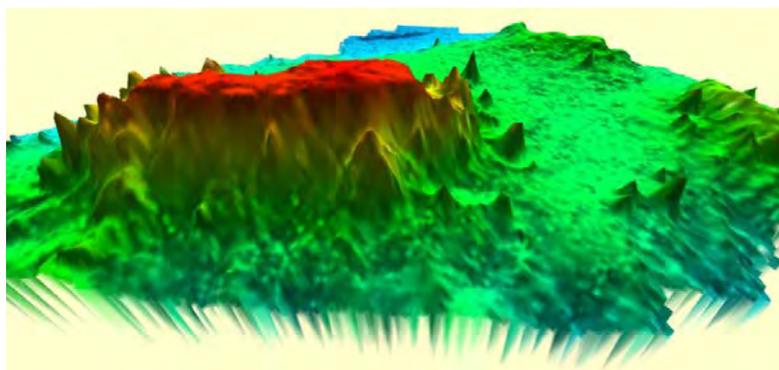
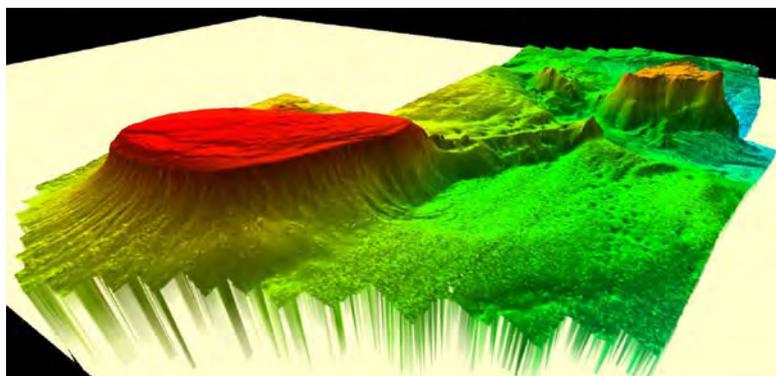


LIFE IP INTEMARES

Informe sobre la caracterización, cartografiado y estado de conservación de los hábitats bentónicos del área “Montes submarinos del Canal de Mallorca”
(Demarcación Levantino Balear)

29 de febrero de 2024



Índice

Resumen ejecutivo

Resum executiu

Executive summary

1. Introducción

2. Área de estudio

- 2.1. Oceanografía
- 2.2. Contexto geológico
- 2.3. Hábitats y especies circalitorales y batiales de interés para la conservación
- 2.4. Actividades pesqueras
- 2.5. Otras presiones humanas
- 2.6. Medidas de gestión

3. Metodología

3.1. Campañas de investigación

3.1.1. Geología

3.1.1.1. Adquisición de datos

- a) Ecosonda multihaz
- b) Perfiles de velocidad del sonido
- c) Ecosonda paramétrica
- d) Dragas y testigos

3.1.1.2. Procesado y análisis de datos a bordo

- a) Ecosonda multihaz
- b) Perfiles geofísicos de ecosonda paramétrica
- c) Muestras de sedimento y roca

3.1.2. Oceanografía

3.1.3. Comunidades bentónicas y demersales

- a) Patín epi-bentónico
- b) Draga de arrastre
- c) Red de arrastre
- d) Transectos visuales

- 3.2. Procesado y análisis de datos
 - 3.2.1. Geología
 - 3.2.1.1. Datos batimétricos
 - 3.2.1.2. Datos de reflectividad
 - 3.2.1.3. Datos de ecosonda paramétrica. Perfiles acústicos
 - 3.2.1.4. Sedimentos
 - 3.2.1.5. Visualización de imágenes submarinas
 - 3.2.1.6. Generación de capas derivadas de la batimetría
 - 3.2.1.7. Métodos de cartografía automática y no automática
 - a) Provincias fisiográficas
 - b) Tipos morfológicos
 - c) Tipos de sustrato
 - 3.2.2. Oceanografía
 - 3.2.3. Bentos y necto-bentos
 - 3.2.4. Imágenes
- 3.3. Estudio de los hábitats bentónicos
 - 3.3.1. Hábitats vulnerables y protegidos
 - 3.3.2. Modelado de hábitats
 - 3.3.2.1. Datos y muestras
 - 3.3.2.2. Selección de especies
 - 3.3.2.3. Metodología
 - 3.3.2.4. Caracterización y representatividad de hábitats
 - 3.3.3. Relación de los hábitats con variables ambientales y pesqueras
- 3.4. Estudio piloto ADN ambiental para la detección de peces

