrophyllia cornígera</i> <i>Phakellia ventilabrum</i>	100-200	Roca	Roca circalitoral con <i>Dendrophyllia cornígera</i> y <i>Phakellia ventilabrum</i>
GR2	27	<i>Asconema setubalense</i> <i>Antipathes dichotoma</i>	200-400	Roca	Roca batial con grandes esponjas hexactinélidas (<i>Asconema setubalense</i>)
GC1	20	<i>Lophelia pertusa</i> <i>Phelliactis hertwigi</i> <i>Madrepora oculata</i>	700-1000	Arrecife	Arrecife de coral con <i>Phelliactis</i>
GC2a	36	<i>Pachastrella</i> spp. <i>Phakellia robusta</i> <i>Geodia barreti</i>	200-500	Roca	Roca batial con agregaciones de esponjas
GC2b	22	<i>Pachastrella</i> spp. <i>Neoschrammeniella</i> aff. <i>bowerbankii</i> <i>Phakellia robusta</i>	450-639	Roca	Roca batial con esponjas litistidas
GC3	31	<i>Kophobelemnon stelliferum</i> <i>Funiculina quadrangularis</i> <i>Pennatula</i> sp.	400-1700	Fango Arenas muy finas	Fangos batiales con dominancia de <i>Kophobelemnon stelliferum</i>
GC4	13	<i>Acanthogorgia armata</i> <i>Touarella (Euthouarella) grasshoffi</i>	1650-1760	Arenas muy finas	Roca batial colmatada de sedimentos con <i>Acanthogorgia</i> y <i>Touarella</i>
GC5	18	<i>Syringamina</i> aff. <i>fragilissima</i> <i>Stychoathes</i> sp. <i>Kophobelemnon stelliferum</i>	1200-1600	Fango	Fangos batiales con foraminíferos (<i>Syringamina</i>)
GC6a	69	<i>Brisinga endecacnemos</i> <i>Madrepora oculata</i> <i>Lophelia pertusa</i> <i>Phelliactis hertwigi</i>	628-1000	Arrecife	Arrecife de corales profundos con estrellas brisingidas
GC6b	135	<i>Madrepora oculata</i> <i>Lophellia pertusa</i> <i>Aphrocallistes beatrix</i>	328-1180	Arrecife	Arrecife de corales profundos con <i>Aphrocallistes</i>
GC6c	16	<i>Madrepora oculata</i> <i>Lophellia pertusa</i> <i>Leiopathes</i> sp. <i>Acanthogorgia armata</i>	475-1150	Arrecife	Arrecife de corales profundos con <i>Leiopathes</i> y <i>Acanthogorgia</i>
GC6d	27	<i>Parantipathes hirondelle</i> <i>Lophellia pertusa</i> <i>Nephtidae</i> indet.	633-830	Arrecife	Arrecife de corales profundos con <i>Parantipathes</i>

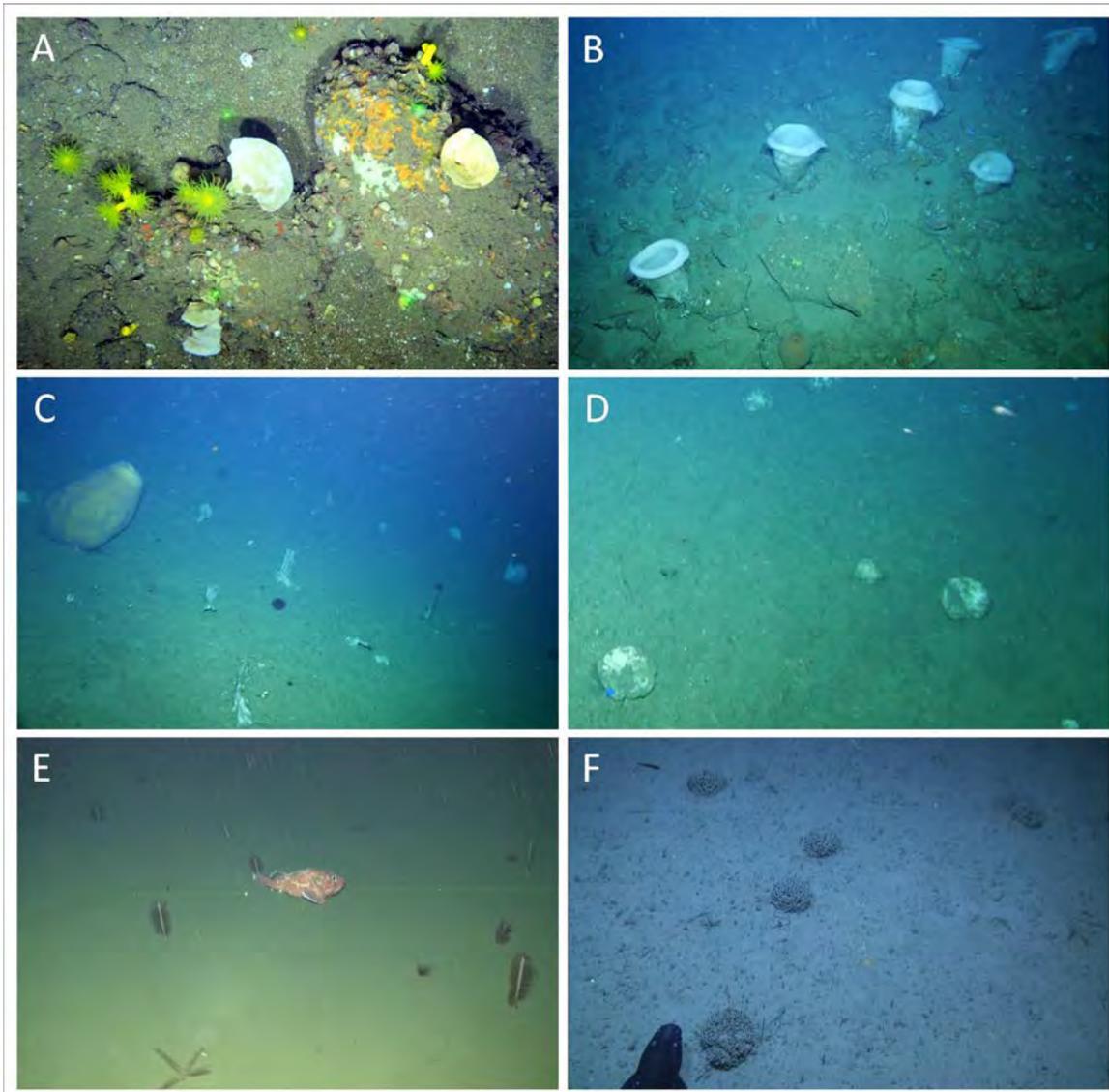


Figura 5.9. Fotografías representativas de los principales hábitats de fondos duros identificados en el SCA: A) Fondos rocosos circalitorales con *Dendrophyllia cornígera* y *Phakellia ventilabrum*, B) Roca batial con *Asconema setubalense*, C) Fondos rocosos profundos con esponjas, D) Fondos rocosos profundos con la esponja litistida *Neoschrammeniella* aff. *bowerbankii*, E) Fangos batiales con dominancia de *Kophobelemnnon stelliferum* y F) Fangos batiales con foraminíferos (*Syringamina*).

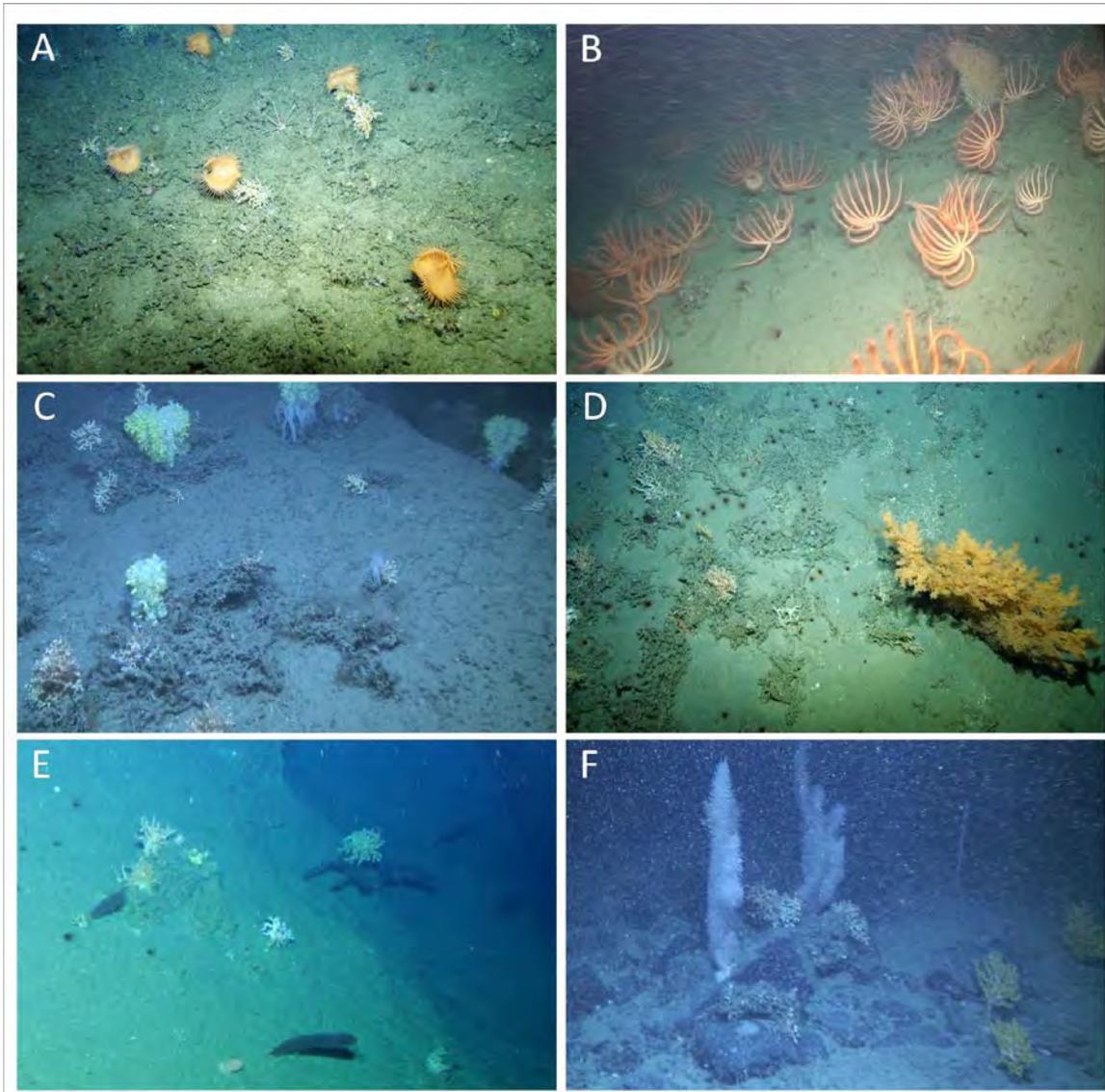


Figura 5.10. Fotografías representativas de los principales hábitats encuadrados en los arrecifes de corales de aguas profundas: A) Arrecife de coral con *Phelliactis hertwigi* (las anemonas se fijan sobre el coral muerto compactado); B) Arrecife de coral con estrellas brisíngidas, (en zonas con mucho aporte sedimentario sobre el coral del cañón de Avilés); C) Arrecife de coral con *Aphrocallistes beatrix*; D) Arrecife de coral con *Leiopathes* y *Acanthogorgia*, E) Arrecife de coral con *Parantipathes* y F) Roca batial colmatada de sedimentos con *Acanthogorgia* y *Touarella*.

5.2 Distribución y cartografiado de los hábitats bentónicos

Se presentan a continuación los resultados de la distribución potencial de los diferentes hábitats bentónicos identificados.

5.2.1 Distribución y cartografiado de los hábitats bentónicos de fondos sedimentarios

Los hábitats de fondos sedimentarios cubren la mayor parte de la superficie del LIC ocupando un rango batimétrico muy amplio de la superficie estudiada (100-1500 m). En la región de la plataforma continental distinguimos dos zonas principales, una al oeste y la otra ubicada al este del cabo de Peñas. En la zona al oeste del cabo de Peñas se encuentra, en su mayoría, el hábitat G1 "Arenas gruesas circalitorales con *Gracilechinus acutus*" (Fig. 5.11; Tabla 5.3), aunque muestre algún enclave en la zona este, en áreas de sedimentos más gruesos y mayor hidrodinamismo (ver ondas de sedimento en Fig. 3.2). En la plataforma continental con recubrimiento sedimentario ubicada al este del Cabo de Peñas, y algún enclave en la zona oeste en fondos de arenas más finas y cercanas al borde la plataforma, aparece el hábitat G2 "Arenas finas circalitorales con *M. sarsi*" (Fig. 5.11; Tabla 5.1). El crustáceo *M. sarsi* es capaz de enterrarse algunos centímetros en el sedimento. Los factores, que parecen influir la distribución de los organismos típicos de este hábitat, son la profundidad unida con valores de granulometría inferiores que los de la mayor parte del área al oeste del cabo de Peñas, y valores de BPI ligeramente mayores con respecto a la otra comunidad de plataforma, ya que una mayoría de ellos se ubica en una zona próxima al borde continental.

La zona de plataforma marginal, denominada el Canto Nuevo (Figura 3.1) es la zona ocupada principalmente por el hábitat "Arenas finas batiales con *Ophiura ophiura*" (Fig. 5.11 y Tabla 5.1). La ofiura, que presenta cierta capacidad de movilidad sobre los fondos, aparece junto con *M. sarsi* como especie acompañante de mayor importancia. La presencia de este grupo en esta área tan concreta se debe a unas condiciones especiales, de hecho esta plataforma marginal es un resalte con respecto a los elementos geomorfológicos de su entorno.

En el comienzo del talud continental encontramos una franja batimétrica con sedimentos finos, acotada entre los 600 y 700 m de profundidad, que define la distribución del hábitat "Arenas finas batiales dominadas por Hormathiidae (*Actinauge richardi*)" (Fig. 5.11). En este fondo sedimentario sub-horizontal, la comunidad muestra afinidad por valores relativamente menores de BPIs (zonas más aplaceradas dentro del talud), y un contenido en los sedimentos de materia orgánica (MO) mayor que las que caracterizan el hábitat G3 (aunque el tamaño medio del grano sea prácticamente igual). Este desmarque entre la granulometría y el mayor contenido de materia orgánica, a pesar de no existir diferencias significativas en la granulometría con la zona somera más próxima, indica la presencia de zonas un poco más aplaceradas dentro del escarpe continental con movimientos deposicionales de baja energía que favorecen la presencia de organismos sésiles como *A. richardi*. Además este hábitat se encuentra ubicado en la región superior de distribución de las aguas Mediterráneas (MOW) caracterizadas por una mayor salinidad con respecto a las masas de agua colindantes.

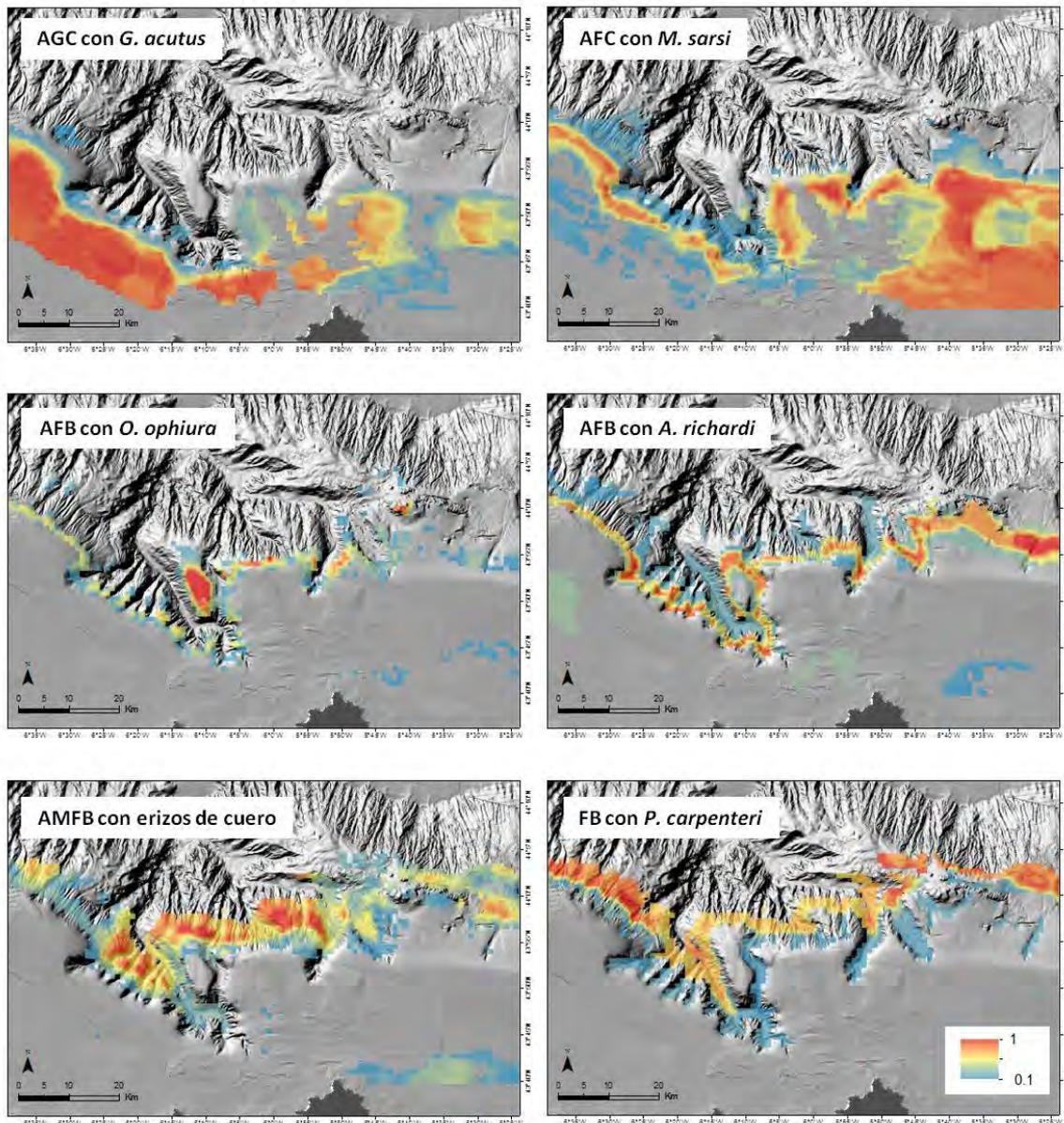


Figura 5.11. Modelos de distribución espacial de probabilidades de encontrar los hábitats de fondos sedimentarios del sistema de Cañones submarinos de Avilés.

En la zona intermedia del talud superior, entre los 800 y los 1100 m se encuentra otro piso sedimentario caracterizado por arenas muy finas y fangos, que presentan el máximo contenido de materia orgánica registrado entre todos los fondos estudiados (Tabla 5.1, Fig. 5.11). Éste hábitat de los llamados erizos de cuero (*Phormosoma placenta* y *Araeosoma fenestratum*) y sus especies acompañantes se encuentra en el núcleo de la distribución de las aguas Mediterráneas (MOW).

El hábitat sedimentario más profundo identificado en este estudio fue el del G6 "Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*" (Tabla 5.1 y Fig. 5.11). Ubicado en el extremo norte del LIC (1200- 1500 m), está caracterizado por los mínimos valores de BPI de entre los observados en fondo sedimentarios, que indican ligeras depresiones y

zonas en general mucho más aparceradas que las ocupadas por el hábitat de los erizos de cuero. Desde el punto de vista de los sedimentos estos son principalmente fangos y arenas muy finas con alto contenido de materia orgánica. Este hábitat, donde el 90% de la biomasa de la comunidad bentónica está constituido por las "esponjas nido" (*P. carpenteri*), se considera un hábitat biogénico ya que estas especies, que viven anclada al fondo, forman estructuras tridimensionales de gran porte que pueden ofrecer cobijo u otros usos por parte de otras especies. Por lo tanto consideramos que podría asignarse a la tipología 1170 Arrecifes de la DH.

5.2.2 Distribución y cartografiado de los hábitats de los cañones submarinos

Los principales hábitats bentónicos identificados a partir de los transectos visuales aparecen en el SCA de forma diferenciada en cada uno de los tres grandes cañones. Ello se debe no solamente a sus particulares características geomorfológicas (Gómez-Ballesteros et al., 2014; Arrese et al., 2021), que condicionan sus tipos de fondo, o su orientación, que altera de diversa manera mediante efectos topográficos las corrientes sobre el fondo, sino de otras características ambientales y/o disponibilidad de nutrientes de las que carecemos de información y que justifica la enorme variabilidad entre ellos. Debido a esto, no se realizó un modelado global para todo el LIC ya que las variables ambientales disponibles generaban proyecciones excesivamente optimistas y poco realistas de la distribución espacial de algunos hábitats de interés comunitario cuando es conocido que exigen requisitos medioambientales muy concretos.

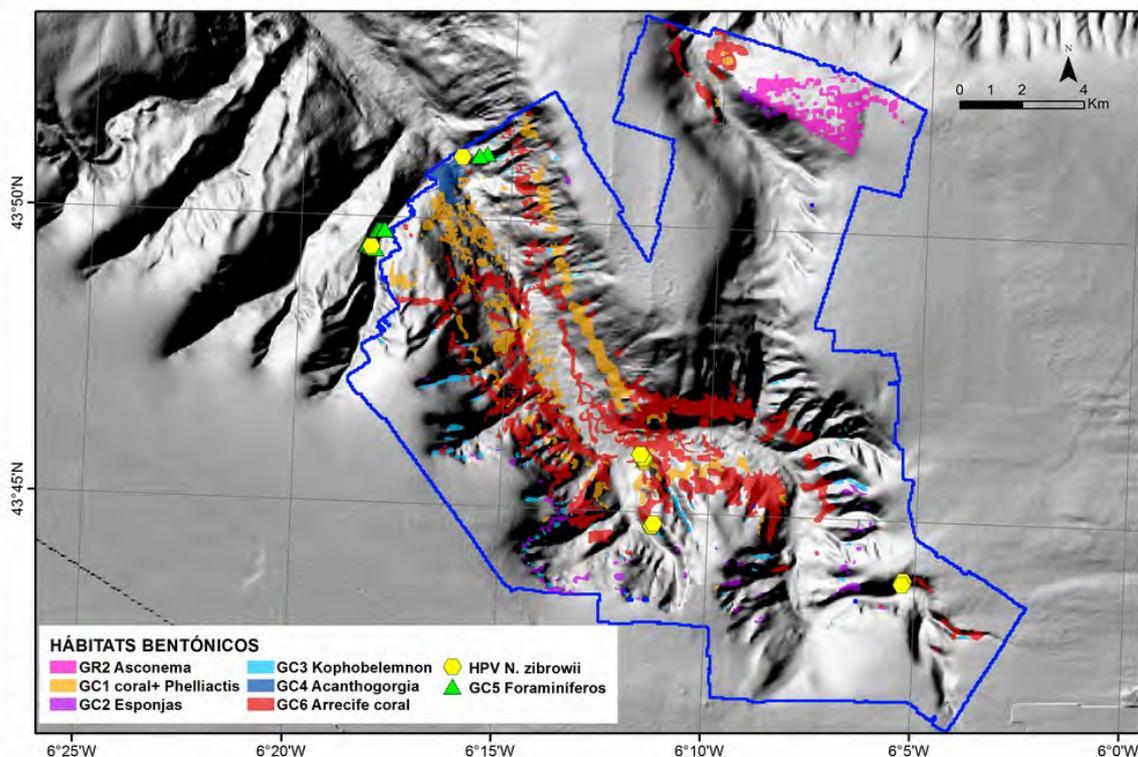


Figura 5.12. Distribución espacial de los principales hábitats identificados en la zona cubierta en el estudio del cañón de Avilés.

En los tres cañones submarinos, en donde una gran parte de sus fondos son sedimentarios con sus hábitats descritos anteriormente, destacamos los siguientes hábitats bentónicos, situados principalmente en fondos duros, e identificados a partir de los transectos con imágenes (Figs. 5.12 y 5.13):

Los "Fondos rocosos con *Asconema setubalense*" (GR2), hábitat de interés comunitario del tipo 1170, aparecen exclusivamente en el afloramiento denominado Mar de Mares, situado en la región este del cañón de Avilés (Fig. 5.12) caracterizado por presentar grandes bloques de piedra.

Los "Fondos rocosos con grandes esponjas" (GC2) se encuentran muy dispersos en las paredes de los tres cañones y solamente en donde destacan zonas de afloramientos rocosos o bloques con escasa carga sedimentaria.

En zonas muy profundas (>1500 m) de la región Oeste de la zona estudiada del cañón de Avilés aparecen los fondos fangosos con foraminíferos GC5 y los de *Acanthogorgia* y *Thouarella* (GC4). Es muy probable que estos tipos de hábitats se encuentren ampliamente distribuidos en el LIC pero solamente se han realizado muestreos a estas profundidades en esta zona concreta del cañón de Avilés, de ahí su escasa representación en la zona cartografiada.

El arrecife de corales profundos de *L. pertusa* y *M. oculata* (GC6) aparece en las paredes del cañón de Avilés formando una franja entre profundidades de 700 y 1400 m (Fig. 5.12). En sus zonas en donde existe una mayor carga sedimentaria, se encuentra muy degradado y las colonias vivas suelen estar aisladas sin formar arrecife y con la presencia de la anémona *Phelliacthis hertwigi* sobre sus ramas muertas (grupo GC1). Una gran parte del arrecife es coral muerto compactado, *dead coral framework* en inglés, pero dado que las escasas colonias vivas están muy entremezcladas con las partes muertas no se ha considerado en este informe como un hábitat aparte. Es de destacar que en la zona más profunda de la distribución de este hábitat, ya cerca del eje del cañón (>1000 m), aparece un fuerte recubrimiento de la esponja *Aphrocallistes beatrix* en las ramas muertas del arrecife (agrupamiento GC6b). En términos generales, el arrecife mejor conservado del LIC aparece en el cañón de La Gaviera, tanto en sus dos flancos, principalmente en el flanco este, que tiene menos carga sedimentaria, como formando montículos carbonatados en su amplio valle. El arrecife en el cañón de El Corbiro no está también representado como en los otros dos cañones, destacando principalmente en esta zona el denominado CG1 en donde las colonias están dispersas y acompañadas por la anémona *Phelliacthis hertwigi* (Fig. 5.13).

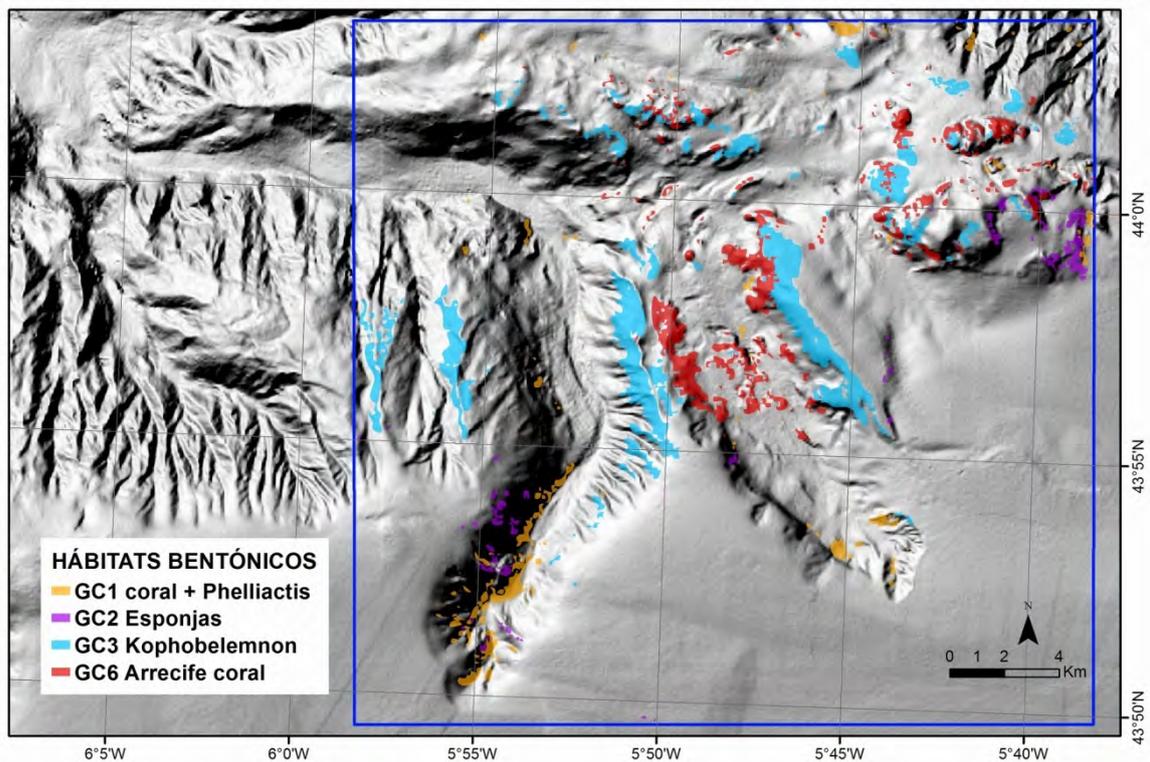


Figura 5.13. Mapa integrado con la distribución espacial de los principales hábitats del sistema de cañones de El Corbiro y La Gaviera.

Es de resaltar que si bien en este informe no se separan como hábitat diferente de la denominación general “Arrecifes de corales profundos”, en el cañón de La Gaviera se han identificado montículos carbonatados en el eje del mismo generados, bajo condiciones ambientales específicas, por el propio crecimiento del coral (Figura 5.14). El arrecife vivo se encuentra situado en la parte superior del montículo que a su vez está generado por la acumulación y compactación del coral muerto. En la parte basal del montículo aparecen los escombros del arrecife, que configuran un particular hábitat (*coral rubble*). Más información en Sánchez et al., 2014b.

Otro hábitat que podemos encontrar en los cañones de Avilés es el de paredes verticales, caracterizado por la presencia del bivalvo *Acesta excavata* y la ostra de profundidad *Neopycnodonte zibrowii*. Éste hábitat está indicado en el mapa de la Fig. 5.12 mediante puntos de presencia debido a la imposibilidad de representarlo espacialmente como el resto de los hábitats. Como especies acompañantes podemos encontrar los corales blancos *L. pertusa* y *M. oculata*; corales negros como *Trissopathes grasshoffi*, *Leiopathes glaberrima* o *Stychopathes*; el anthozoo *Acanthogorgia armata*; o la esponja hexactinélida *Aphrocallistes beatrix*. Además, es frecuente observar en sus paredes especies móviles como *Neocyttus helgae* o distintas especies de brisíngidas, como la *Brisíngia endecacnemos*. Esta asociación de especies está ampliamente citada en la bibliografía como una de las comunidades más relevantes de paredes verticales (Cardone et al., 2020; Johnson et al., 2013; Robert et al., 2020).

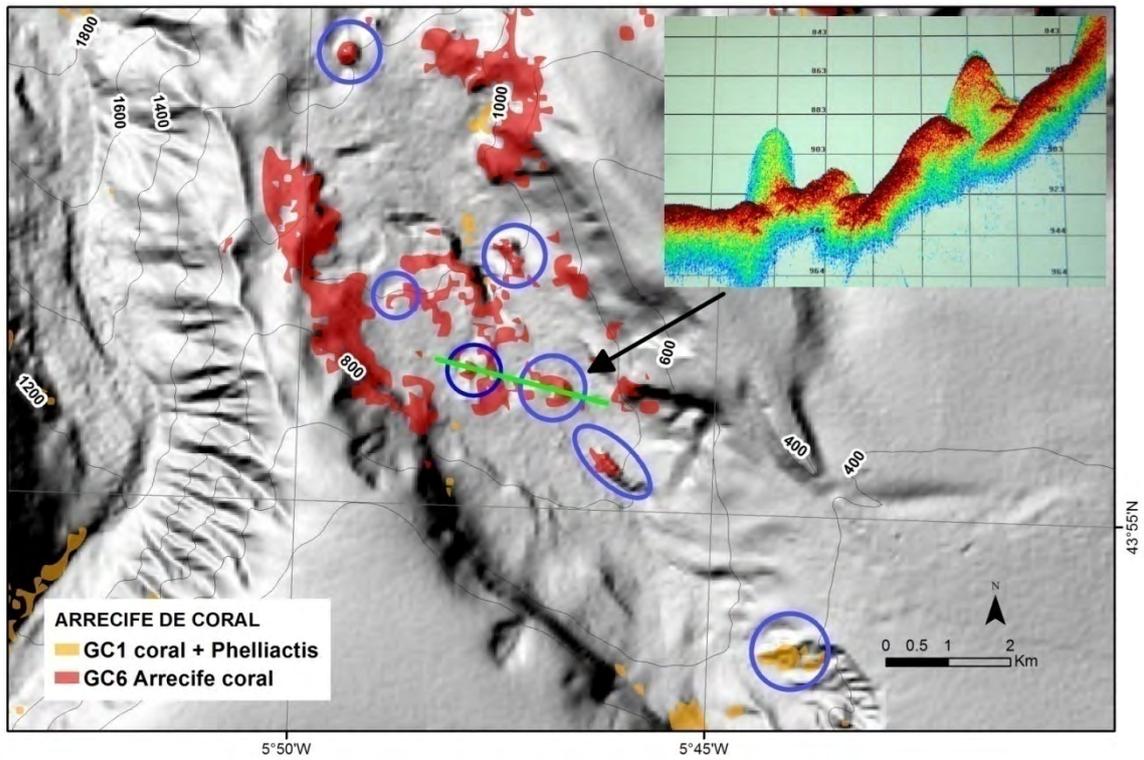


Figura 5.14. Localización de los montículos carbonatados originados por los arrecifes de corales profundos en el valle del cañón de La Gaviara. En la esquina superior derecha se muestra el perfil de dos de ellos obtenido con la ecosonda monohaz (tomado de Sánchez et al., 2014b).

5.2.3 Distribución y cartografiado de los hábitats del SCA

Finalmente, la distribución espacial de todos los principales hábitats identificados en este estudio del LIC SCA, y teniendo en cuenta las comunidades epibentónicas, se muestran en la Fig. 5.15.

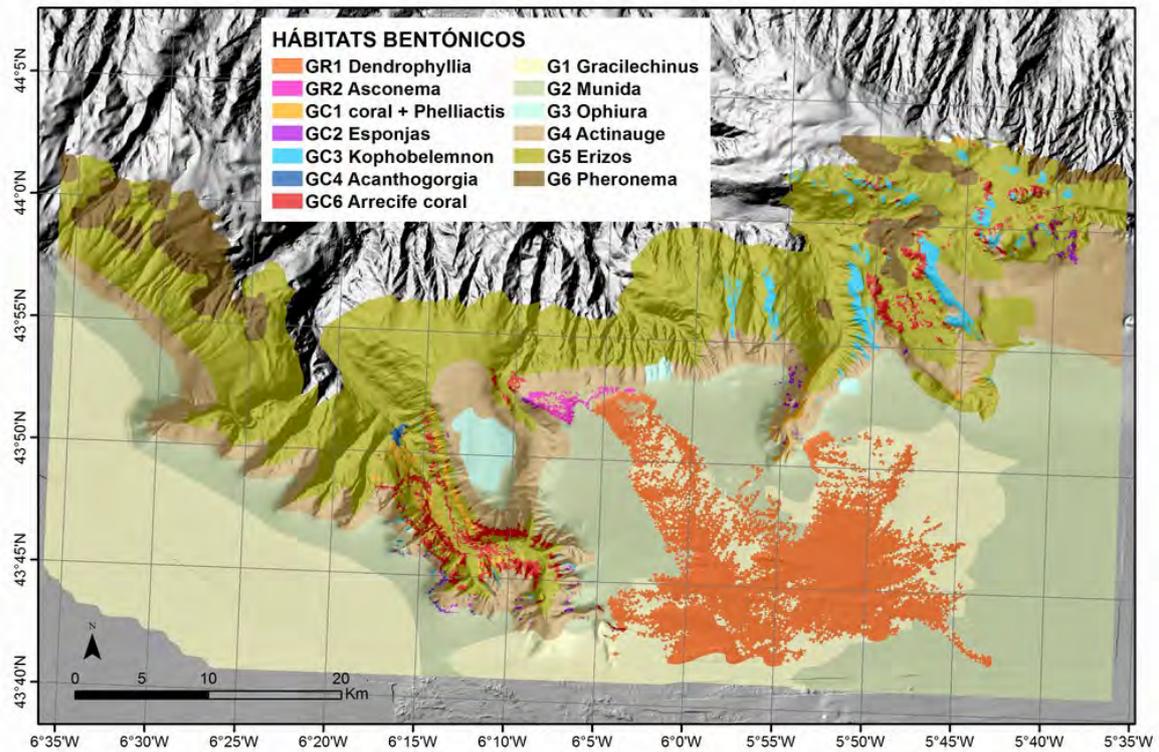


Figura 5.15. Mapa integrado con la distribución espacial de los principales hábitats identificados en el Sistema de Cañones submarinos de Avilés obtenido de la integración de los análisis parciales de cada zona y eliminando los solapamientos.

5.3 Hábitats vulnerables considerados en normativas y convenciones internacionales

Los hábitats identificados en el LIC SCA y su correspondencia con las principales clasificaciones de hábitats bentónicos europeos se muestran en la Tabla 5.3. No es tarea fácil determinar estas pasarelas que permiten relacionar las diferentes denominaciones de hábitats en las normativas existentes, especialmente tratándose de hábitats de profundidad o de los cañones submarinos, en donde en la mayor parte de los casos no existen correspondencias, salvo a un nivel de agregación muy básico. Hemos tratado de asignar un solo código a cada hábitat, haciendo el esfuerzo de utilizar la denominación más aproximada a su nivel jerárquico.

Clasificación EUNIS (2011)

Cinco de los principales hábitats sedimentarios identificados en la zona no tienen correspondencia en EUNIS salvo a nivel de tipo de sedimento sin desagregar en niveles jerárquicos 4 y 5, que identifican a las especies que los ocupan. El hábitat profundo caracterizado por la esponja nido *P. carpenteri* sí tiene correspondencia con el A6.621, si bien en EUNIS se la identifica como *P. grayi*, especie considerada sinónima de *P. carpenteri* (Reiswig and Champagne, 1995). El hábitat rocoso con *D. cornigera* y *P. ventilabrum* solo se encuentra asignado a la segunda especie (A4.121). Todos los hábitats rocosos con esponjas batiales se asignan a uno solo, el A6.62, y los estructurados por cnidarios se asignan al A6.61 *Communities of deep-sea corals*.