4. Resultados

- 4.1. Geología
 - 4.1.1. Provincias fisiográficas
 - 4.1.2. Caracterización geomorfológica
 - 4.1.2.1. Características básicas
 - 4.1.2.2. Descripción y distribución de tipos morfológicos
 - a) Tipos morfológicos volcánicos
 - b) Tipos morfológicos estructurales
 - c) Tipos morfológicos asociados a escape de fluidos

- d) Tipos morfológicos erosivos
- e) Tipos morfológicos deposicionales
- f) Tipos morfológicos biogénicos
- g) Tipos morfológicos gravitacionales

4.1.3. Caracterización sedimentológica

- 4.1.3.1. Distribución espacial de las principales fracciones texturales
- 4.1.3.2. Distribución espacial de parámetros granulométricos
- 4.1.3.3. Distribución espacial del contenido en carbonato
- 4.1.3.4. Distribución espacial del contenido en materia orgánica
- 4.1.3.5. Tipos de sustrato
 - 4.1.3.5.1. Sustrato duro y consolidado
 - 4.1.3.5.2. Sustrato no consolidado o sedimentario
- 4.1.3.6. Distribución espacial de los tipos de sustrato

4.2. Inventariado de especies

- ADN ambiental

4.3. Comunidades

- Impacto de la pesca de arrastre

4.4. Hábitats bentónicos

- 4.4.1. Inventario de hábitats
- 4.4.2. Modelado de hábitats
- 4.4.3. Cartografiado de especies
- 4.4.4. Hábitats y variables ambientales y pesqueras

5. Discusión y conclusiones

5.1. Criterios para la designación del LIC

- a) Diversidad: Geodiversidad y biodiversidad
- b) Especies protegidas y vulnerables
- c) Hábitats de interés comunitario, sensibles y esenciales
- d) Presión pesquera
- e) Representatividad, singularidad y sensibilidad

5.2. Recomendaciones

- a) Propuesta de LIC
- b) Criterios para la zonificación y gestión del LIC
- c) Necesidades futuras de investigación

6. Referencias bibliográficas

7. Glosario

ANEXOS

Anexo I.- Estaciones de muestreo realizadas durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES y MEDITS en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Anexo II.- Mapas de las variables ambientales utilizadas para el modelado de la distribución espacial de hábitats bentónicos en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), realizado a partir de *Species Distribution Models* (SDM), basados en modelos GAM y Maxent.

Anexo III.- Inventariado de especies y taxones identificados a partir de los muestreos realizados en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Anexo IV.- Mapas con la predicción de los modelos Maxent y GAM para el cartografiado de hábitats de los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Anexo V.- Productos cartográficos del proyecto INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Anexo VI.- Publicaciones científicas y contribuciones a congresos generados por el proyecto INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Autores del informe: Enric Massutí¹, Aida Frank¹, Olga Sánchez-Guillamón², Stefanie Keller¹, Dulce Mata-Chacón³, Desirée Palomino², Maria Teresa Farriols¹, Miguel Agulles¹, Julio A. Díaz¹, Patricia Bárcenas², Francesc Ordinas¹, Carmen López-Rodríguez², Nieves López-González², Sergio Ramírez-Amaro¹ y Juan-Tomás Vázquez².

Colaboradores durante el desarrollo del proyecto: Ulla Fernandez-Arcaya⁴, Francesca Ferragut¹, Sergi Joher¹, Gabriel Jordà¹, Elena Marco-Herrero⁵, Natalia Martínez-Carreño³, Beatriz Rincón⁴, Olvido Tello³ y Maria Valls¹.

1. Centre Oceanogràfic de les Balears (IEO), CSIC, Moll de Ponent s/n, 07015 Palma (Illes Balears).
2. Centro Oceanográfico de Málaga (IEO), CSIC, Puerto Pesquero s/n, Apto. 285, 29640 Fuengorila (Málaga).
3. Servicios Centrales (IEO), CSIC, Corazón de María 8, 28002 Madrid.
4. Centro Oceanográfico de Santander (IEO), CSIC, Promontorio San Martín s/n, Apto. 240, 39080 Santander.
5. Centro Oceanográfico de Murcia (IEO), CSIC, Varadero 1, 30740 San Pedro del Pinatar (Murcia).

Coordinación y revisión: Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Agradecimientos

A los capitanes y tripulaciones de los B/Os *Ángeles Alvariño*, *Sarmiento de Gamboa* y *Miguel Oliver*, así como a los técnicos y científicos participantes en las campañas de investigación oceanográfica, por el buen trabajo realizado a bordo.