Lista de hábitats amenazados y/o en declive de la Comisión OSPAR

Teniendo en cuenta los criterios de clasificación OSPAR (OSPAR 2008) encontramos bien representados en el LIC cuatro hábitats de los considerados amenazados o en declive por esta Comisión. Concretamente: *Deep-sea sponge aggregations* (G6, GR2 y GC2), *Coral gardens* (GR1 y GC4, debido a la presencia de corales y gorgonias de diversas especies), *Lophelia pertusa reef* (GC1 y GC6) y *Sea-pen and burrowing megafauna communities* (GC3). También se encuentran en el Cañón de La Gavieta montículos carbonatados (*Carbonate mounds*) con mayor o menor presencia de corales vivos formadores pero a efectos prácticos en este informe los hemos encuadrado en la tipología *Lophelia pertusa reef* de OSPAR. En los hábitats sedimentarios G4 y G5 aparecen especies sésiles de cnidarios (*Funiculina quadrangularis*, *Pennatula* spp., etc.) que son representantes del hábitat *Sea-pen and burrowing megafauna communities* de OSPAR pero estos hábitats se encuentran tan alterados por las actividades de la flota de arrastre (ver Fig. 3.5) que su densidad es extremadamente baja y por lo tanto se ha considerado que no forman un hábitat de estructura biogénica como para atribuirlo a esta tipología.

En la Figura 5.16 podemos observar la distribución espacial de los hábitats siguiendo la clasificación OSPAR

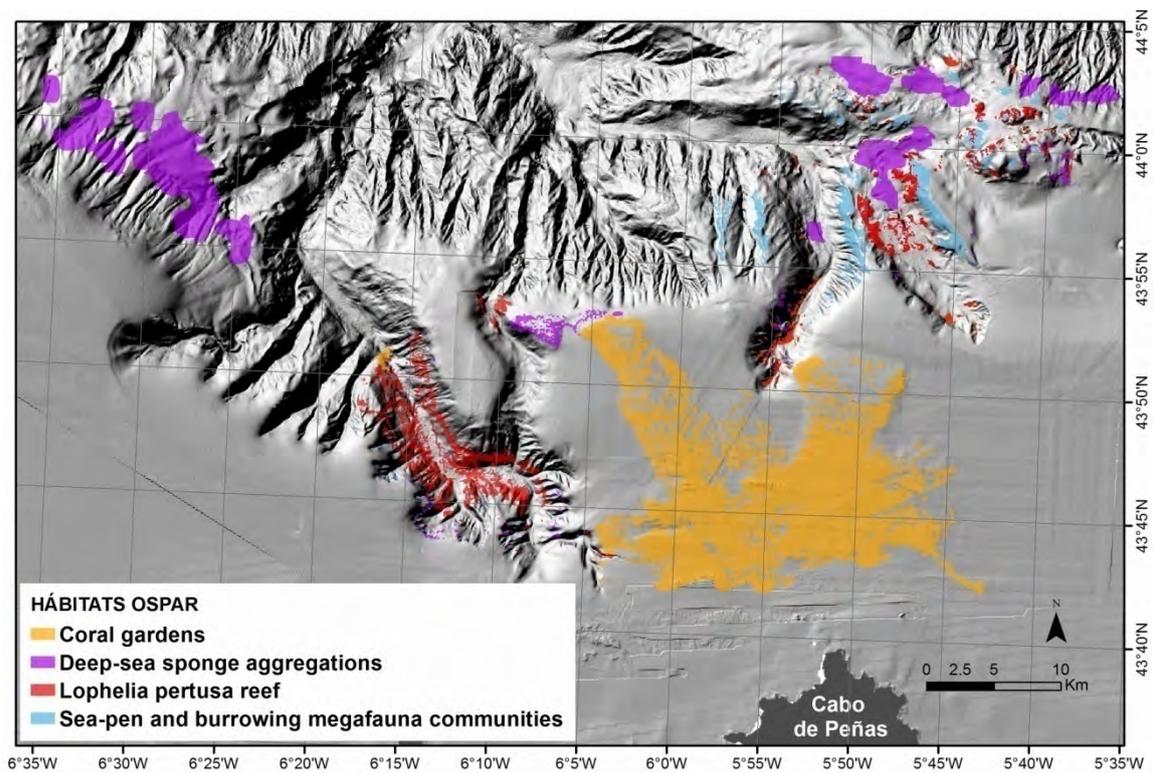


Figura 5.16. Cartografía de los hábitats identificados en el sistema de Cañones submarinos de Avilés según la clasificación de hábitats en peligro o en declive de la Comisión OSPAR.

Directiva Hábitats

En la Fig. 5.17 se muestra la distribución espacial del conjunto de hábitats que pueden ser asignados a la unidad de gestión 1170 arrecifes de la DH. Estos hábitats de interés comunitario con necesidades de protección se localizan principalmente en la zona rocosa de la plataforma continental situada entre las cabeceras de los tres cañones submarinos y en las paredes y ejes de los mismos. Luego están los distintos tipos descritos de arrecifes de coral de aguas profundas, presentes en los tres cañones y las agregaciones de esponjas de profundidad en los fondos rocosos batiales. Casos especiales son los montículos carbonatados del valle del cañón de La Gavierra y las agregaciones de la esponja *P. carpenteri* en las zonas sedimentarias más aplaceradas del talud superior.

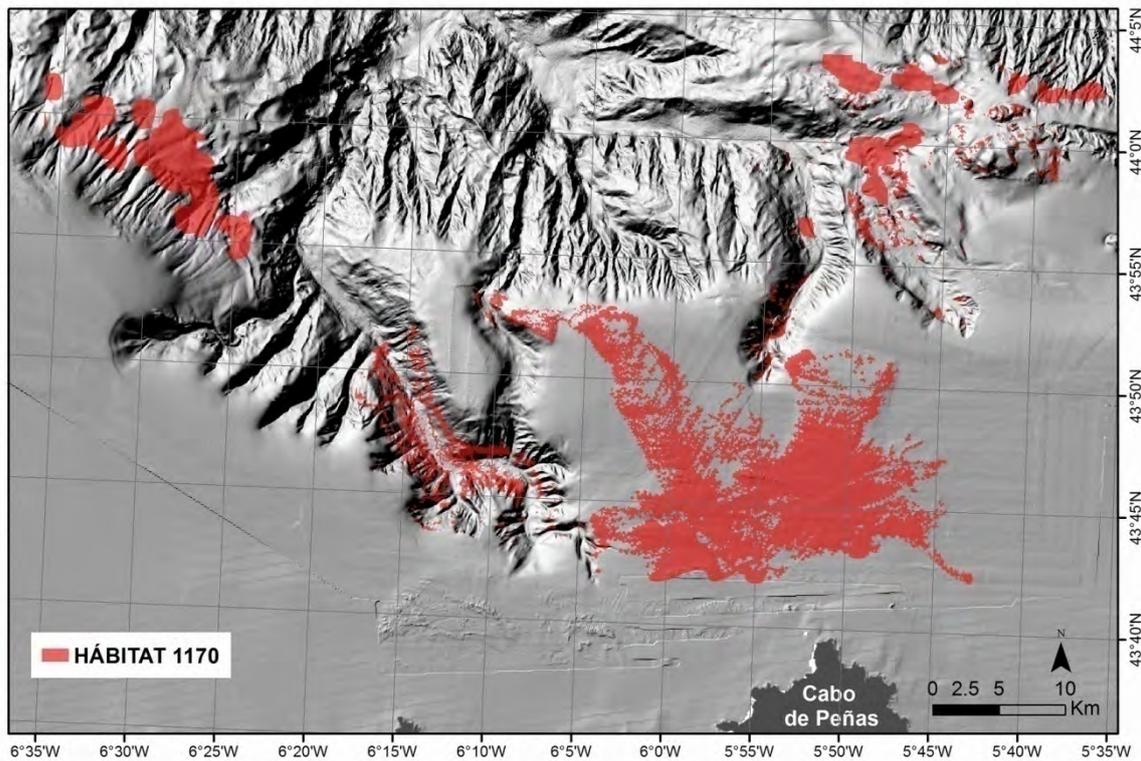


Figura 5.17. Cartografía de los hábitats identificados en el sistema de Cañones submarinos de Avilés según la clasificación del Anexo I de la Directiva Hábitats.

Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos (“LPRE- Lista Patrón de Referencia Española”)

En términos generales se ha intentado en este estudio realizar una denominación de los hábitats identificados lo más aproximada posible al LPRE, por lo que encontramos una mayor similitud de nuestros resultados con esta clasificación. Por ello podemos identificar a niveles de clasificación jerárquica 4 y 5 la mayor parte de los hábitats de interés comunitario, salvo algunos muy profundos y poco conocidos debido a su difícil acceso, como es el GC₄ que se asocia solamente a un nivel de clasificación jerárquica 3.

Tabla 5.3. Pasarelas entre los hábitats bentónicos de interés comunitario identificados en el LIC SCA y las principales clasificaciones europeas.

Hábitat bentónico identificado en el SCA	Clasificación EUNIS	Directiva Hábitat (ANEXO I)	Lista de OSPAR	Inventario español de hábitats marinos LPRE
G6: Fangos batiales con <i>Pheronema carpenteri</i>	A6.621 Facies with <i>Pheronema grayi</i>	Hábitat 1170	Deep-sea sponge aggregations	0402020403 Fangos batiales con <i>Pheronema carpenteri</i>
GR1: Roca circalitoral con <i>Dendrophyllia cornigera</i> y <i>Phakellia ventilabrum</i>	A4.121 (<i>Phakellia ventilabrum</i>) and axinellid sponges on deep, wave-exposed circalitoral rock	Hábitat 1170	Coral gardens	03020218 Roca circalitoral dominada por <i>Dendrophyllia cornigera</i>
GR2: Roca batial con <i>Asconema setubalense</i>	A6.62 Deep-sea sponge aggregations	Hábitat 1170	Deep-sea sponge aggregations	04010106 Roca limpia batial con grandes esponjas hexactinélidas (<i>Asconema setubalense</i>)
GC2: Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas	A6.62 Deep-sea sponge aggregations	Hábitat 1170	Deep-sea sponge aggregations	04010103 Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas
GC3: Fangos batiales con dominancia de <i>Kophobelemnon stelliferum</i>	A6.5 Deep-sea mud	No correspondencia	Sea-pen and burrowing megafauna communities	04020204 Fangos batiales con dominancia de <i>Kophobelemnon stelliferum</i>
GC1: Arrecife de coral con <i>Phelliactis</i>	A6.61 Communities of deep-sea corals	Hábitat 1170	<i>Lophelia pertusa</i> reef	04030301 Arrecifes de corales profundos de <i>Lophelia pertusa</i> y/o <i>Madrepora oculata</i>
GC4: Roca batial colmatada de sedimentos con <i>Acanthogorgia</i> y <i>Thouarella</i>	A6.61 Communities of deep-sea corals	Hábitat 1170	Coral gardens	040102 Roca batial colmatada de sedimentos
GC6: Arrecife de corales profundos de <i>L. pertusa</i> y/o <i>M. oculata</i>	A6.61 Communities of deep-sea corals	Hábitat 1170	<i>Lophelia pertusa</i> reef	04030301 Arrecifes de corales profundos de <i>Lophelia pertusa</i> y/o <i>Madrepora oculata</i>

5.4 Caracterización de los hábitats bentónicos de interés comunitario

5.4.1 Representatividad y superficie de ocupación

En la Tabla 5.4 se muestra la superficie de ocupación de cada uno de los hábitats identificados, realizando una separación entre los que son de interés comunitario (Directiva Hábitats) y los que no lo son. Los porcentajes de área cubierta se han calculado respecto a la superficie del LIC "Sistema de cañones submarinos de Avilés". Teniendo en cuenta los umbrales usados en las distintas metodologías, el 11,77% del LIC está ocupado por hábitats prioritarios de interés comunitario del tipo 1170 Arrecifes contemplados en el Anexo I de la Directiva Hábitats de la UE lo que suma un total de casi 40,000 hectáreas.

Debido a la gran proporción de fondos sedimentarios en la superficie del LIC, los clasificados como hábitats que no entran en la categoría 1170, alcanzan una superficie de ocupación de 232 mil hectáreas y alrededor de un 68% de su superficie.

Tabla 5.4. Grado de representatividad y cobertura de los hábitats identificados y cartografiados. Los porcentajes de recubrimiento se han calculado respecto a la superficie total del LIC.

ID	HÁBITAT BENTÓNICO	Cobertura (ha)	Representatividad	% de ocupación en el LIC
GR1	Roca circalitoral con <i>Dendrophyllia cornigera</i> y <i>Phakellia ventilabrum</i>	23462.30	B	6.92
GR2	Roca batial con <i>Asconema setubalense</i>	483.54	C	0.14
GC1	Arrecife de coral con <i>Phelliactis</i>	1634.85	C	0.48
GC2	Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas	528.29	B	0.16
GC4	Roca batial con <i>Acanthogorgia</i> y <i>Thouarella</i>	99.70	A	0.03
GC6	Arrecife de corales profundos de <i>L. pertusa</i> y/o <i>M. oculata</i>	3776.72	B	1.11
G6	Fangos batiales con <i>Pheronema carpenteri</i>	9923.85	B	2.93
	Total 1170	39909.25		11.77
GC3	Fangos batiales con dominancia de <i>Kophobelemnon stelliferum</i>	2875.77		0.85
G1	Arenas gruesas circalitorales con <i>G. acutus</i>	58841.94		17.36
G3	Arenas finas batiales con <i>O. ophiura</i>	2361.36		0.70
G2	Arenas finas circalitorales con <i>M. sarsi</i>	66391.88		19.58
G4	Arenas finas batiales con <i>A. richardi</i>	30746.86		9.07
G5	Arenas muy finas batiales con erizos de cuero	71143.23		20.98
	Total otros hábitats	232361.04		68.54

Entre los hábitats de tipología 1170 destaca por su extensión en el LIC el denominado "Roca circalitoral con *Dendrophyllia cornigera* y *Phakellia ventilabrum*" que con más de 23 mil hectáreas supone el 7% de su superficie. En los fondos blandos, el hábitat de

“Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*” es el que con casi 10 mil hectáreas alcanza prácticamente el 3% del LIC.

La superficie relativa del hábitat 1170 presente en este LIC con respecto al Área Atlántica (considerando una superficie total de 1766,17 km²; MAPAMA, 2018) es del 22%. La superficie relativa de este hábitat en el LIC con respecto al total del territorio nacional (estimado en 10629,67 km², MAPAMA, 2018), alcanza un 5,25% lo que implica valor B en el FND.

5.4.2 Estado ambiental

Los índices de riqueza específica y diversidad para cada una de las comunidades identificadas en el SCA se presentan de forma separada teniendo en cuenta las diferencias en la capacidad de identificar especies de cada uno de los métodos de muestreo usados (arrastres/fondos sedimentarios *versus* imágenes/fondos duros), por lo que los resultados no son comparables. Hay que resaltar que de cara la interpretación de los indicadores del estado ambiental, que dichos indicadores solo hacen referencia a las comunidades epibentónicas analizadas para obtener el cartografiado de hábitat y, por tanto, no representan la totalidad de la biota de los mismos. Sin embargo, como se expone a continuación, si es posible realizar una comparación entre estas comunidades de fondos sedimentarios y entre las comunidades de fondos duros y cañones submarinos, ambas por separado.

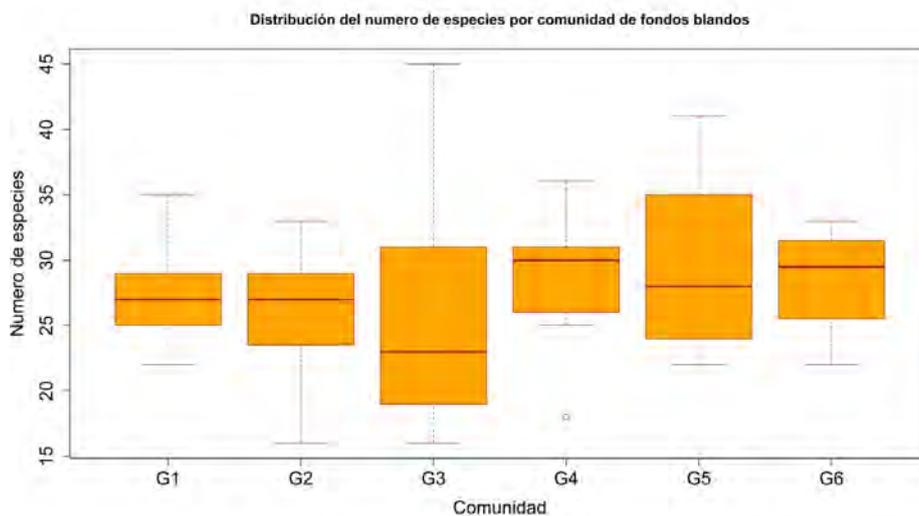


Fig. 5.18. Distribución de los valores de riqueza específica (número de especies por unidad de muestreo) en función de las comunidades epibentónicas de fondos blandos identificadas.

5.4.2.1 Riqueza de especies

Comunidades epibentónicas de fondos sedimentarios (muestreos con arrastre)

La riqueza de especies en el área de estudio, partiendo del filtrado previo, se situó

entre 16 y 45, variando sus valores promedios por comunidad entre 25.8 y 30 (Fig. 5.18).

En términos muy generales, y teniendo en cuenta que se ha trabajado solo con un reducido número de especies de todas las presentes, podemos identificar que el patrón general típico de la disminución de la riqueza con el aumento de la profundidad se ve alterado en este caso con los diferentes grados de presión pesquera que se ejerce en la zona de tal manera que los hábitats más profundos G₄, G₅ y G₆ (>300 m) recuperan algo sus valores de riqueza ya que están menos alterados (Fig. 5.18). Como vimos en los apartados del área de estudio (Fig. 3.5), el grupo G₃ está muy afectado por la pesquería de arrastre que concentra su esfuerzo en el borde continental (parejas principalmente). A grandes rasgos también se observan valores medios más elevados en talud que en plataforma.

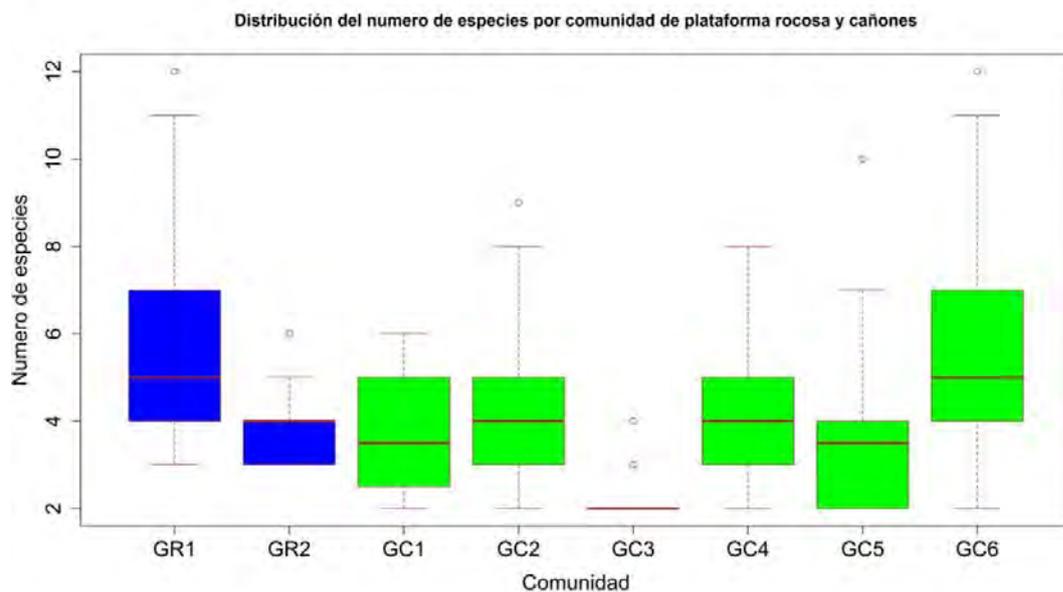


Figura 5.19. Distribución de los valores de riqueza específica (número de especies por unidad de muestreo) en función de las comunidades bentónicas identificadas en la plataforma rocosa (azul) y los cañones submarinos (verde).

Comunidades epibentónicas de fondos rocosos y cañones submarinos (muestreos con imágenes)

Existe una variabilidad de riqueza dentro de cada comunidad como se puede observar por la amplitud de los *boxplot* (Fig. 5.19), esto significa que las unidades de muestreo usadas presentaban mucha variabilidad, lo que resulta esperable puesto que, como ya expuesto con anterioridad, se trata de hábitats muy fragmentados en los que el número de especies observadas pueden variar bastante en la unidad de muestreo. Además siendo en su gran mayoría organismos sésiles una vez ocupado el nicho ecológico por una especie, es más complicado que haya co-presencia por parte de otras que tienen dependencias diferentes. Por ejemplo un mayor grado de riqueza específica se observó en el caso las comunidades de

plataforma rocosa dominada por *D. cornigera* y *P. ventilabrum* (GR1) y las del arrecife de corales profundos (GC6), siendo éstas caracterizadas por las modas más altas (Fig. 5.19), y en consecuencia identificados como dos *hotspots* de gran interés en la zona. Siguen en términos de riqueza los fondos rocosos batiales con *Asconema setubalense* (GR2), el de agregaciones de esponjas (GC2) y los dominados por *Acanthogorgia* y *Thouarella* (GC4). Los valores más bajos de riqueza se han registrado para los fondos fangosos batiales con dominancia de *Kophobelemnon* (GC3) que ofrecen, en general, un biotopo menos diverso, disminuyendo por lo tanto el número de especies observadas y su variabilidad (Fig. 5.19).

Las comunidades de foraminíferos (GC5) y las de arrecife de coral con *Phelliactis* (GC1) se caracterizan por valores medios ligeramente menores. Merece la pena comentar que este último hábitat representa una comunidad que si bien contiene corales de agua frías, normalmente sin formar arrecife, tienen una fuerte presencia de este actinario, como especie indicadora de un estado más degradado del arrecife. Aparece en fondos rocosos colmatados de sedimentos constituyendo una degradación del arrecife de corales de aguas frías debido a un cambio de las condiciones sedimentarias, que hace que disminuya la riqueza específica con respecto al arrecife de corales en buen estado (GC6).

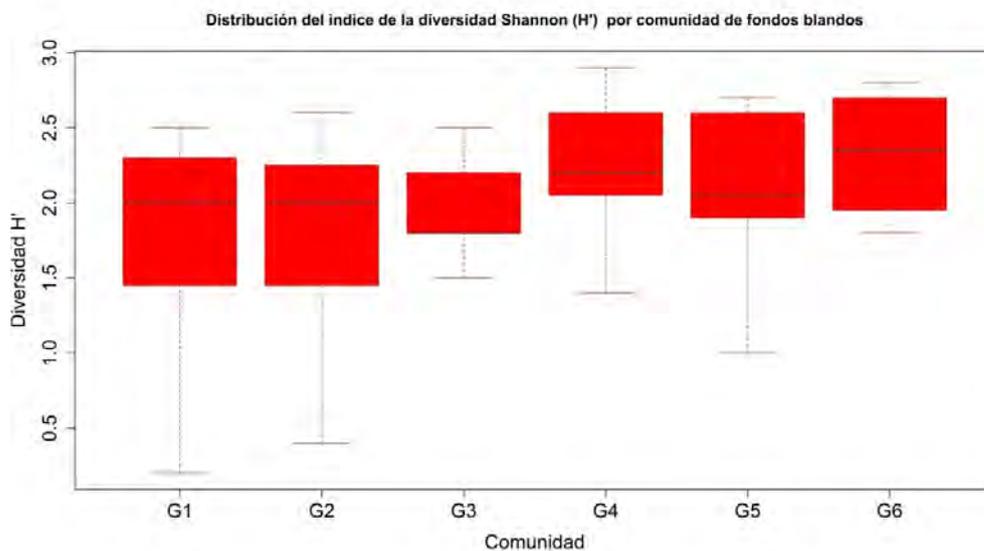


Fig. 5.20. Distribución de los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (con log en base e), por las comunidades de fondos blandos del SCA.

5.4.2.2 Índice de Diversidad de Shannon- Wiener (H')

Comunidades epibentónicas de fondos sedimentarios (muestras con arrastre)

El índice de diversidad de Shannon, calculado como una medida de la distribución de los individuos entre las especies, para las comunidades de fondos blandos oscila entre valores de 0.2 y 2.9 (Fig. 5.20).

Existe una amplia variabilidad de valores de diversidad observados por unidad de muestreo dentro de cada comunidad (Fig. 5.20). Las dos comunidades que ocupan la plataforma continental (G1 y G2) y las dos que ocupan el talud continental a partir de los 800 m de profundidad, muestran valores de diversidad bastante homogéneos entre sí. Por el contrario, la comunidad del borde continental (G3) y la del comienzo del talud entre 500 y 700 m (G4) muestran respectivamente los valores mínimos y máximos de de diversidad. No se observa, al igual que para la riqueza, un gradiente batimétrico claro, debido a probablemente a las presiones antrópicas como la pesca de arrastre con puertas y en pareja existentes en la zona (Fig. 3.5).

Estos resultados confirman el patrón ya observado en los resultados de riqueza. Las comunidades más "alteradas" tienden a tener menor equitabilidad (menos equilibrio en términos de distribución de individuos entre las especies) si se comparan con aquellas sometidas a menor nivel de presión. Estas comunidades alteradas podrían tender a valores de diversidad máximos (mayores de 5 en cada una de las comunidades analizadas) al recuperar su equilibrio ecológico.

Estos índices por lo tanto deben ser utilizados con cautela ya que la presencia de eventuales presiones antrópicas de distinta naturaleza y o cambios medioambientales de variables no disponibles pueden alterar sus resultados.

Comunidades epibentónicas de fondos rocosos y cañones submarinos (muestreos con imágenes)

Los valores obtenidos son bastantes bajos debido al tratamiento previo de las bases de datos que implicó la exclusión tanto de las especies vágiles como de las raramente observadas (Fig. 5.21). Por estas razones estos índices nos proporcionan una información relativa que solamente permiten observar diferencias entre los distintos grupos, y no deben considerarse por tanto como valores absolutos.

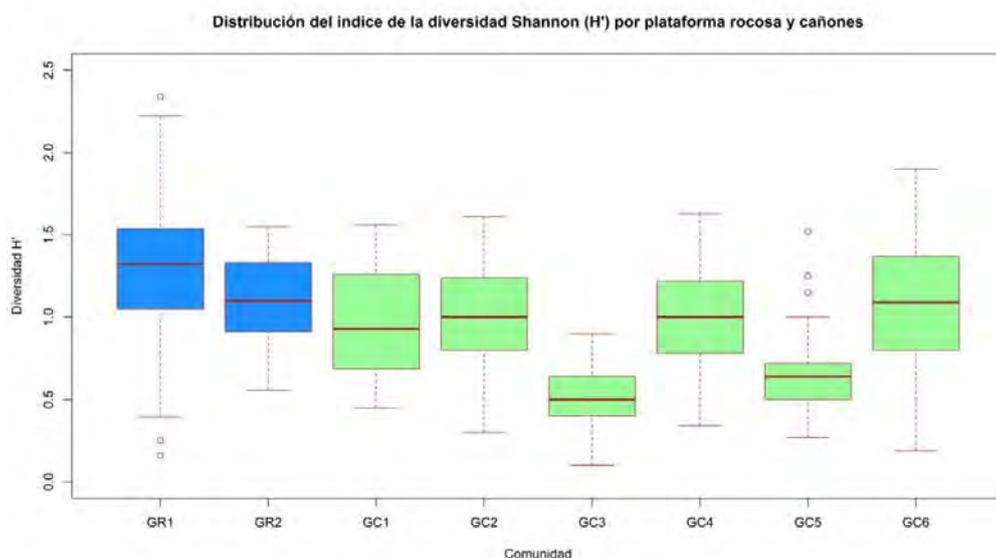


Fig. 5.21. Distribución de los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (con log en base e), para las comunidades de fondos rocosos (azul) y cañones submarinos (verde) del SCA.

Como *hotspots*, al igual que para la riqueza, los hábitats de plataforma circalitoral rocosa con *D. cornigera* y *P. ventilabrum* (GR1), y los de los arrecifes de corales profundos (GC6) muestran una mayor equidistribución de individuos entre las especies observadas. Siguen progresivamente los fondos batiales con *Asconema setubalense* (GR2), las comunidades de fondos rocosos profundos con esponjas (GC2), los de *Acanthogorgia* y *Thouarella* (GC4) y el arrecife de coral con *Phelliactis* (GC1). Los menos equilibrados en términos de distribución de individuos entre las especies son las comunidades de fondos fangosos con *K. stelliferum* (GC3) y la de foraminíferos (GC5), ambos sedimentarios. Estos resultados son lógicos considerando que los fondos rocosos que albergan las dos comunidades más ricas constituyen hábitats más heterogéneos y por lo tanto más dados a hospedar un mayor número de especies, y que la presencia de especies como corales u otras especies sésiles de gran porte aumentan aún más tal heterogeneidad.

5.4.2.3 Composición funcional

La composición funcional ha variado mucho entre comunidades analizadas aunque las mayores diferencias observadas se dan entre el grupo de las comunidades de fondos blandos (G1-G6) y el grupo de las comunidades de fondos rocosos y cañones submarinos, presentando estas últimas en general un mayor porcentaje de organismos con puntuaciones más elevadas para cada uno de los 10 rasgos biológicos analizados y considerados como indicadores de presiones sobre el fondo (Fig. 5.22).

Dentro del grupo de hábitats de fondos rocosos y cañones submarinos, las principales diferencias se observaron entre los hábitats de interés comunitario considerados dentro de la categoría 1170 y el resto (Fig. 5.22). Las diferencias principales residen en la fijación al sustrato, la forma del cuerpo, la movilidad, la velocidad de crecimiento y el modo de alimentación. Los hábitats categorizados como 1170, (es decir GR1, GR2, GC1, GC2, GC4, GC6) están caracterizados funcionalmente por especies sésiles, con forma arbórea o erguida, de lento crecimiento, bioconstructoras con cuerpo frágil y o ramificado y principalmente filtradoras (Fig. 5.22). Estos rasgos biológicos de las especies que ocupan estos hábitats los hacen particularmente sensibles a distintos tipos de presión, desde las pesquerías hasta perturbaciones de los fondos debidas a otras posibles actividades económicas (p.e. operaciones para la puesta de cableado submarino, actividades extractivas de minerales, vertidos de dragados, etc.). Hay que resaltar que debido al criterio de incluir especies móviles en los estudios de las comunidades epibentónicas la obtención de los valores de algunos rasgos es poco realista, por ejemplo el valor de bioconstrucción del arrecife de corales de aguas frías queda atenuado debido a la inclusión en los análisis las especies móviles oportunistas que utilizan el arrecife como soporte (estrellas brisingidas, p.e.). Como ya explicamos esta inclusión de especies móviles nos permite identificar mejor diferentes grados de alteración del hábitat biogénico.

Entre las comunidades del grupo de los fondos blandos cabe destacar que los grupos G1 y G2 correspondientes a las fondos circalitorales se ven caracterizados por especies bentónicas de crecimiento rápido con cuerpos flexibles o duros, desplazándose la composición a favor de especies nadadoras con un comportamiento ecológico

oportunista y un nicho ecológico extremadamente amplio (Fig. 5.22). Esto es debido a la gran presión no selectiva que los artes de pesca de arrastre aplicada durante muchos años. Es destacable en cuanto al rasgo de la fragilidad que el hábitat de arenas gruesas circalitorales con *G. acutus* (G1) este erizo frágil, por sus características de tener un exoesqueleto calcáreo, suele ser un buen indicador del grado de impacto de la pesca de arrastre en su hábitat (Gonzalez-Irusta et al., 2012).

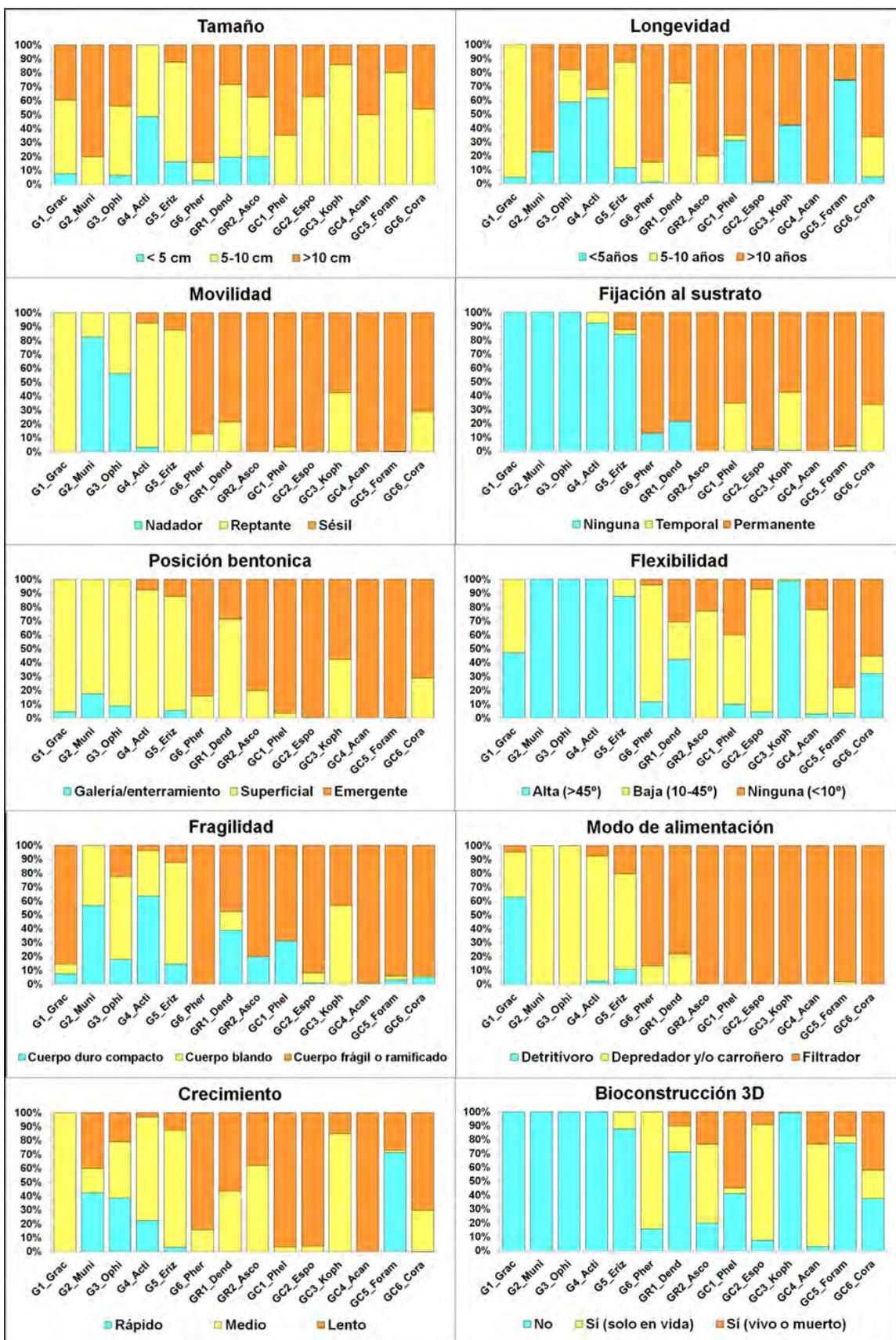


Figura 5.22. Composición funcional de las especies estructurantes de los principales hábitats identificados en el SCA.

5.4.3 Sensibilidad de los hábitats bentónicos frente a las principales presiones y actividades con impacto sobre el lugar

En la zona existen variadas modalidades de pesca que tienen efectos abrasivos y/o extractivos en mayor o menor grado sobre el fondo. Dentro de cada una de las principales categorías (arrastre, palangre, enmalle, nasas, etc.) existen tipologías de artes de pesca que se distribuyen espacialmente por distintos tipos de fondos/hábitats y ejercen impactos de diversa índole, afectando de mayor o menor grado a las especies que caracterizan cada hábitat. Dado que no podemos aquí realizar análisis de sensibilidad y vulnerabilidad para cada uno de ellos, ya que para los más importantes se realizará en el informe de la Acción A4.1 del proyecto, presentamos aquí los valores del índice de sensibilidad 1170 frente a presiones que se produzcan sobre el fondo descrito en el apartado de metodología y calculado para cada uno de los hábitats identificados en el SCA. Se muestran en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5. Promedio de los valores de rasgos biológicos (BTA) y del índice de sensibilidad 1170 calculado para cada uno de los hábitats identificados en el SCA. Resaltados los asignados al tipo 1170 arrecifes de la DH.

Grupo	Hábitat	Promedio valores BTA	Índice de sensibilidad
GC4	Roca batial colmatada de sedimentos con <i>Acanthogorgia</i> y <i>Thouarella</i>	28	93
GC2	Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas	26	91
G6	Fangos batiales con <i>Pheronema carpenteri</i>	22	89
GC1	Arrecife de coral con <i>Phelliactis</i>	27	88
GC6	Arrecife de corales profundos de <i>L. pertusa</i> y/o <i>M. oculata</i>	26	87
GR2	Roca batial con <i>Asconema setubalense</i>	27	87
GC5	Fangos batiales con foraminíferos	26	81
GR1	Roca circalitoral con <i>Dendrophyllia cornígera</i> y <i>Phakellia ventilabrum</i>	25	76
GC3	Fangos batiales con dominancia de <i>Kophobelemnion stelliferum</i>	23	72
G1	Arenas gruesas circalitorales con <i>Gracilechinus acutus</i>	16	60
G5	Arenas muy finas batiales con erizos de cuero	16	60
G2	Arenas finas circalitorales con <i>Munida sarsi</i>	16	56
G3	Arenas finas batiales con <i>Ophiura ophiura</i>	15	54
G4	Arenas finas batiales con <i>Actinauge richardi</i>	16	52

En virtud tanto de las especies presentes (sus puntuaciones para cada uno de los rasgos biológicos relacionados con las tipologías 1170), como de su densidad/biomasa dentro de la comunidad estudiada, se ha establecido un orden de sensibilidad. Se ha considerado como sensibles frente a presiones físicas efectuadas sobre el fondo todos los hábitats que superaran una sensibilidad umbral de al menos 75. Esto implica incluir aquellos que al menos tuvieran una puntuación promedio por cada rasgo superior a 2.2 (2 representa la puntuación de sensibilidad intermedia) y que tuvieran además un peso importante en la ponderación (especies abundantes). Gracias a este cálculo, se ha podido obtener a partir de los resultados mostrados en la Tabla 5.5 un cartografiado de sensibilidades de los hábitats epibentónicos frente a presiones físicas sobre el fondo (Fig. 5.23). Esta cartografía pretende servir de soporte a la toma de decisiones por parte de los gestores, en las tareas de zonificación teniendo en cuenta en este proceso además herramientas de planificación espacial marina y los correspondientes estudios de vulnerabilidad frente a determinadas presiones.