A la Secretaría General de Pesca, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, por facilitar los registros VMS (*satellite-based Vessel Monitoring System*), así como información de los desembarcos pesqueros de la flota de arrastre con puerto base en la Panínsula Ibérica, que faena alrededor de las Islas Pitiusas.

A la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears, por facilitar los registros de las cajas verdes de la flota de artes menores que ha faenado en los montes submarinos del Canal de Mallorca, así como información de los desembarcos pesqueros de la flota con puerto base en las Islas Pitiusas.

A la Organización de Productores Pesqueros OP MallorcaMar, por facilitar hojas de venta diaria de la flota pesquera de Mallorca.

A OCEANA por facilitar datos de presencia/ausencia de cnidarios y esponjas en filmaciones submarinas realizadas con ROV durante sus campañas entre 2006 y 2014 en los montes submarinos del Canal de Mallorca.

A la Fundación Biodiversidad, por la ayuda y paciencia durante el desarrollo del proyecto.

El proyecto LIFE IP INTEMARES ha sido financiado por el programa LIFE de la Unión Europea (LIFE15 IPE ES 012). Las campañas de investigación oceanográfica MEDITS están cofinanciadas por la Unión Europea, a través del Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP) dentro del Programa Nacional de recogida, gestión y uso de datos en el sector pesquero y de apoyo al asesoramiento científico en relación con la Política Pesquera Común. J.A. Díaz y S. Ramírez-Amaro han sido contratados predoctoral y postdoctoral del Govern de les Illes Balears, con la cofinanciación del Fondo Social Europeo.

Resumen ejecutivo

Los montes submarinos son elevaciones topográficas submarinas, presentes tanto en las cuencas oceánicas como en los márgenes continentales y caracterizadas por su aislamiento de la influencia continental, que se consideran puntos críticos de actividad biológica y biodiversidad en el mar profundo (Clark *et al.*, 2012). La Acción A2.2 del proyecto LIFE IP INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), ha tenido como objetivo mejorar el conocimiento científico de los hábitats y especies bentónicas de los **montes submarinos Ses Olives (SO), Ausias March (AM) y Emile Baudot (EB)**, así como sus fondos adyacentes, para su inclusión en la Red Natura 2000 marina, una propuesta formulada por OCEANA hace más de una década (Marín *et al.*, 2011). En este informe se presentan los resultados de la Acción A 2.2 del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca, cuyos **objetivos específicos** han sido: (i) cartografiado geomorfológico y de tipos de sustrato del fondo marino; (ii) caracterización biológica del área por lo que respecta a especies y comunidades bentónicas; y (iii) caracterización y cartografiado de hábitats bentónicos. El cuarto objetivo (iv) caracterización, cartografiado y evaluación de la actividad pesquera, fue objetivo de un informe previo (Massutí *et al.*, 2022a).

Para alcanzar estos objetivos se ha llevado a cabo un **estudio interdisciplinar**, basado en la toma de datos geofísicos, imágenes y muestras del fondo marino y su biota a lo largo de cuatro campañas INTEMARES de investigación oceanográfica, realizadas entre 2018 y 2020 a bordo de los B/Os *Ángeles Alvariño* y *Sarmiento de Gamboa*, así como también en las campañas MEDITS de 2020 y 2021 a bordo del B/O *Miguel Oliver* (Massutí *et al.*, 2022b). Durante estas campañas se aplicaron técnicas geofísicas de alta resolución para estudiar el fondo marino, más concretamente **ecosondas multihaz y paramétricas** con las que se cubrió un área de 4506 km² y se adquirieron perfiles del subfondo marino a lo largo de 2700 km, respectivamente, se recolectaron sedimentos superficiales con **dragas Shipek** (122 estaciones entre 86 y 1062 m de profundidad) y **Box-corer** (20 estaciones entre 285 y 926 m de profundidad) y muestras de rocas con **dragas de arrastre** (54 estaciones entre 89 y 1191 m de profundidad). Las muestras de

sedimentos se complementaron con la toma de 18 **testigos de gravedad** entre 316 y 998 m de profundidad, para el muestreo de la columna sedimentaria. Asimismo se recolectaron muestras de flora y fauna epi- y necto-bentónica, así como de recursos pesqueros demersales con **patín epi-bentónico** tipo "Jennings" (85 estaciones entre 99 y 764 m de profundidad) y el **arte de arrastre** de fondo experimental GOC-73 (29 estaciones entre 237 y 1028 m de profundidad), esta última utilizada para la toma de muestras en los caladeros de arrastre de los fondos adyacentes a AM y EB. Estas muestras se completaron con otras muestras de biota recolectadas en las estaciones con draga de arrastre. También se utilizó un **trineo fotogramétrico** TASIFE (48 transectos entre 87 y 708 m de profundidad, con un total de 13 horas de video y 30066 m² de superficie explorada) y el vehículo de operación remota **ROV** Liropus 2000 (29 transectos entre 89 y 1162 m de profundidad, con un total de 52 horas de video y 17322 m² de superficie explorada) para la toma de imágenes del fondo marino y su biota.