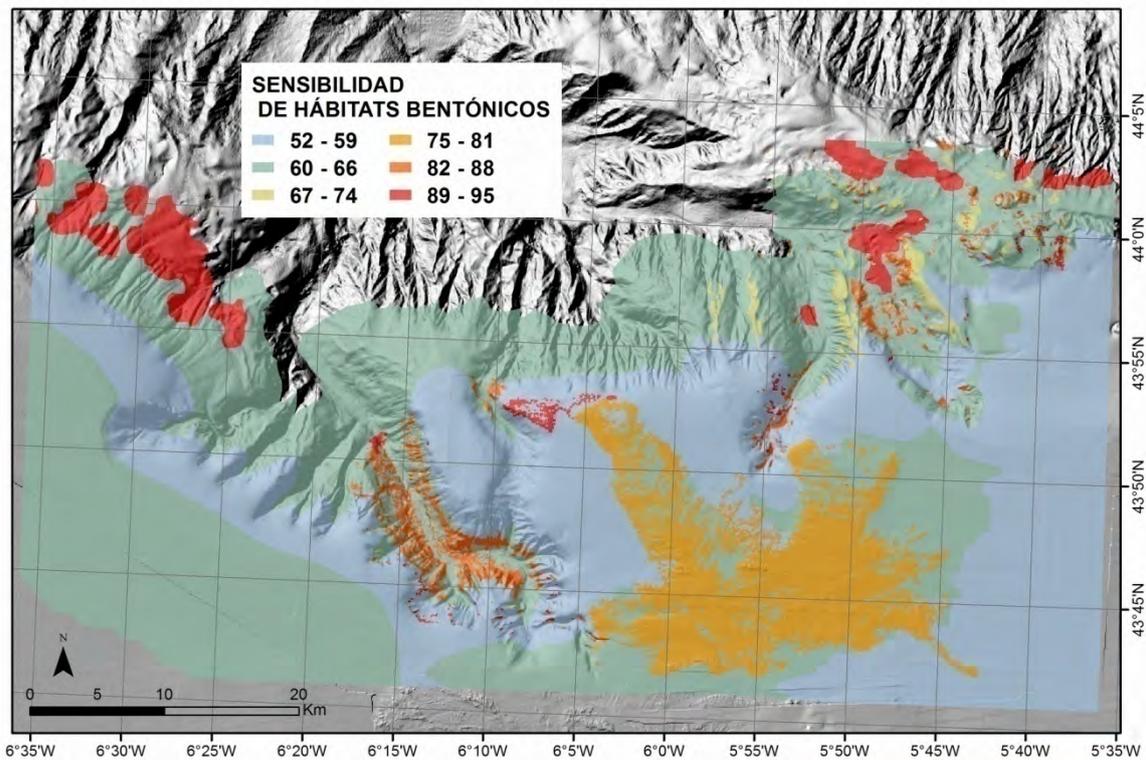


Figura 5.23. Representación espacial de la sensibilidad de los hábitats bentónicos frente a presiones físicas según las características biológicas de las especies basadas en la tipología de hábitat 1170 arrecifes.

En términos generales, los hábitats con especies epibentónicas con mayores valores de sensibilidad se localizan en zonas fangosas muy profundas (G6), en el interior de los tres cañones submarinos (comunidades GC4, GC2, GC6, GC1, GC5) y por último en la plataforma rocosa situada en la plataforma continental y talud (GR1 7 GR2) y. Con ello

se definen las zonas con mayor necesidad de protección de los hábitats de interés comunitario.

El estudio de los rasgos biológicos (BTs) de las especies características de las comunidades se utiliza cada vez más junto al estudio de los de las comunidades en términos de riqueza y biodiversidad porque hay evidencias que estos rasgos describen de forma efectiva las funcionalidades de los ecosistemas. Además, normalmente la pérdida de especies (o la disminución de su abundancia) dentro de un ecosistema a nivel numérico es menos evidente en términos de escalas temporales de observación, porque hasta que no se llegue a situaciones "críticas" de presiones antrópicas, las especies más sensibles se remplazan con otras menos sensibles, dificultando por lo tanto la detección de impactos de forma temprana con estos indicadores ecológicos. La unión de estos dos enfoques en cambio nos da una visión más general y nos permite tener el pulso tanto de la biodiversidad, como indicador de resistencia a los impactos, como de la funcionalidad como indicador de resiliencia. Siendo definida esta última como la capacidad de un sistema de resistir a los impactos sin alterar su funcionalidad.

5.4.4 Grado de conservación de los hábitats de interés comunitario

Partiendo de los resultados obtenidos, descritos en los apartados anteriores, junto con el "criterio experto" basado en los conocimientos sobre el ecosistema, se realizan unas primeras estimaciones sobre el grado de conservación del hábitat de interés comunitario 1170 Arrecifes. No obstante hay que resaltar que para disponer de una buena información cuantitativa de estas evaluaciones hay que basarse en estudios específicamente diseñados para evaluar dicho grado de conservación y al mismo tiempo disponer de un valor de referencia. En términos generales estamos hablando de hábitats situados en aguas muy profundas y poco accesibles lo cual implica que las posibilidades de restauración son extremadamente limitadas o poco viables y en todo caso, cuando dependa de ello, solo se podrá actuar eliminando o limitando la presión de origen antrópico si es que es la causa del deterioro de su estructura o función en el ecosistema. A continuación se exponen los criterios utilizados para estimar el grado de conservación de cada uno de los hábitats cuyo resumen se ofrece en la Tabla 5.6.

Roca batial colmatada de sedimentos con *Acanthogorgia* y *Thouarella*: Es un hábitat con un elevado índice de sensibilidad (Tabla 5.5) pero muy poco alterado debido a estar situado a gran profundidad (>1600 m). Aunque el número de muestreos es poco significativo a estas profundidades, la densidad observada de las especies típicas es escasa. Son predominantemente fondos rocosos con fuerte carga sedimentaria (Fig. 5.24) en donde se observan numerosas bioturbaciones indicadoras de la presencia de variadas especies no identificadas en las imágenes. En consecuencia se estima que su estructura está bien conservada. Con respecto a sus funciones ya vimos en el apartado correspondiente que las especies típicas son predominantemente sésiles, longevas, filtradoras o sedimentívoras, de crecimiento lento y frágiles. Se considera que, en principio, no estarían sometidas a presión por actividades antrópicas sobre el fondo, si bien al estar en el eje de los cañones pueden estar afectados por aportes sedimentarios de las actividades de la pesca de arrastre situado en el borde continental superior. Se

considera que el hábitat mantiene perspectivas buenas en lo que respecta al mantenimiento de sus funciones, no hay posibilidad de restauración y se encuentra en un buen estado de conservación.



Figura 5.24. Hábitat “Roca batial colmatada de sedimentos con *Acanthogorgia* y *Thouarella*”. Se observa una botella de cristal como elemento de origen antrópico a estas profundidades.

Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas: Presentan un elevado índice de sensibilidad debido a la presencia de especies sésiles bioconstructoras de crecimiento lento. En algunos casos, el tipo de fondo es muy rugoso (bloques de rocas), lo que brinda protección física, y el tamaño de las esponjas suele ser en la mayor parte de las especies de tipo medio y de complejidad robusta. Sin embargo existen muchas zonas en donde el fondo rocoso es liso, sin la protección anterior citada, y se observa la presencia de grandes esponjas de los géneros *Geodia* (Fig.5.9C), *Pachastrella* o *Phakellia* (Fig. 5.25), lo que las hace muy vulnerables a la presión pesquera al ser arrancadas del sustrato en las operaciones de virado del aparejo. Claro ejemplo de estos fondos rocosos lisos son las agregaciones esponjas litistidas (esponjas piedra) muy abundantes en el cañón de El Corbiro (Fig.5.9D). En zonas rocosas potenciales para contener agregaciones de estas especies de esponjas, como es el afloramiento rocoso Agudo de Fuera (Fig. 3.1), muy presionado por las pesquerías artesanales (Fig. 3.5), se ha descrito impactos negativos sobre las grandes esponjas (Rodríguez-Basalo et al., 2021). Por ello se considera que su estructura está parcialmente degradada. Al mismo tiempo, la extracción o arranque de las esponjas de su hábitat motiva que aparezcan alteraciones de su composición funcional ya que se degradaría la componente tridimensional biogénica que facilita el asentamiento de otras especies y reduciría la actividad filtradora que caracteriza este hábitat (Fig. 5.22). Se considera que en principio el grado de conservación de sus funciones es mediano y la posibilidad de restauración es muy difícil. En conclusión, el grado de conservación de este hábitat es mediano o reducido.



Figura 5.25. Hábitat "Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas".

Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*: Este hábitat de fondos sedimentarios presenta un elevado índice de sensibilidad ya que la principal especie que lo identifica, la esponja nido, es muy frágil tanto en lo que respecta a su cuerpo como en el modo de fijación al substrato (fangoso). Gracias a su tamaño y estructura corporal la esponja supone un microhábitat para otras muchas especies (Fig.26). El situar en este estudio este hábitat solo en fondos muy profundos de más de 1000 m no implica que el hábitat potencial de la esponja estructurante empiece a partir de aquí, ya que en fondos mas someros (600-1000 m) ha podido ser eliminada por la pesquería de arrastre. De hecho aparece en densidades bajas en fondos sedimentarios de menos de 1000 m del hábitat G4 en la plataforma marginal (Canto Nuevo). Las estimaciones aquí realizadas se refieren a la actual zona de distribución del hábitat (> de 1000 m). En consecuencia se considera que no hay posibilidad de restauración en su localización actual y el grado de conservación de este hábitat es bueno.



Figura 5.26. Hábitat "Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*". Detalle de la colonización de la esponja estructurante del hábitat por otras especies bentónicas.

Arrecife de corales profundos de *L. pertusa* y/o *M. oculata*: Este hábitat biogénico genera una estructura tridimensional de gran porte que facilita el asentamiento de otras muchas especies (Fig. 5.27). Es el principal valor ambiental del LIC SCA debido a sus valores de riqueza y biodiversidad y la enorme vulnerabilidad que presenta. Como es normal en esta región del Atlántico el estado del arrecife no es muy favorable ya que un alto porcentaje de sus colonias (> 80%) están muertas. Una gran parte del arrecife constituye lo que se llama coral muerto compactado, *dead coral framework* en inglés, pero dado que las colonias vivas están muy entremezcladas con las regiones muertas y de forma muy fraccionada no se ha considerado como un hábitat aparte por la dificultad de su cartografiado. Según la gran mayoría de autores, las causas de esta enorme mortalidad son de origen climático, ya que la proporción de colonias muertas aumenta progresivamente con la disminución de la latitud (mejor estado en Noruega y peor en Mauritania). Sin embargo tampoco hay que descartar en la zona de estudio un mayor impacto añadido debido a los aportes sedimentarios, tanto de origen natural (Rumín-Caparrós et al., 2016) o de origen antrópico (pesca de arrastre situada en el borde continental superior). En consecuencia, consideramos que su estructura está parcialmente degradada. En algunas zonas, como el cañón de Avilés, el arrecife aparece muy degradado y las regiones muertas del arrecife se encuentran muy colonizadas por estrellas brisinguidas en su límite batimétrico superior y por esponjas (*Aphrocallistes beatrix*) en las zonas más profundas, limitando en gran manera la función de los corales como depredadores de organismos suprabentónicos al ser sustituidos por especies filtradoras. Se considera que las perspectivas de conservar la funcionalidad del arrecife de corales son medianas o desfavorables.

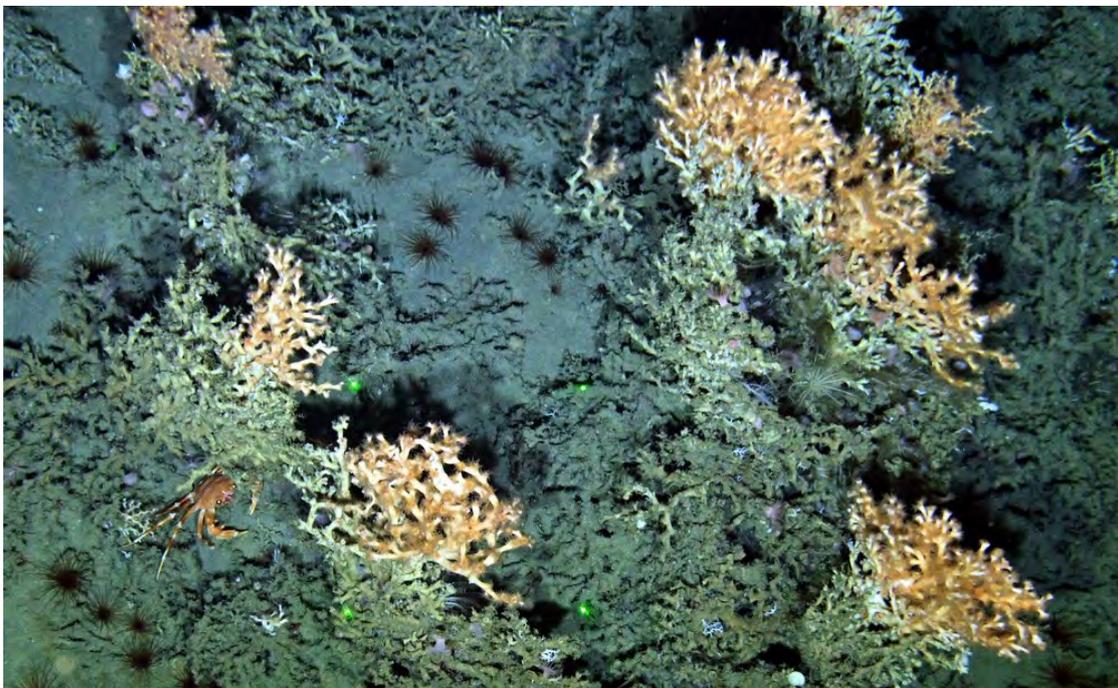


Figura 5.27. Hábitat "Arrecife de corales profundos de *L. pertusa* y/o *M. oculata*". Se observa un alto porcentaje de cobertura por parte del coral muerto compactado (*dead coral framework*).

Con los conocimientos actuales vemos muy difícil la restauración de este hábitat debido al elevadísimo coste que supondría intentar aumentar el porcentaje de superficie ocupada mediante implantación de nuevas colonias y asumir que sobreviven en una situación ambiental aparentemente poco favorable. En consecuencia, y a pesar de que nos encontramos en este LIC con una de las mejores representaciones de los arrecifes de corales de aguas frías identificados hasta la fecha en nuestras aguas, consideramos que su grado de conservación es mediano.

Arrecife de coral con *Phelliactis hertwigi*: Ya se ha comentado anteriormente que este hábitat se corresponde con la fase más degradada del arrecife de corales de aguas frías en donde hay un predominio de coral muerto compactado. Hemos considerado separarlo en el cartografiado para facilitar la toma de decisiones sobre las posibles medidas de gestión. Este hábitat no se presenta en muchos casos como arrecife propiamente dicho sino que suelen ser colonias independientes sin formar agregaciones tridimensionales importantes, salvo los restos agregados de corales muertos (Fig. 5.28). La anemona *P. hertwigi* (muy abundante en muchos casos) se fija, o bien sobre las ramas de las colonias muertas o bien sobre el substrato que rodea a las mismas y que en la mayor parte de los casos son bioclastos. La estructura del hábitat está parcialmente degradada y al igual que lo expuesto en el caso del arrecife de corales profundos se estima que la conservación de sus funciones es mediana con una posibilidad de restauración difícil. En consecuencia, el estado global de conservación es mediano.

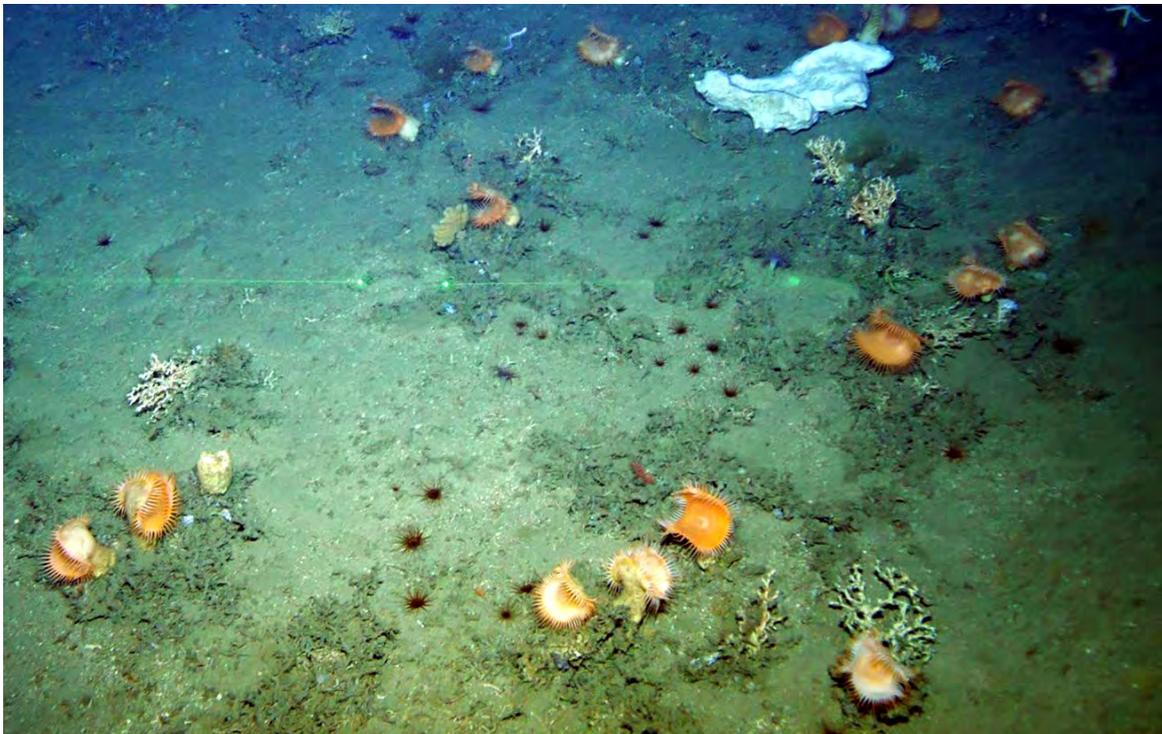


Figura 5.28. Hábitat “Arrecife de coral con *Phelliactis hertwigi*”. Es notable la presencia de coral muerto compactado que sirve de soporte a la anemona.

Roca batial con *Asconema setubalense*: Este hábitat exige una dedicación especial en este apartado. Se encuentra únicamente en un área muy concreta del LIC, en los fondos de grandes bloques rocosos del caladero denominado Mar de Mares. La especie que lo define es una gran esponja hexactinélida extremadamente frágil y muy escasa en todo el mar Cantábrico, habiéndose identificado hasta la fecha solamente en el AMP El Cachucho, en un estado de franca regresión y en densidades mucho menores que aquí (Sánchez et al., 2017; Rodríguez-Basalo et al., 2021). Su gran tamaño favorece la creación de un hábitat tridimensional biogénico en donde se observan también varias especies de equinodermos y crustáceos que utilizan el cuerpo de las esponjas como microhábitat o para facilitar su alimentación.



Figura 5.29. Ejemplares de la esponja *Asconema setubalense* con diversos grados de daños producidos probablemente por las líneas de aparejos artesanales. En algún caso ha sido arrancada recientemente del fondo rocoso. Se observan también algunos pequeños ejemplares que permitirían el reclutamiento de la especie en la zona.