Los datos geofísicos, imágenes y muestras se preprocesaron y/o guardaron a bordo, para su posterior **análisis en laboratorio siguiendo protocolos y metodologías estándar**: p.ej. (i) los programas CARIS v.11.1, ArcGIS *Benthic Terrain Modeler* e *Image Classification* para la obtención de superficies y capas batimétricas y de reflectividad del fondo marino, así como para el cartografiado de tipos morfológicos y de tipos de sustrato; (ii) los programas MATLAB e *IHS Kingdom v. 8.7* para el análisis de los perfiles del subfondo marino; (iii) los métodos propuestos por Wentworth (1922), Folk (1954), Heiri *et al.* (2001), Long (2006) y Connor *et al.* (2006) para los análisis de las características texturales de los sedimentos, realizados con el programa GRADISTAT, así como para la estimación de su contenido en materia orgánica y carbonato; (iv) el programa VLC Media Player 3.0.16 para Windows para el análisis de los vídeos grabados con trineo fotogramétrico y ROV; (v) los análisis multi-variantes MDS (*Mutidimensional Scaling*), SIMPER (*Similarity Percentage analysis*), ANOSIM (*Analysis of Similarities*) y RDA (*Redundancy Analysis*), realizados con los programas PRIMER v6 & PERMANOVA+ (Clarke y Gorley, 2006) y CANOCO 5.1 package (ter Braak y Smilauer, 2018), para la identificación, caracterización y comparación de agrupaciones de muestras, a partir de matrices de presencia/ausencia o de abundancia y biomasa estandarizadas a 500 m²

(muestras de patín) y km² (muestras de red de arrastre), y el análisis de la influencia de factores ambientales y pesqueros; y (vi) la estimación de índices de diversidad (riqueza específica, Shannon-Wiener y N₉₀) y equitatividad (Pielou), que se compararon con estadísticos como t-Student y Kruskal-Wallis utilizando programación en R v4.3.1.

El estudio de los **hábitats bentónicos** se ha basado en el modelado de la distribución espacial de especies o grupos de especies identificados, potencialmente formadoras de hábitats biogénicos. Para ello se han utilizado los datos de presencia/ausencia de estas especies o grupos, obtenidos durante los muestreos del proyecto, a los que se han añadido otros datos de 21 transectos de ROV, entre 91 y 879 m de profundidad, proporcionados por OCEANA, que entre 2006 y 2014 realizó diversas campañas oceanográficas en el área de estudio (Marin *et al.*, 2011; OCEANA, 2014). El modelado se ha realizado a partir de *Species Distribution Models* (SDM), que relacionan presencias de especies o grupos de especies con factores ambientales y antropogénicos, que pueden influir en su distribución, para extrapolarlas luego en el espacio y/o tiempo (Franklin, 2010). Se han analizado hasta 30 variables ambientales, para las que se estableció una misma resolución espacial de 100x100 m: 8 geomorfológicas, 7 sedimentológicas y 3 de presión pesquera, estimadas a partir de datos y muestras obtenidas durante el proyecto, además de 12 oceanográficas obtenidas del modelo WMOP (*Western Mediterranean OPERational forecasting system*) disponible en el Sistema de Observación y Predicción Costero de las Illes Balears (SOCIB; Tintoré *et al.*, 2013). Tras un análisis de correlación de estas variables explicativas, utilizando el coeficiente de Spearman, se seleccionaron 14 para el desarrollo de los SDM: Profundidad, Pendiente, Rugosidad, Reflectividad, *Eastness*, *Northness*, BPI grueso, % Materia Orgánica, % Arena, Velocidad máxima de la corriente del fondo y Temperatura media del fondo, como variables ambientales, y VMS flota de nasas, VMS flota de palangre de fondo y Distancia al caladero de arrastre más próximo, como variables de la huella pesquera. Para aumentar en lo posible la fiabilidad de predicción, los modelos de distribución de las especies o taxones y comunidades seleccionadas se ha construido usando dos metodologías, GAM (Hastie y Tibshirani, 1990) y Maxent (Philips *et al.*, 2006), y su ensamblaje se ha realizado solapando el resultado de las predicciones

binarias (presencia/ausencia) de los dos modelos, considerando como cuadrículas con presencia del hábitat solo aquellas en las que coinciden los resultados de ambos modelos. Mediante un sistema de información geográfica utilizando ArcGIS 10.8 se ha estimado el área de distribución de los hábitats, a partir del número de cuadrículas en los que ambos modelos predicen su presencia.