Grandes ejemplares de esta esponja, de crecimiento muy lento (Prado et al., 2011b), aparecen en esta zona del SCA gravemente dañados por las actividades pesqueras que la utilizan como caladero, denominado Mar de Mares (ver Fig. 3.5). Estos daños se manifiestan modificando sustancialmente su estructura corporal en forma de copa y en algunos casos siendo arrancados los ejemplares del sustrato (Fig. 5.29). Nos basamos en que las observaciones de los campos de esta especie en zonas prístinas o sin pesquerías no manifiestan estas alteraciones corporales y muestran un aspecto de copa cilíndrica. Es probable que si estos daños no son muy severos, y siempre que la esponja continúe fija en el fondo, el ejemplar pueda sobrevivir algún tiempo, pero son necesarios estudios específicos al respecto.

Se considera que el hábitat de fondos rocosos con *A. setubalense* se encuentra parcialmente degradado es su estructura debido a la alteración evidente de su estado favorable de conservación. El papel de este hábitat en el funcionamiento del ecosistema bentónico estará siendo también afectado al disminuir la población de las grandes esponjas filtradoras y siendo sustituidas estas por otras especies oportunistas mas resistentes a las presiones. Sin embargo consideramos posible su restauración si se limitan los efectos de la actividad pesquera ya que la zona en donde se ha localizado este hábitat se presenta como muy favorable para la población de la misma. En ella aparecen muchos ejemplares pequeños que podrían potenciar un reclutamiento al área y en consecuencia una posibilidad de restauración si se elimina el elemento perturbador (Fig. 5.30). Finalmente, se considera una evaluación global del grado de conservación mediano.



Figura 5.30. Ejemplares juveniles de *Asconema setubalense* en el caladero Mar de Mares.

Fangos batiales con foraminíferos: Este hábitat no ha sido considerado como del tipo 1170 Arrecifes en este informe. Sin embargo presenta unos índices de sensibilidad altos (Tabla 5.5). Su especie típica es el foraminífero xenofióforo *Syringammina aff. fragilissima*, que puede alcanzar un tamaño máximo de 20 cm. Está formado por una única célula que crece en cientos de tubos ramificados cementando sedimento que forman una delicada estructura semiesférica. Como su propio nombre indica su extrema fragilidad no admite ningún tipo de presión física sobre el fondo. Entre otras especies que ocupan este particular hábitat se encuentran las esponjas carnívoras del género *Chondrocladia* (*Chondrocladia*) *robertballardi* de muy escasa presencia en todo el planeta y una rareza en el grupo de los poríferos. Actualmente las presiones antrópicas en este hábitat de gran profundidad (> 1200 m) pueden considerarse inexistentes por lo que su grado de conservación se estima como excelente. Sin embargo hay que tenerlo en cuenta de cara a futuros posibles impactos producidos por minería de gran profundidad o presiones antrópicas sobre el fondo de otros diversos tipos.



Figura 5.31. La sorprendente esponja carnívora *Chondrocladia* sp. se encuentra en el hábitat profundo caracterizado por la presencia del foraminífero *Syringammina* aff. *fragilissima* que puede observarse en primer plano.

Roca circalitoral con *Dendrophyllia cornigera* y *Phakellia ventilabrum*: Se han realizado numerosos muestreos visuales en este hábitat y no se han identificado daños aparentes sobre las principales especies que caracterizan el mismo y que pudieran afectar a su estructura por lo que juzgamos que se encuentra bien conservada. Ello probablemente sea debido a que son especies bentónicas de porte mediano sobre un sustrato muy rugoso lo que facilita la menor exposición a cualquier tipo de presión física

sobre el fondo (Fig. 5.32). En la zona solo operan pesquerías artesanales de palangre y enmalle al ser inaccesible al arrastre de fondo. Sin embargo, antes de sacar conclusiones precipitadas es necesario conocer los efectos producidos por las pesquerías artesanales a partir de los estudios efectuados por la Acción A4.1 del proyecto INTEMARES. En principio se estima que conserva bien sus funciones por lo que su estado de conservación global es bueno.

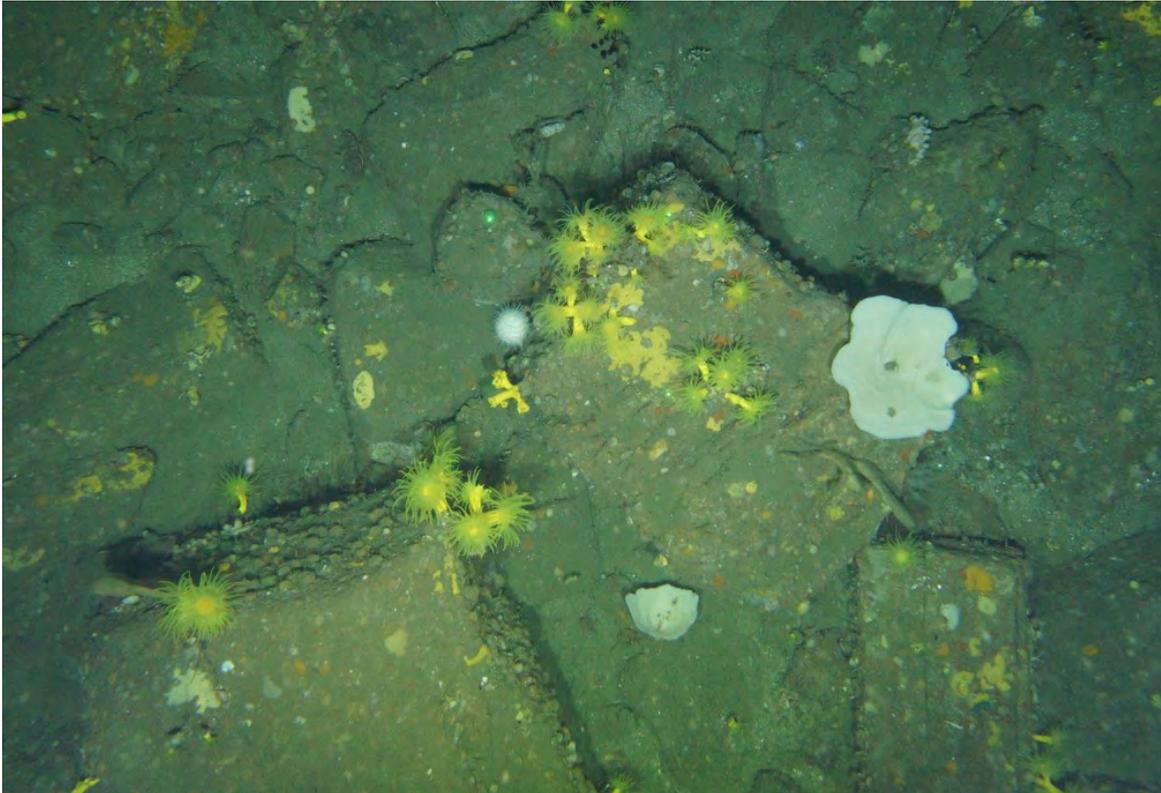


Figura 5.31. Hábitat "Roca circalitoral con *Dendrophyllia cornígera* y *Phakellia ventilabrum*". Se observa la enorme rugosidad del fondo con grandes bloques y resaltes rocosos.

Tabla 5.6. Evaluación preliminar del grado de conservación de cada hábitat de interés comunitario registrado en la zona de estudio.

HÁBITATS BENTÓNICOS PRESENTES	CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA	CONSERVACIÓN DE LAS FUNCIONES	POSIBILIDAD DE RESTAURACIÓN	GRADO DE CONSERVACIÓN
GC4: Roca batial colmatada de sedimentos con <i>Acanthogorgia</i> y <i>Thouarella</i>	Bien conservada	Perspectivas buenas	-	BUENA
GC2: Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas	Parcialmente degradada	Perspectivas medianas	Difícil	MEDIANA o REDUCIDA
G5: Fangos batiales con <i>Pheronema carpenteri</i>	Bien conservada	Perspectivas buenas	-	BUENA
GR2: Roca batial con <i>Asconema setubalense</i>	Parcialmente degradada	Perspectivas medianas	Posible	MEDIANA o REDUCIDA
GC6: Arrecife de corales profundos de <i>L. pertusa</i> y/o <i>M. oculata</i>	Parcialmente degradada	Perspectivas medianas	Difícil	MEDIANA o REDUCIDA
GC1: Arrecife de coral con <i>Phelliactis hertwigi</i>	Parcialmente degradada	Perspectivas medianas	Difícil	MEDIANA o REDUCIDA
GR1: Roca circalitoral con <i>Dendrophyllia cornígera</i> y <i>Phakellia ventilabrum</i>	Bien conservada	Perspectivas buenas	-	BUENA

6 Conclusiones y recomendaciones

En los datos presentados se ha tenido muy en consideración la finalidad de este informe en aportar unos resultados aplicables en la redacción del futuro Plan de Gestión aplicable al actual LIC- ESZZ12003 "*Sistema de Cañones Submarinos de Avilés*". Las principales conclusiones y recomendaciones extraídas son:

Clasificación de hábitats

Los resultados relativos a la clasificación de hábitats dependen enormemente del filtrado que se realice de los datos de las estaciones de muestreo. En este estudio no se adoptó el criterio de considerar exclusivamente las especies sésiles, como únicas indicadoras de los hábitats epibentónicos, ya que se perdería una información importante en la caracterización de los mismos. Por ello se incluyeron en los análisis diversas especies bentónicas con capacidad de desplazamiento (vágiles) que han permitido identificar diferencias significativas en el estado de conservación y forma de presentarse cada hábitat en los diferentes cañones. A modo de ejemplo, uno de los principales valores ambientales del LIC, el "Arrecife de corales profundos de *L. pertusa* y/o *M. oculata*" se ha podido localizar en diferentes estados de conservación a partir de especies vágiles cuyas densidades variaban en función de determinadas condiciones ambientales y/o estado de salud de las colonias. También ha permitido hacer una clasificación preliminar de los hábitats de los fondos sedimentarios del LIC, muy alterados por la pesquería de arrastre, en donde las especies sésiles son muy escasas. Esta ampliación de los inventarios de especies utilizados será muy útil para conocer los efectos de las consecuencias de las medidas de gestión que se apliquen sobre las comunidades que ocupan cada hábitat.

Con respecto a la clasificación de hábitats de interés comunitario solo se han descrito siete y todos ellos pertenecientes a la unidad de gestión "1170 Arrecifes". Algunos de ellos no aparecen específicamente mencionados en el Manual de Interpretación del Anexo I de la Directiva Hábitats, como por ejemplo los "Fangos batiales con *Pheronema carpenteri*" pero dado que este hábitat presenta un cierto grado de estructura tridimensional bien asentada en el sustrato, gracias a las agregaciones de esponjas, y que es utilizada por otras muchas especies, se decidió incluirlo en el Comité Científico del proyecto INTEMARES como 1170 para garantizar su protección, ya que es extremadamente vulnerable.

Los siete hábitats clasificados como 1170 de la DH están estructurados principalmente por especies de gran porte de corales (4 de ellos) o esponjas (3). Por razones prácticas de este informe se ha realizado una importante integración de hábitats hacia niveles superiores de clasificación jerárquica ya que de otra forma, al presentarse de forma fraccionada, habría sido muy complicado obtener una cartografía viable y eficaz para aplicar medidas de gestión. Por ejemplo, y como se ha explicado en el informe, el hábitat de nivel jerárquico 4 denominado "Roca circalitoral con *Dendrophyllia cornigera* y *Phakellia ventilabrum*" ha resultado de integrar cuatro hábitats de nivel 5 caracterizados cada uno de ellos por diferentes especies acompañantes y condiciones ambientales muy específicas. El hábitat de nivel 4 "Arrecife de corales profundos de

Lophellia pertusa y/o *Madrepora oculata*", y que se ha analizado y cartografiado en su conjunto, al menos aparece en el LIC como cinco hábitats de nivel 5, algunos de ellos localizado exclusivamente en un determinado cañón submarino, debido a unas determinadas condiciones ambientales que solo se dan en el. Esto también ha sido necesario aplicarlo en el hábitat "Roca batial con agregaciones de esponjas" en donde se han identificado y descrito localizaciones muy concretas con especies muy características (por ejemplo los fondos rocosos con esponjas litístidas). El haber simplificado en este estudio la clasificación de los hábitats a un nivel jerárquico alto ha facilitado la creación de pasarelas hacia normativas o convenciones internacionales. Prácticamente todas las denominaciones de los hábitats identificados coinciden con las codificaciones de la Lista Patrón de Referencia Estatal (LPRE) lo cual agiliza la creación de atributos en las bases de datos georeferenciadas.

Distribución y Estado Ambiental de los Hábitats bentónicos

Debido a la enorme extensión considerada en la delimitación espacial del LIC, el porcentaje de la superficie de ocupación de los hábitats 1170 no es muy elevado, lo cual no debe quitarle importancia en cuanto a representatividad. Una gran parte del LIC se corresponde con fondos sedimentarios muy alterados por las pesquerías, estando muy concentrados los hábitats con mayor interés de conservación en las paredes y valles de los tres cañones submarinos y a profundidades superiores a los 600 m.

Como ya se ha explicado en el informe, se ha utilizado en el cartografiado un solo umbral de distribución muy limitada (Kappa) en el modelado en cuanto a la proyección espacial de la presencia de cada hábitat vulnerable en zonas no muestreadas. Para ello se ha realizado una importante calibración de los resultados de los modelos, expresados con diferentes umbrales, utilizando muestreos visuales (*ground-truth*) no utilizados en el análisis. El objetivo ha sido garantizar en lo posible, siguiendo el principio de precaución, el mayor grado de fiabilidad de la cartografía que posteriormente va a ser utilizada en las medidas de gestión y que pueden tener consecuencias socioeconómicas importantes. De esta decisión se deriva la distribución tan restrictiva de los resultados ya que presentar cartografía con umbrales de menor probabilidad de presencia de hábitats 1170 solo aportaba resultados muy poco realistas y en consecuencia de mas que dudoso rigor científico .

Con respecto al estado ambiental, y teniendo en cuenta que estamos hablando de hábitats profundos y en algunos casos de difícil acceso, es difícil precisar si el estado de conservación está parcialmente degradado debido a causas naturales o a presiones antropogénicas. Tampoco disponemos de un estado previo de referencia fiable. Ninguno de los hábitats estudiados ha mostrado un grado de conservación excelente, y en todo caso o mediano o bueno. Es conocido y publicado que por ejemplo los arrecifes de corales de aguas frías están en franca regresión en el Golfo de Vizcaya, en donde una gran parte de sus colonias están muertas debido a que las condiciones ambientales no son actualmente las más favorables para el desarrollo de sus colonias. En otros hábitats, como por ejemplo la "Roca batial con *Asconerma setubalense*", la gran esponja estructurante aparece muy dañada y se localiza exclusivamente en una zona con una gran presión pesquera. Sin embargo no es fácil atribuir la relación causa efecto ya que

en otras regiones del Cantábrico, como el AMP El Cachucho, en donde ya no están permitidas las actividades pesqueras de fondo, esta especie está en franca regresión por razones desconocidas hasta la fecha.

Las posibilidades de restauración de los hábitats de interés comunitario descritos las consideramos muy difíciles. El intentar aumentar la superficie de ocupación de estos hábitats mediante implantaciones de ejemplares cultivados en laboratorio es inasumible en costes. Solamente sería posible realizar actuaciones que permitieran restaurar y llevar hacia un mejor estado ambiental aquellos hábitats en donde quedara de manifiesto que su estado de degradación se debe exclusivamente a actividades antropogénicas sobre las que haya posibilidad de regulación mediante medidas de gestión. Existen localizaciones de algunos hábitats biogénicos estructurados por agregaciones de esponjas de profundidad en donde si se manifiesta su alteración por actividades pesqueras lo cual puede hacer viable su restauración mediante medidas de gestión mitigadoras de impacto.

Gestión y Conservación

El LIC presenta en sus tres cañones submarinos lo que hasta la fecha es la mejor representación del arrecife de corales profundos en aguas españolas. Este hábitat destaca sobre el resto por generar una estructura tridimensional de gran porte que da cobijo a multitud de especies, presentando los mayores índices de riqueza y diversidad de todos los identificados. Por el mismo motivo, presenta una vulnerabilidad elevada ante cualquier tipo de actividad que se aplique de forma invasiva sobre el fondo. Gracias a que este hábitat se manifiesta en partir de unas profundidades importantes (>600 m) y en zonas rocosas de fuerte pendiente, el impacto directo de las pesquerías está restringido solo a ciertas modalidades de la pesca artesanal, concretamente el palangre de fondo, ya que el enmalle está prohibido a más de 600 m de profundidad. Sin embargo las observaciones realizadas muestran que el arrecife se encuentra sometido a grandes aportes sedimentarios y sus colonias muestran un grado importante de degradación al ser cubiertas por ellos. En algunas zonas prácticamente el arrecife se reduce a coral muerto compactado (*dead coral framework*) que sirve de soporte a especies diferentes que las del arrecife vivo. El estado de conservación del arrecife y su biodiversidad asociada es mejor en el cañón en donde existe un mayor transporte sedimentario horizontal, derivado de las fuertes corrientes asimétricas (cañón de La Gavieta) que en el cañón en donde se observa una elevada turbidez debida a la fuerte presencia de partículas en suspensión (cañón de Avilés).

Es difícil precisar si el grado de turbidez que aparece en los cañones obedece a causas naturales derivadas de los mecanismos de transporte de sedimentos desde las cabeceras a las cuencas profundas, típicas de los cañones, o por el contrario influyen determinadas actividades humanas. Toda la zona del borde de la plataforma continental y comienzo del talud que se sitúa sobre la cabecera del cañón de Avilés está sometida a una fuerte presión por parte de la pesquería de arrastre en pareja dirigida a la bacaladilla (lirio). Esta descrito y publicado en otras zonas de cañones submarinos que las actividades de los arrastreros en zonas de fuerte pendiente provocan importantes deslizamientos de sedimentos hacia las zonas más profundas afectando

seriamente a hábitats que están distantes de sus actividades (Puig et al., 2012). Estos efectos colaterales de la pesquería de arrastre hay que tenerlos en consideración en lo que respecta a las medidas espaciales de gestión. También es importante contemplar en estas medidas que la posición del barco, que es la utilizada en los sistemas de control, está muy alejada de donde actúa el arte sobre el fondo. En pescas profundas el arte puede estar a más de 2 km alejado de la popa del barco y en consecuencia de la posición del mismo en los sistemas de control.

El hábitat del tipo 1170 que mas superficie de ocupación aporta al LIC y además se encuentra muy bien cartografiado, debido a que se dispone de buena información georeferenciada de sus requerimientos ambientales, es la "Roca circalitoral con *Dendrophyllia cornígera* y *Phakellia ventilabrum*". A pesar de estar estructurado por corales y esponjas de mediano porte no ha mostrado una sensibilidad demasiado alta y su estado de conservación es bueno. La región que ocupa se corresponde con una plataforma rocosa situada entre las cabeceras de los tres cañones submarinos y es utilizada en mayor o menor medida por la flota artesanal de palangre y enmalle. Sin embargo, y probablemente debido a la rugosidad y pendientes que caracterizan al hábitat, no parece que se encuentre demasiado alterado por estas actividades extractivas, lo cual será necesario considerar en el Plan de Gestión. En el informe de presiones sobre esta zona de la Acción A4.1 de INTEMARES se abordara en detalle esta cuestión.

No podemos olvidar en cuanto a recomendaciones de gestión la necesidad de realizar estudios que permitan identificar espacialmente los rendimientos económicos de las diferentes modalidades de pesca que se ejecutan en la zona como base de información para ser utilizada en la planificación espacial (zonificación) del futuro plan de gestión que se aplique en la zona (Rodríguez-Basalo et al., 2019).