Señalar también la realización de un **estudio piloto para la detección de peces con ADN ambiental**. Esta técnica innovadora se basa en la recuperación del material genético liberado, de manera naturalmente, por las especies al entorno (p.ej. columna de agua), sin necesidad de que los organismos estén presentes. Durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019 se tomaron muestras de agua con botellas hidrográficas Niskin y de sedimentos superficiales con Draga Shipek, en tres estaciones (cima, ladera y base) de cada uno de los montes submarinos (SO, AM y EB) y a diferentes niveles de la columna de agua: superficie, aguas intermedias y por encima del fondo. Las muestras de agua se filtraron y los filtros resultantes, además de las muestras de sedimentos, se guardaron en tubos estériles para su posterior análisis en el laboratorio, donde se realizó la extracción, secuenciación y lectura del ADN siguiendo técnicas moleculares y procesamientos bioinformáticos estándar, de última generación.

Los **resultados** obtenidos han mejorado entre 6 y 20 veces el detalle batimétrico del fondo marino del Canal de Mallorca y especialmente de los montes submarinos SO, AM y EB, que se elevan 375, 264 y 600 m, respectivamente sobre las áreas adyacentes del fondo marino y tienen entre 10 y 17 km de largo. SO y AM están constituidas por materiales carbonatados, como gran parte de las unidades geológicas del Promontorio Balear y sus cimas se sitúan a 225-290 y 86-115 m de profundidad, respectivamente. Por el contrario, EB es de origen volcánico y su cima está a 94-150 m de profundidad. Los fondos alrededor de estos montes submarinos, y que los conectan, forman parte del talud medio, la provincia fisiográfica que abarca la mayor parte del área de estudio (4318 km²), con profundidades entre 208 y 1550 m, y pendientes de hasta 40° en las laderas de los montes. El talud oriental del EB está unido al **escarpe Emile Baudot**, surcado por pequeños cañones con pendientes predominantes de hasta 55°, que lo

conectan con las profundidades mayores del Mediterráneo occidental (>2500 m). Se han identificado hasta **24 elementos morfológicos** diferentes: ejes de depresión, de canal, de barranco y de cañón principal, cabeceras de barranco y de cañón, escarpes, crestas de onda, cicatrices, cuerpos, bloques y frentes de deslizamiento, montes y colinas submarina, conos volcánicos y cráteres, depósitos turbidíticos y contorníticos, depresiones pockmarks, campos de montículos y de ondas, cañones, surcos y otras depresiones. Además de los montes submarinos SO, AM y EB, en el Canal de Mallorca hay otros relieves positivos como las **colinas Dimoni y Greixonera y el guyot Bel**, este último también de origen volcánico. Otro tipo morfológico muy característico del área son los **pockmarks**, asociados a escape de fluidos desde el subsuelo, de los que se han llegado a identificar hasta 3930, entre 301 y 1178 m de profundidad. La mayoría de estas estructuras son circulares en planta, ocupan superficies de hasta 0.18 km² y tienen una altura entre 1 y 20 m. El sustrato sedimentario, no consolidado, es el dominante en los fondos del Canal de Mallorca, cubriendo las zonas adyacentes a los montes submarinos e incluyendo los campos de pockmarks, mientras que el sustrato duro queda más restringido a las cimas y laderas de los altos batimétricos como montes, colinas y conos volcánicos, así como escarpes y crestas estructurales. Dos de estos tipos morfológicos, los campos de pockmarks de gran extensión y peculiaridad en los fondos del Canal de Mallorca y lo que podríamos denominar “Campo volcánico del suroeste de Mallorca”, caracterizado por un edificio volcánico principal, el monte submarino EB, que se encuentra rodeado por un extenso campo de conos volcánicos menores, presentan un conjunto de elementos sedimentológicos y geomorfológicos que tienen un alto valor científico, cultural y educativo, por lo que se podrían proponer como Lugar de Interés Geológico (LIG) submarino. Actualmente en España, estos LIGs solo están representados por algunos elementos geomorfológicos de las Islas Canarias.