En términos generales, el Sistema de Cañones Submarinos de Avilés cumple con la mayoría de los criterios que justifican su integración en la Red de Áreas Marinas de España (RAMPE; RD 1599/2011) y que a continuación se detallan:

- Representatividad del hábitat 1170 en las diferentes estructuras geomorfológicas (circalitoral rocoso, cañones submarinos y talud superior) lo que supone una gran diversidad de hábitats bentónicos biogénicos con diferentes tipos de comunidades dominadas por cnidarios y poríferos.
- Su carácter único o raro, asociado a las particulares condiciones ambientales y procesos de producción de los cañones submarinos en donde destaca la presencia de los montículos carbonatados biogénicos en el cañón de La Gaviera.
- Su importancia para hábitats en peligro o en declive en donde destaca la gran extensión cubierta por los descritos como tales por la Comisión OSPAR.
- Su grado de naturalidad, característico de las zonas muy profundas alejadas de la costa, presentando algunos hábitats con poca presión de origen antrópico.
- Su sensibilidad y vulnerabilidad asociadas a una lenta recuperación de sus comunidades que contienen en las mayor parte de los casos especies sésiles de gran tamaño, frágiles y de crecimiento lento.

- Su contribución a la conectividad ya que la presencia de los enormes cañones submarinos, y sus particulares mecanismos de alta producción biológica, atrae a numerosas especies que los utilizan en sus rutas migradoras tanto con motivos tróficos como reproductivos.
- Su importancia como Hábitat Esencial para determinadas especies que utilizan la alta producción primaria de los cañones para garantizar la supervivencia de sus fases tempranas siendo zona de reclutamientos o de concentración de reproductores para numerosas especies comerciales.

Necesidades futuras

El estudio realizado sobre el Sistema de cañones Submarinos de Avilés durante el proyecto INTEMARES aporta un importante avance en el conocimiento de los hábitats vulnerables de este productivo ecosistema. Sin embargo, y apoyándose en la información presentada, son necesarios nuevas aproximaciones metodológicas que permitan ampliar el conocimiento científico de las dependencias ambientales de las diferentes comunidades presentes. Es imprescindible realizar un estudio detallado de los tipos de fondos que se manifiestan en los cañones submarinos como principal componente ambiental de los hábitats bentónicos. Con la información disponible hoy día no es posible realizar una cartografía de alta resolución de la presencia de los diferentes hábitats de los cañones submarinos. Al mismo tiempo es necesario identificar la particular dinámica oceanográfica que gobierna la producción biológica en los cañones mediante la instalación de plataformas multiparamétricas sumergidas (*landers*) durante largos periodos de tiempo. La variabilidad estacional de los diferentes parámetros fisicoquímicos de la capa de agua próxima al fondo (*Benthic Boundary Layer*) puede permitir estimar sus efectos sobre el estado de conservación de los hábitats cosa que no es posible con campañas periódicas de seguimiento periódico.

Con respecto a las necesidades de estimar el grado de afectación de las actividades antrópicas sería importante el planteamiento de estudios mediante sensores de turbidez y trampas de sedimento en las paredes de los cañones para verificar el grado de impacto sobre los hábitats producido por los deslizamientos sedimentarios de las actividades de la pesca de arrastre localizadas en zonas del borde continental superior.

7 Referencias bibliográficas

- Allouche, O., Tsoar, A. y Kadmon, R. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of Applied Ecology* 43, 1223–1232 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01214.x>
- Arrese, B., Gómez-Ballesteros, M. y Díez-García, I.P. 2021. Informe sobre la distribución espacial de las características geomorfológicas y sedimentarias del LIC-ESZZ12003 Sistema de cañones submarinos de Avilés. Informe Proyecto INTEMARES, 76 pp. https://intemares.es/sites/default/files/6._geomorfologia_canones_de_aviles.pdf
- Benito, B.M., Cayuela, L. y Albuquerque, F.S. 2013. The impact of modelling choices in the predictive performance of richness maps derived from species-distribution models: Guidelines to build better diversity models. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(4), 327–335. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.12022>
- BOE, 2014. Orden AAA/2280/2014, de 1 de diciembre, por la que se aprueba la propuesta de inclusión en la lista de lugares de importancia comunitaria de la Red Natura 2000 de los espacios marinos ESZZ12003 Sistema de Cañones Submarinos de Avilés, ESZZ16003 Sur de Almería-Seco de los Olivos, ESZZ16005 Espacio Marino de Alborán, ESZZ16004 Espacio Marino de Illes Columbretes y ESZZ15001 Banco de la Concepción. MAGRAMA, 12 pp. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-12628
- Cardone, F., Corriero, G., Longo, C., Mercurio, M., Onen Tarantini, S., Gravina, M.F. y Pierri, C. 2020. Massive bioconstructions built by *Neopycnodonte cochlear* (Mollusca, Bivalvia) in a mesophotic environment in the central Mediterranean Sea. *Scientific reports*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63241-y>
- Clarke, K.R., Gorley, R.N., Somerfield y P.J., Warwick, R.M. 2014. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 3rd edition. PRIMER-E: Plymouth. https://updates.primer-e.com/primer7/manuals/Methods_manual_v7.pdf
- De Leo, F.C., Smith, C.R., Rowden, A.A., Bowden, D.A. y Clark, M.R. 2010. Submarine canyons: hotspots of benthic biomass and productivity in the deep sea. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, N. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.0462>.
- EC 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats. EUR28. European Commission DG Environment, pp. 144. https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf
- Fielding, A.H. y Bell, J.F. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24, 38–49. <https://doi.org/10.1017/S0376892997000088>.
- Gómez Gesteira, M., de Castro, M., Rosón, G. y Varela, R.A. 2008. Oceanography of the Bay of Biscay. *Journal of Marine Systems*, 72, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2007.11.008>

- Gil, J., Valdés, M., Moral, M. y García-Soto, C. 2002. Mesoscale variability in a high resolution grid in the Cantabrian Sea (southern Bay of Biscay). *Deep-Sea Research I*, 49(9), 1591–1607. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(02\)00041-9](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(02)00041-9)
- Gómez-Ballesteros, M., Druet, M., Muñoz, A., Arrese, B., Rivera, J., Sánchez, F., Cristobo, J., Parra, S., García-Alegre, A., González-Pola, C., Gallastegui, J., Acosta, J., 2014. Geomorphology and sedimentary features of the Avilés Canyon System. Cantabrian Sea (Bay of Biscay). *Deep-Sea Research II*, 106, 99–117.
- Gómez-Ballesteros, M., Druet, M., Muñoz, A., Arrese, B., Rivera, J., Sánchez, F., Cristobo, J., Parra, S., García-Alegre, A., González, C., Gallastegui, J. y Acosta, J. 2014. Geomorphology of the Avilés Canyon System, Cantabrian Sea (Bay of Biscay). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 106, 99–117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.09.031>
- González-Pola, C., Fernández-Díaz, J.M. y Lavín, A. 2007. Vertical structure of the upper ocean from profiles fitted to physically consistent functional forms. *Deep-Sea Research. Part I, Oceanographic Research Papers*, 54(11), 1985–2004. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2007.08.007>
- González-Pola, C., Lavín, A., Díaz del Río, G., Cabanas, J.M., Ruiz-Villareal, M., Somavilla, R., Rodríguez, C., González-Nuevo, G. y Nogueira, E. 2012. Capítulo 2. Hidrografía y circulación. In A. Bode, A. Lavín, and L. Valdés, editors, *Cambio climático y oceanográfico en el Atlántico del norte de España*, pages 69–98. Instituto Español de Oceanografía, 2012. ISBN 978-84-95877-08-6
- González-Pola, C., Ruiz-Villarreal, M., Lavín, A., Cabanas, J.M. y Álvarez-Fanjul, E. 2005. A subtropical water intrusion spring-event in the shelf-slope of the south-western Bay of Biscay after strong wind-forcing pulses. *Journal of Atmospheric and Ocean Science*, 10(4), 343–359. <https://doi.org/10.1080/17417530601129148>
- González-Quirós, R., Cabal, J., Álvarez-Marqués, F. e Isla, A. 2003. Ichthyoplankton distribution and plankton production related to the shelf break front at the Avilés Canyon. *ICES Journal of Marine Science: Journal Du Conseil*, 60(2), 198–210. [https://doi.org/10.1016/S1054-3139\(03\)00009-2](https://doi.org/10.1016/S1054-3139(03)00009-2)
- Heiberger, R.M. y Holland, B. 2015. *Statistical Analysis and Data Display*. 2nd Edition. Springer New York, NY. 898 pp. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2122-5>. <http://www.springer.com/us/book/9781493921218>
- Hijmans, R.J., Phillips, S., Leathwick, J. y Elith, J. 2015. *Dismo: Species Distribution Modeling*. R Package Version 1.0-12. <http://CRAN.R-project.org/package=dismo>
- Huetten, E. y Greinert, J. 2008. Software controlled guidance, recording and post-processing of seafloor observations by ROV and other towed devices: The software package OFOP. In: *EGU General Assembly 2008*, 13.-18.04.2008, Vienna, Austria. *Geophysical Research Abstracts*, 10, 3088. <https://meetings.copernicus.org/www.cosis.net/abstracts/EGU2008/03088/EGU2008-A-03088-1.pdf>
- Johnson, M.P., White, M., Wilson, A., Würzberg, L., Schwabe, E., Folch, H. y Allcock, A.L. 2013. A vertical wall dominated by *Acesta excavata* and *Neopycnodonte zibrowii*,

- part of an undersampled group of deep-sea habitats. *PloS one*, 8(11), e79917. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079917>
- Keller, J.M., Gray, M.R. y Givens, J.A. 1985. A fuzzy k-nearest neighbor algorithm. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, (4), 580–585. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1985.6313426>
- Lavín, A., Valdés, L., Sánchez, F., Abaunza, P., Forest, J., Boucher, P., Lazure, P. y Jégou, A.M. 2006. The Bay of Biscay. The encountering of the ocean and the shelf. In: Robinson, K., Brink, K. (Eds.). *The Seas*, 14. Harvard University Press, pp. 933–1001 (Book Chapter).
- Llave, E., Hernández-Molina, F.J., Ercilla, G., Roque, C., Van Rooij, D., García, M., Juan, C., Mena, A., Brackenridge, R., Jané, G., Stow, D. y Gómez-Ballesteros, M. 2015. Bottom current processes along the Iberian continental margin. *Boletín Geológico y Minero*, 126 (2–3): 219–256. ISSN: 0366-0176. https://www.igme.es/Boletin/2015/126_2y3/6-Articulo%202.pdf
- Llope, M., Anadón, R., Viesca, L., Quevedo, M., González-Quirós, R. y Stenseth, N.C. 2006. Hydrographic dynamics in the Southern Bay of Biscay. integrating multi-scale physical variability over the last decade (1993-2003). *Journal of Geophysical Research*, 111, C09021. <https://doi.org/10.1029/2005JC002963>
- Louzao, M., Anadón, N., Arrontes, J., Álvarez-Claudio, C., Fuente, D.M., Ocharán, F., Anadón, A. y Acuña J.L. 2010. Historical macrobenthic community assemblages in the Avilés Canyon, N Iberian Shelf: baseline biodiversity information for a marine protected area. *Journal of Marine Systems* 80, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.09.006>
- MAPAMA, 2018. Manual de Interpretación y cumplimentación de los campos del FORMULARIO NORMALIZADO DE DATOS de los espacios protegidos RED NATURA 2000. Ed. MAPAMA, 102 pp.
- Modica, L., Rodríguez-Cabello, C., Rodríguez-Basalo, A., Ríos, P., Serrano, A., Parra, S., Gómez-Ballesteros, M., Arrese, B. y Sánchez, F. 2022. Demersal and epibenthic communities of sedimentary habitats in the Avilés Canyon System, Cantabrian Sea (NE Atlantic). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 275, 107966. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107966>
- OSPAR 2008. Case Reports for the OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. *Biodiversity Series*, 261 p. https://qsr2010.ospar.org/media/assessments/p00358_case_reports_species_and_habitats_2008.pdf
- Pingree, R.D. y Le Cann, B. 1990. Structure, strength and seasonality of the slope currents in the Bay of Biscay region. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. *Marine Biological Association of the United Kingdom*, 70(4), 857–885. <https://doi.org/10.1017/s0025315400059117>
- Prado, E., Rodríguez-Basalo, A., Cobo, A., Ríos, P., & Sánchez, F. 2020. 3D fine-scale terrain variables from underwater photogrammetry: A new approach to benthic

- microhabitat modeling in a circalittoral Rocky shelf. *Remote Sensing*, 12(15), 1–28. <https://doi.org/10.3390/RS12152466>
- Prado, E., Cobo-García, A., Rodríguez-Basalo, A., Sierra-Menéndez, S., Gómez-Ballesteros, M., Ríos, P., Arrese, B., Cristobo, J., Díez, I. P., Abad-Uribarren, A. y Sánchez, F. 2021a. Deep-learning approach to improve knowledge about a Cold Water Coral Reef in the La Gaviara Canyon (Bay of Biscay). XVII Simposio Internacional de Oceanografía en el Golfo de Vizcaya (ISOBAY17). Gijón. 1-4 Junio 2021.
- Prado, E., Cristobo, J., Rodríguez-Basalo, A., Ríos, P., Rodríguez-Cabello, C. y Sánchez, F. 2021b. In situ Growth Rate Assessment of the Hexactinellid Sponge *Asconema setubalense* Using 3D Photogrammetric Reconstruction. *Front. Mar. Sci.*, 8: 612613. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.612613>
- Puig, P., Canals, M., Company, J.B., Martín, J., Amblas, D., Lastras, G., Palanques A., y Calafat, A.M. 2012. Ploughing the deep sea floor. *Nature*, 489, 286–289. <https://doi.org/10.1038/nature11410>
- Punzón, A., Arronte, J.C., Sánchez, F. y García-Alegre, A. 2016. Spatial characterization of the fisheries in the Avilés Canyon System (Cantabrian Sea, Spain). *Ciencias Marinas* 42(4), 237–260. <http://dx.doi.org/10.7773/cm.v42i4.2628>
- Punzón, A., Rueda, L., Rodríguez-Basalo, A., Hidalgo, M., Oliver, P., Castro, J., Gil, J., Esteban, A., Gil de Sola, L. y Massutí, E. 2020. History of the Spanish demersal fishery in the Atlantic and Mediterranean Seas. *ICES Journal of Marine Science*, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz231>
- Reiswig, H.M. y Champagne, P. 1995. The NE Atlantic glass sponges *Pheronema carpenteri* (Thomson) and *P. grayi* Kent (Porifera: Hexactinellida) are synonyms. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 115: 373–384. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1995.tb01430.x>
- Ríos, P., Altuna, A., Frutos, I., Manjón-Cabeza, E., García-Guillén, L., Macías-Ramírez, A., Ibarrola, T.P., Gofas, S., Taboada, S., Souto, J., Álvarez, F., Saiz-Salinas, J.I., Cárdenas, P., Rodríguez-Cabello, C., Lourido, A., Boza, C., Rodríguez-Basalo, A., Prado, E., Abad-Uribarren, A., Parra, S., Sánchez, F. y Cristobo, J. 2022. Avilés Canyon System: Increasing the benthic biodiversity knowledge. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 274, 107924. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107924>.
- Ríos, P., Prado, E., Carvalho, F.C., Sánchez, F., Rodríguez-Basalo, A., Xavier, J.R., Ibarrola, T.P., Cristobo, J. 2020. Community Composition and Habitat Characterization of a Rock Sponge Aggregation (Porifera, Corallistidae) in the Cantabrian Sea. *Frontiers in Marine Science*, 7(578), 20. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00578>
- Ríos, P. y Sánchez, F. 2021. Informe sobre el estado actual de conocimiento de la biodiversidad del LIC-ESZZ12003 "SISTEMA DE CAÑONES SUBMARINOS DE AVILÉS". Informe Proyecto INTEMARES, 69 pp. https://intemares.es/sites/default/files/inventario_canon_de_aviles_2021.pdf

- Robert, K., Jones, D.O., Georgiopoulou, A. y Huvenne, V.A. 2020. Cold-water coral assemblages on vertical walls from the Northeast Atlantic. *Diversity and Distributions*, 26(3), 284–298. <https://doi.org/10.1111/ddi.13011>
- Rodríguez-Basalo, A., F. Sánchez, A. Punzón, M. Gómez-Ballesteros, 2019. Updating the Master Management Plan for El Cachucho MPA (Cantabrian Sea) using a spatial planning approach. *Continental Shelf Research*, 184 (2019), 54-65.
- Rodríguez-Basalo, A., Prado, E., Sánchez, F., Ríos, P., Gómez-Ballesteros, M. y Cristobo, J. 2021. High Resolution Spatial Distribution for the Hexactinellid sponges *Asconema setubalense* and *Pheronema carpenteri* in the Central Cantabrian Sea. *Front. Mar. Sci.* 8: 612761. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.612761>
- Rodríguez-Basalo A., Ríos P., B. Arrese, A. Abad-Uribarren, J. Cristobo, T.P. Ibarrola, M. Gómez-Ballesteros, E. Prado, F. Sánchez, 2022. Mapping the habitats of a complex circalittoral rocky shelf in the Cantabrian Sea (south Bay of Biscay), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 273, 107912, ISSN 0272-7714, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107912>
- Ross, L.K., Ross, R.E., Stewart, H.A., Howell, K.L. 2015 The Influence of Data Resolution on Predicted Distribution and Estimates of Extent of Current Protection of Three 'Listed' Deep-Sea Habitats. *PLoS ONE* 10(10): e0140061. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140061>
- Rumín-Caparrós, A., Sanchez-Vidal, A., González-Pola, C., Lastras, G., Calafat, A. y Canals, M. 2016. Particle fluxes and their drivers in the Avilés submarine canyon and adjacent slope, central Cantabrian margin, Bay of Biscay. *Progress in Oceanography*, 144, 39–61. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.03.004>
- Sánchez, F. 2015. Manual PescaWin 2015. Programa de monitorización de muestreos en campañas de investigación. Technical report, 31 pp. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3786.5684>
- Sánchez, F. y Gil, J. 2000. Hydrographic mesoscale structures and Poleward Current as a determinant of hake (*Merluccius merluccius*) recruitment in southern Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 152–170. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1999.0566>
- Sánchez, F., Gómez-Ballesteros, M., González Pola, C. y Punzón, A. 2014a. Sistemas de Cañones Submarinos de Avilés. Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad, 112 pp. https://www.indemares.es/sites/default/files/sistema_de_canones_submarinos_de_aviles.pdf
- Sánchez, F., González-Pola, C., Druet, M., García-Alegre, A., Acosta, J., Cristobo, J., del Río, G.D., 2014b. Habitat characterization of deep-water coral reefs in La Gavierra canyon (Avilés canyon system, Cantabrian Sea). *Deep-Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 106, 118–140. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.12.014>.
- Sánchez, F. y Olaso, I. 2004. Effects of fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem. *Ecological Modelling* 172: 151–174. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.09.005>

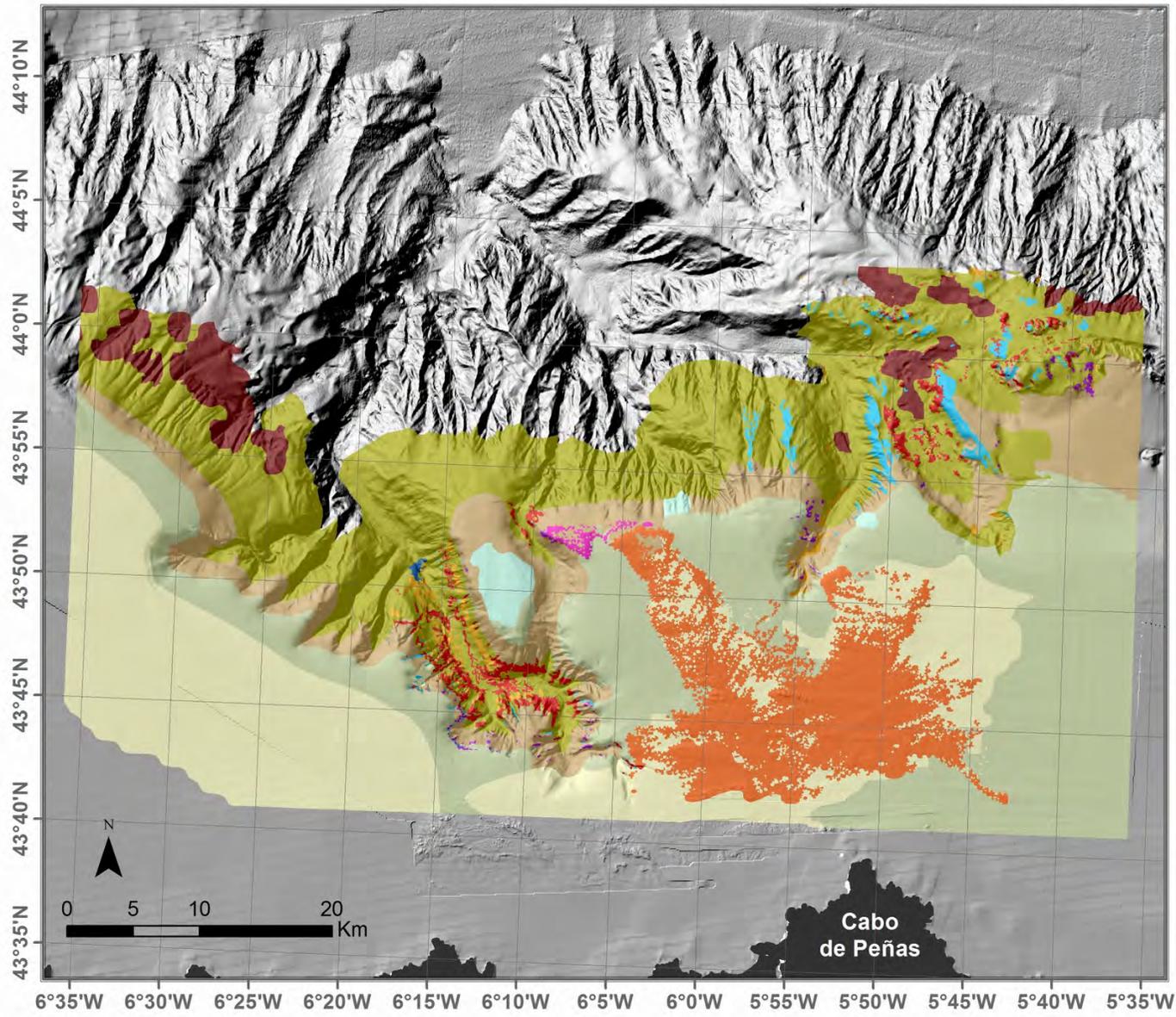
- Sanchez, F. y Rodriguez, J.M. 2009. Politolana, a New Low Cost Towed Vehicle Designed for the Characterization of the Deep-Sea Floor. Instrumentation Viewpoint. <https://www.semanticscholar.org/paper/Politolana%2C-a-new-low-cost-towed-vehicle-designed-Sanchez-Rodriguez/f53771ddf64d1d771dca5ac42715dda136fo60a4>.
- Sánchez, F., Rodríguez Basalo, A., García-Alegre, A., Gómez-Ballesteros, M. 2017. Hard bottom bathyal habitats and keystone epibenthic species on Le Danois bank (Cantabrian Sea). *Journal of Sea Research*. 130, 134–153. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.09.005>.
- Sánchez, F., Serrano, A. y Ballesteros, M.G., 2009. Photogrammetric quantitative study of habitat and benthic communities of deep Cantabrian Sea hard grounds. *Continental Shelf Research*. 29 (8), 1174–1188. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2009.01.004>.
- Sánchez, F., Serrano, A., Parra, S., Ballesteros, M. y Cartes, J.E. 2008. Habitat characteristics as determinant of the structure and spatial distribution of epibenthic and demersal communities of Le Danois Bank (Cantabrian Sea, N. Spain). *Journal of Marine Systems*. 72 (1–4), 64–86. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2007.04.008>.
- Serrano, A., Velasco, F., Olaso I. y Sánchez, F. 2003. Macrobenthic crustaceans in the diet of demersal fish in the Bay of Biscay in relation to abundance in the environment. *Sarsia*, 88: 36–48. <https://doi.org/10.1080/00364820308469>.
- Serrano, A., Sánchez, F. y García-Castrillo, G. 2006. Epibenthic communities of trawlable grounds of the Cantabrian Sea. *Scientia Marina* 70, 149–159. <https://doi.org/10.3989/scimar.2006.70s1149>.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379–423 and 623–656. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Marín, L. y Brito, A. 2012. Guía Interpretativa. Inventario Español de hábitats y especies marinos. MAGRAMA, 229 pp. <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/guia-interpretativa-habitats-marinos-espanoles.aspx>
- Ter Braak, C.J.F. 1988. CANOCO—an extension of DECORANA to analyze species-environment relationships. *Vegetatio* 75, 159–160. <https://doi.org/10.1007/BF00045629>
- van Aken, H.M. 2000a. The hydrography of the mid-latitude northeast Atlantic Ocean: I: The deep water masses. *Deep-Sea Research. Part I, Oceanographic Research Papers*, 47(5), 757–788. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(99\)00092-8](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(99)00092-8)
- van Aken, H.M. 2000b. The hydrography of the mid-latitude Northeast Atlantic Ocean: II: The intermediate water masses. *Deep-Sea Research. Part I, Oceanographic Research Papers*, 47(5), 789–824. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(99\)00112-0](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(99)00112-0)

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A. y Smith, G.M. 2009. Mixed Effect Models and Extensions in Ecology with R . Springer, Berlin, Heidelberg (2009) ISBN 978-0-387-87457-9, 524 pp. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6>

ANEXOS

Anexo I. Cartografía de hábitats bentónicos presentes en el LIC-ESZZ12003 "Sistema de Cañones Submarinos de Avilés"

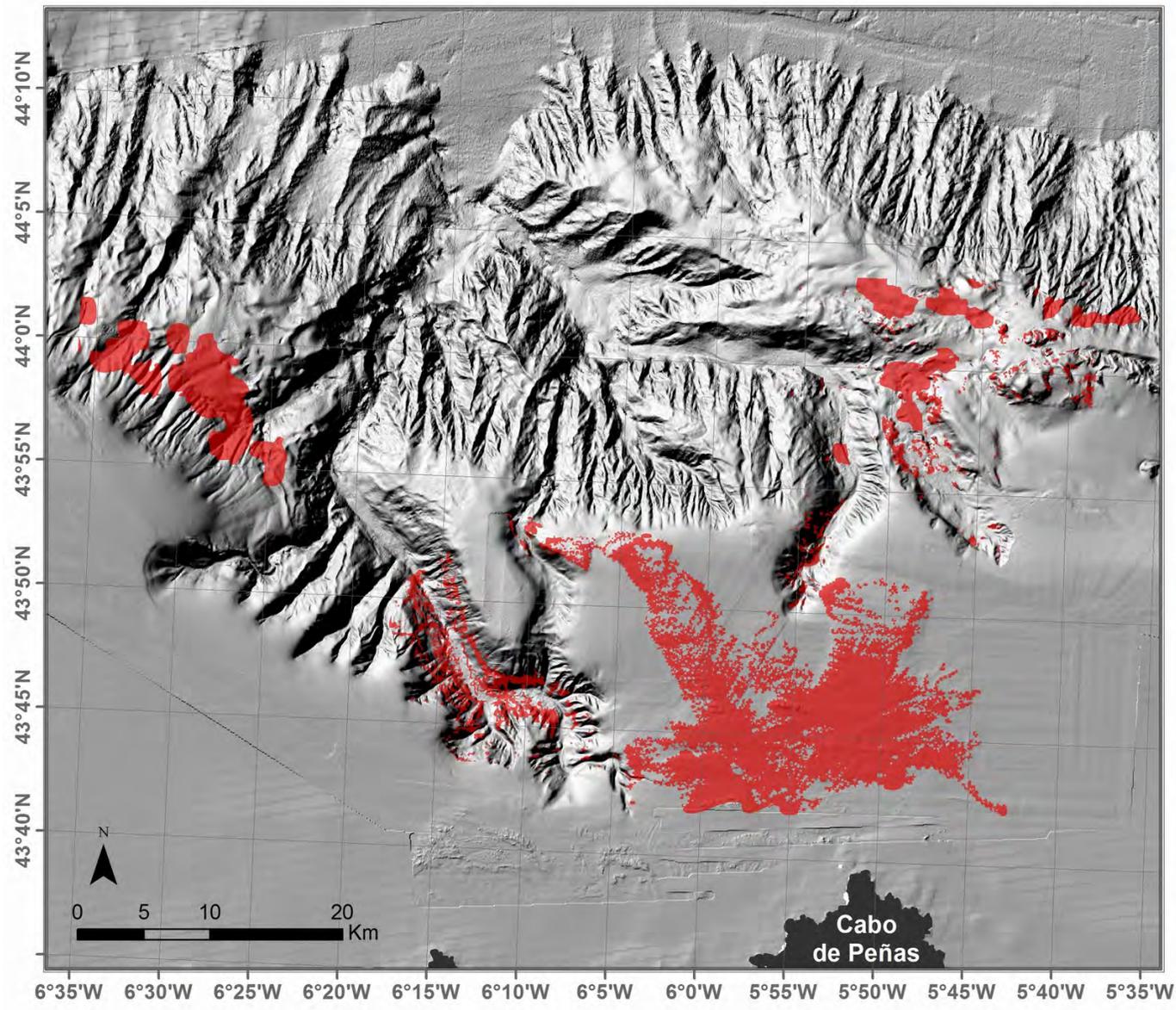
- Hábitats bentónicos
- Hábitats según la clasificación "1170 Arrecifes" de la Directiva Hábitats
- Hábitats según la clasificación Comisión OSPAR
- Sensibilidad de los hábitats bentónicos (índice 1170)



INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
 Sistema de coordenadas:
 ETRS1989 UTM Zone 30N

Sistema de Cañones Submarinos de Avilés
 HÁBITATS BENTÓNICOS

- LEYENDA**
- GR1 Dendrophyllia
 - GR2 Asconema
 - GC1 coral + Phelliactis
 - GC2 Esponjas
 - GC3 Kophobelemnon
 - GC4 Acanthogorgia
 - GC6 Arrecife coral
 - G1 Gracilechinus
 - G2 Munida
 - G3 Ophiura
 - G4 Actinauge
 - G5 Erizos
 - G6 Pheronema





INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 30N

Sistema de Cañones Submarinos de Avilés
HÁBITATS BENTÓNICOS

LEYENDA

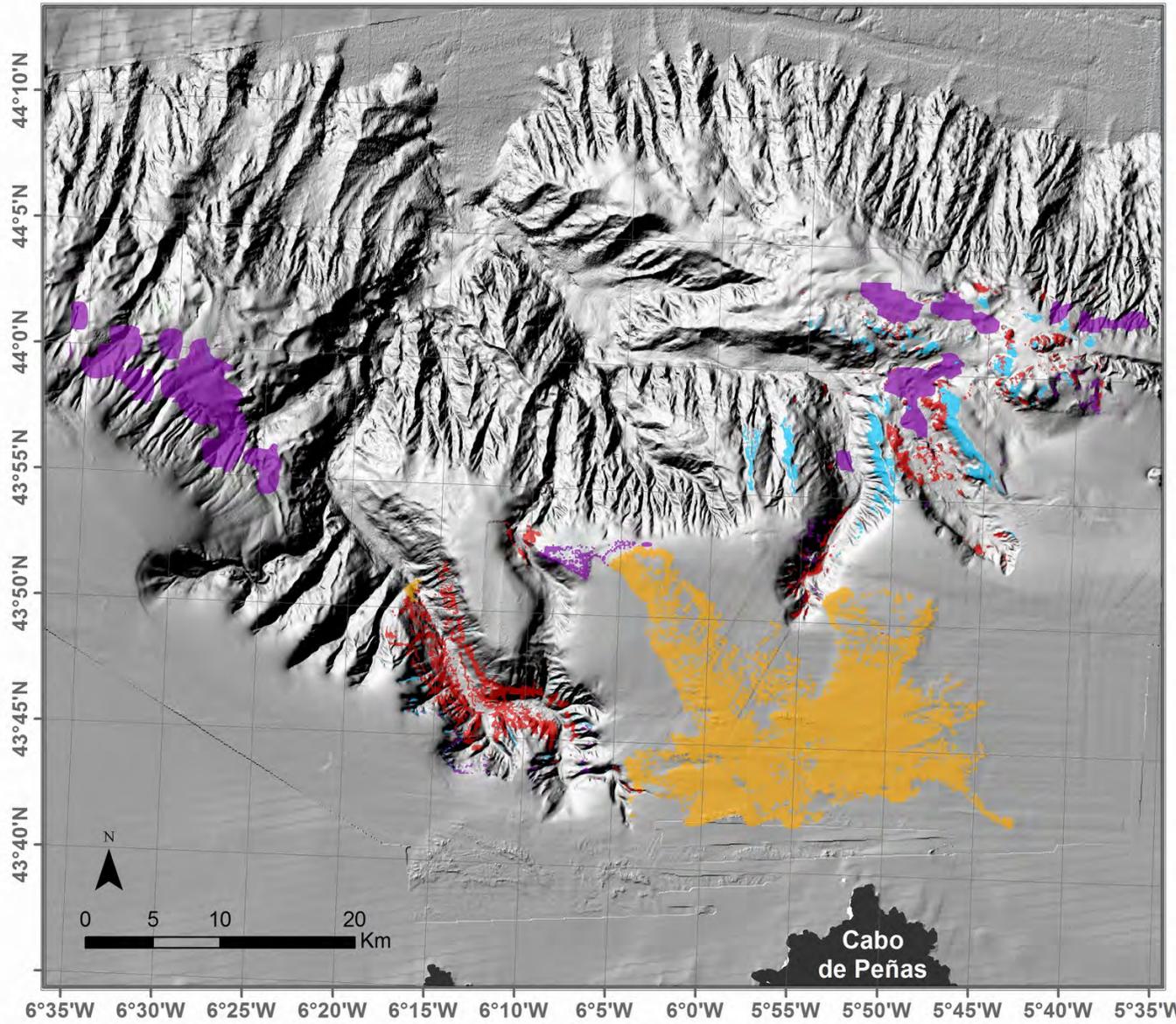
CLASIFICACIÓN DH

■ 1170 Arrecifes





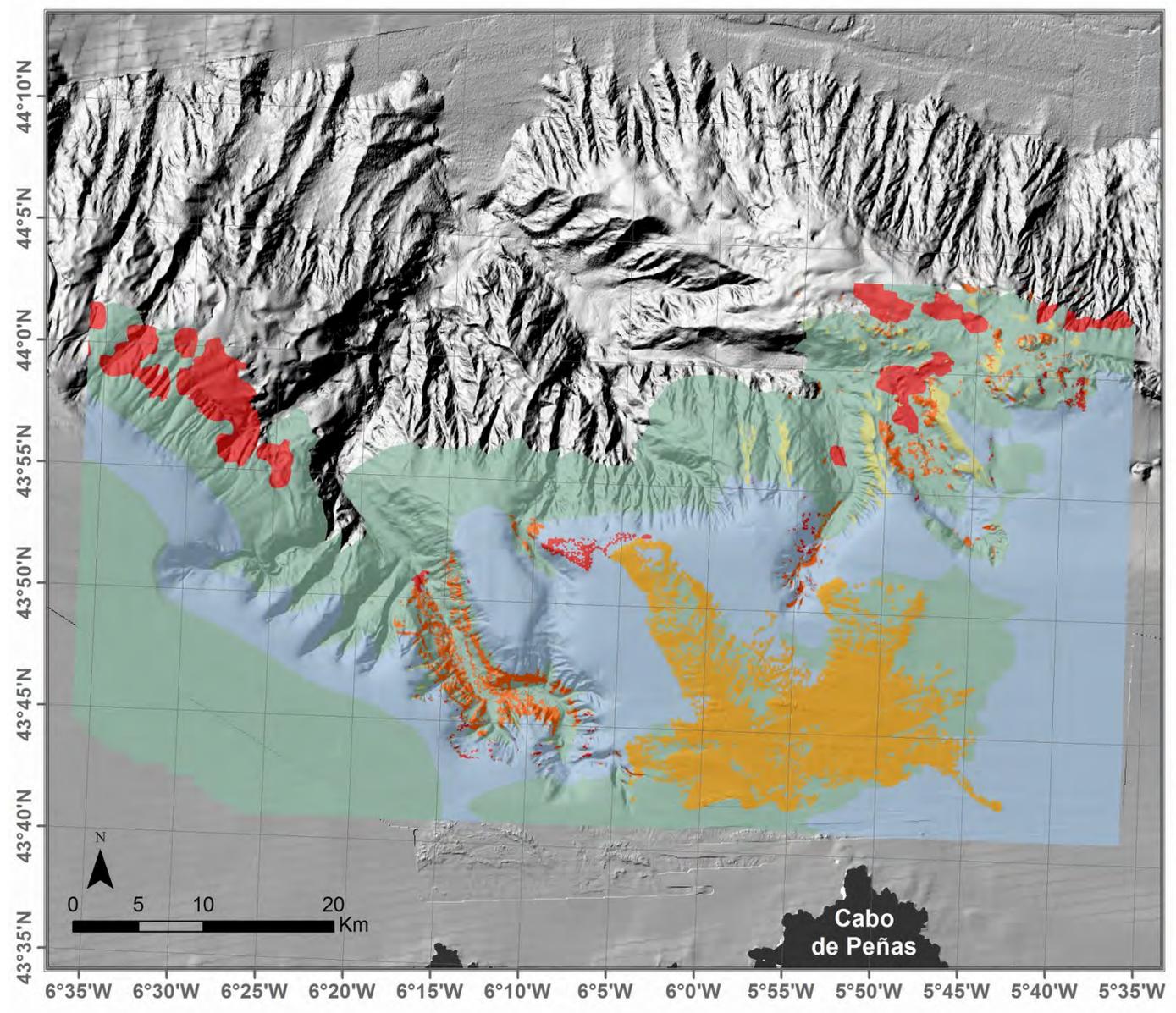


INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
 Sistema de coordenadas:
 ETRS 1989 UTM Zone 30N

Sistema de Cañones Submarinos de Avilés
 HABITATS BENTÓNICOS

- LEYENDA**
- CLASIFICACIÓN OSPAR**
- Coral gardens
 - Lophelia pertusa* reef
 - Deep-sea sponge aggregations
 - Sea-pen and burrowing megafauna communities



INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
 Sistema de coordenadas:
 ETRS1989 UTM Zone 30N

Sistema de Cañones Submarinos de Avilés
 HÁBITATS BENTÓNICOS

LEYENDA

SENSIBILIDAD

	52 - 59
	60 - 66
	67 - 74
	75 - 81
	82 - 88
	89 - 95