Los **sedimentos** superficiales de las cimas de los tres montes submarinos predominantes son arenas medias-gruesas bioclásticas, mientras en sus flancos el sedimento pasa a ser más fangoso, según aumenta la profundidad. En las zonas más profundas del talud existen fondos caracterizados por sedimentos fango-arenosos y de arenas finas, con material bioclástico. Los mayores valores de contenido en carbonato

(carbono inorgánico) de los sedimentos superficiales se dan en las cimas de AM y EB, extendiéndose en sus flancos hasta 250 m de profundidad, mientras que los valores intermedios se distribuyen entre 250 y 350 m (incluyendo la cima de SO) y el resto del área está cubierta por sedimentos con bajo contenido en carbonato, con valores mínimos en los fondos del talud medio. Esta distribución es opuesta a la del contenido en materia orgánica de los sedimentos, claramente relacionada con la proporción de fango, ya que tiende a acumularse en sedimentos más finos. Sus valores mínimos se dan en las cimas de los tres montes submarinos, extendiéndose a lo largo de sus flancos hasta 300–350 m de profundidad, mientras que el resto del área muestra valores intermedios a altos, con máximos en los fondos sedimentarios del talud medio.

Se han inventariado un total de **740 especies o taxones diferentes**, siendo los grupos más diversos las **esponjas**, seguidas por moluscos, crustáceos, peces teleósteos, equinodermos y cnidarios, con 195 (26%), 126 (17%), 118 (16%), 116 (16%), 64 (9%) y 42 (6%) especies o taxones identificados, respectivamente. Los primeros resultados del análisis de ADN ambiental han mostrado que en las muestras de agua de mar ha sido posible detectar taxones correspondientes a peces, pero no en las de sedimento. Se ha podido identificar 26 taxones de peces (21 osteictios y 5 condriictios), de los cuales 6 especies o géneros no se habían detectado con los otros muestreos realizados en el área de estudio. Con ello se aumenta a 746 el número de especies o taxones inventariados.

Hasta **14 de estas especies están protegidas** por diversas normativas internacionales, europeas y españolas. Destacan las esponjas *Axinella polypoides* y *Tethya aurantium*, la gorgonia *Callogorgia verticillata*, el coral bambú *Isidella elongata*, los corales de aguas frías *Dendrophyllia cornigera* y *Madrepora oculata*, el coral negro *Leiopathes glaberrima* y el falso coral negro *Savaglia savaglia*, así como el molusco gasterópodo *Ranella olearium*, por estar incluidas todas ellas en el Anexo II (especies en peligro o amenazadas) del Convenio de Barcelona para la protección del Mar Mediterráneo y en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y/o el Catálogo Español de Especies Amenazadas. En un nivel de protección más bajo, están las algas

coralináceas *Lithothamnion coralloides* y *Phymatholiton calcareum*, formadoras de fondos de maërl, que se incluyen en el Anexo II de la Directiva Hábitats, de especies de interés comunitario cuya recogida y explotación pueden ser objeto de medidas de gestión y dos crustáceos decápodos, *Scyllarus pigmaeus* y la langosta roja (*Palinurus elephas*), incluidas en el Anexo III (especies cuya explotación está regulada) del Convenio de Barcelona. Un estudio previo de OCEANA señala también la presencia de otras especies como la esponja carnívora *Lycopodina hipogea* y los moluscos gasterópodos *Charonia lampas*, *Erosaria spurca* y *Tonna galea*, incluidas en el Anexo II del Convenio de Barcelona y de los corales *Balanophyllia cf. cellulosa* y *Javania caileti*, así como diversas especies del género *Caryophyllia*, incluidas en el Apéndice II de CITES, de especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio (Marin *et al.*, 2011). También de la esponja *Spongia (Spongia) agaricina*, incluida en el Anexo III del Convenio de Berna, de especies que requieren medidas especiales en su gestión y del coral negro *Antipathes dichotoma*, incluido en este anexo, así como en el Anexo III del Convenio de Barcelona.

Algunas de las especies recolectadas han sido nuevas para la ciencia o se trata de registros nuevos en el área de estudio, e incluso en el Mediterráneo, y han permitido ampliar no solo el conocimiento científico sobre el área de distribución de algunas especies, sino también su rango batimétrico. Asimismo, se ha mejorado la descripción de otras especies hasta la fecha muy poco conocidas. Hay que destacar 8 especies nuevas, las esponjas *Foraminospongia balearica*, que además es muy abundante en el área, *Foraminospongia minuta*, *Paratimea masuttii*, *Stelletta mortarium*, *Geodia bibilonae*, *Geodia microsphaera* y *Geodia matrix* (Díaz *et al.*, 2021, 2024b) y la ofiura *Ophiomyxa xispa* (Ordines *et al.*, 2024), 6 nuevos registros para el Mediterráneo, las esponjas *Pachastrella cf. ovisternata*, *Petrosia (Petrosia) raphida*, *Calyx cf. tufa*, *Lanuginella pupa* y *Heteroxya cf. beauforti* (Díaz *et al.*, 2021, 2024a, 2024b) y la ofiura *Ophiomyces grandis* (Ordines *et al.*, 2019), una especie muy abundante en el área y un primer registro de un molusco para el Mediterráneo occidental, *Haliris granulata* (Marco-Herrero *et al.*, 2022). Destacar también el hallazgo del pez *Gymnesigobius*

medits a 501-520 m de profundidad, que representa la observación más profunda de un góbido a nivel mundial (Kovačić *et al.*, 2023). La presencia de algunas de las especies identificadas en las montañas submarinas del Canal de Mallorca podría ser exclusiva de esta área, ya que no se han detectado en la plataforma y el talud de las Islas Baleares y la costa mediterránea de la Península Ibérica. Es el caso de las esponjas *G. matrix*, *Geodia geodina*, *S. mortarium*, *Discodermia polymorpha* y *Axinella venusta* y las ofiuras *O. grandis* y *O. xispa*.

Las muestras de patín epi-bentónico ha permitido identificar **tres comunidades en fondos sedimentarios**, muy influenciadas por la profundidad: (i) entre 99 y 156 m, en las cimas de AM y EM, caracterizada por las algas rojas coralinas; (ii) entre 195 y 574 m, en las cimas de SO y las laderas de SO, AM y EB, caracterizada por diversas especies de crustáceos y esponjas, el braquiópodo *Gryphus vitreus*, el equinodermo *Ophiura (Dictenophiura) carnea* y el molusco cefalópodo *Sepietta oweniana*; y (iii) entre 501 y 759 m, en la base y fondos adyacentes de los tres montes submarinos, caracterizada sobretudo por crustáceos decápodos, como *Geryon longipes*, *Polycheles typhlops* y *Calocaris macandreae*. Los valores promedio de abundancia y biomasa estandarizada, así como los índices de diversidad de estas comunidades, disminuyen con la profundidad, aunque muestran valores similares de equitabilidad. También se observaron algunas diferencias por monte submarino, principalmente entre las cimas de AM y EB, siendo las algas rojas coralinas y algunas esponjas (p.ej. *Hexadella* sp.) más abundantes en AM y al comparar la cima de SO y las laderas de los tres montes submarinos, con mayor biomasa de *G. vitreus* y *Desmacella inornata* en AM y EB, respectivamente. Por el contrario, las diferencias entre la base de los montes y los fondos adyacentes y más profundos de la zona, fueron menores y se atribuyeron, sobre todo, a la presencia de *Isidella elongata* en SO, así como a la mayor abundancia de los peces *Nezumia aequalis* y *Lepidorhombus boscii* en AM, y de *G. vitreus* y *G. longipes* en EB. En las muestras de draga de arrastre se han identificado **tres comunidades de fondos rocosos**, determinadas por la profundidad: (i) entre 90 y 193 m, en las cimas de EB y AM, caracterizada por las algas rojas coralinas y los braquiópodos *Megerlia truncata* y *Joania cordata*; (ii) entre 242 y 609 m, en las laderas de SO, AM y EB, cuyas principales especies fueron crustáceos decápodos del género *Plesionika* y el molusco

bivalvo *Asperarca nodulosa*; y (iii) entre 209 y 1081 m, en las laderas de los tres montes submarino y los conos volcánicos que rodean el EB, caracterizada por esponjas como *Haliclona poecillastroides*, *Hamacantha* sp. y *Poecillastra compressa*, entre otras.

Las muestras obtenidas con red de arrastre han permitido identificar una comunidad de **especies necto-bentónicas en los caladeros de la flota de arrastre** adyacentes a AM y EB, entre 542 y 768 m de profundidad, caracterizada por los crustáceos decápodos *Plesionika acanthonotus*, *Plesionika martia* y *G. longipes*, peces osteíctios (*Hymenocephalus italicus*, *Phycis blennoides* y *Hoplostethus mediterraneus*) y el elasmobranquio *Galeus melastomus*. Algunas de estas especies son importantes recursos pesqueros, destacando la gamba roja (*Aristeus antennatus*), que presenta un alto valor comercial. En esta comunidad también se detectaron ciertas diferencias entre ambos montes, principalmente debidas al tiburón *G. melastomus* y los crustáceos decápodos *Phasiphaea multidentata*, *A. antennatus* y *G. longipes*, que podrían ser atribuidas al efecto de la pesca de arrastre, ya que se localiza en un caladero actualmente explotado (AM) y uno no explotado desde hace dos décadas (EB). Es el caso de *G. melastomus*, cuya abundancia media ha sido ligeramente mayor en EB que en AM, aunque otro elasmobranquio, *Etmopterus spinax*, mostró lo contrario. En este análisis, todavía muy preliminar, del **impacto de la pesca**, tampoco se observaron diferencias en la densidad media de *A. antennatus*, que sí mostró diferencias en su estructura poblacional, con mayor proporción de machos y hembras de tallas grandes en EB que en AM.

A partir de los videotransectos con trineo fotogramétrico y ROV, se identificaron hasta 31 **hábitats bentónicos** diferentes (Massutí *et al.*, 2022b), algunos de los cuales están considerados por el Comité Científico, Técnico y Económico para las Pesquerías (STECF de sus siglas en inglés), de la Comisión Europea como hábitats sensibles y también *Essential Fish Habitats*, ya que son fundamentales para el desarrollo de etapas críticas del ciclo vital de recursos pesqueros del Mediterráneo (STECF, 2006): p.ej. fondos de "maërl/rodolitos", "fangos batiales con *Isidella elongata*" y "facies de crinoideos". SO y EB mostraron la menor y mayor variabilidad, con un total de 11 y 21 hábitats

identificados, respectivamente y AM presentó un número intermedio de hábitats (16), aunque fue el monte submarino en el que se realizaron menos muestreos con transectos de video. La distribución de estos hábitats está determinada principalmente por la profundidad. En las cimas circalitorales de AM y EB, hay fondos detríticos con mantos de maërl/rodolitos y afloramientos coralígenos, dominados por comunidades de esponjas, alcionáceos y gorgonias. Debido a la extrema transparencia del agua en esta área, se ha encontrado que estos lechos de maërl/rodolitos están bastante bien estructurados hasta una profundidad de 137 m, probablemente la mayor profundidad de este hábitat en el Mediterráneo occidental. Las esponjas y corales colonizan los fondos rocosos que predominan en las laderas y los márgenes de las cimas de los tres montes submarinos. Otros hábitats observados en este rango batimétrico son los fondos de crinoideos y tanatocenosis de ostréidos gigantes, estas últimas parecen formar un anillo que rodea los montes entre 260 y 415 m de profundidad. Los fondos de las laderas con menor pendiente están formados, principalmente, por sedimentos fangosos, en los que hay facies del braquiópodo *G. vitreus*, fauna excavadora y/o restos de corales muertos. Las áreas más profundas del talud medio, en la base de los montes, están dominadas por sedimentos fangosos y se caracterizan por la presencia de pockmarks y deslizamientos. En estos fondos también se han encontrado facies de los corales *Callogorgia verticillata* e *I. elongata*, la esponja *Thenea muricata* y el briozoo *Kinetoskias* sp.

Se ha modelado la distribución espacial de 12 especies o grupo de especies bentónicas formadoras de hábitat y se ha cartografiado la presencia de otras 7 especies o grupos de especies, también de interés para la conservación, pero que por falta de datos no se han podido modelar. Para cada uno de estos hábitats y especies se ha detallado el tipo de sustrato sobre el que se desarrollan, las principales especies que lo conforman, su distribución geográfica y rango batimétrico en el área de estudio. Asimismo, se presenta una breve descripción del hábitat, sus implicaciones ecológicas y vulnerabilidad, así como potenciales amenazas, y se enumeran las directivas, convenios y/o acuerdos internacionales, de los que España forma parte, así como normativas de protección en los que están incluidos. De los 12 hábitats modelados, dos se han

asignado al Hábitat de Interés Comunitario **HIC 1110** (Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda), aunque su inclusión en esta categoría es problemática (INDEMARES, 2014). Es el caso de los fondos de "Maërl/rodolitos", que se solapan en gran medida con fondos de esponjas, principalmente dominados por la especie *Foraminospongia balearica*, que han sido asignados al hábitat "Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas". Ambos HIC 1110 se distribuyen en los fondos circalitorales de las cimas de AM y EB. Seis hábitats se han asignado a la categoría **HIC 1170** (Arrecifes), cinco de los cuales se distribuyen en fondos rocosos principalmente de las laderas de los montes submarinos, aunque en algunos casos también en afloramientos coralígenos circalitorales de las cimas de AM y EB: los fondos de gorgonias "Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Eunicella* spp." y "Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Viminella flagellum*", los fondos de esponjas, principalmente *Tretodictyum reiswigi*, aunque también *Poecillastra compressa*, *Jaspis* sp., *Heteroxya* cf. *beauforti* y varias especies del género *Hamacantha*, "Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas" y las comunidades de cnidarios "Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias" y "Roca batial con octocoralarios (*Bebryce mollis* y *Callogorgia verticillata*)". También se han modelado los "Fangos batiales con *Isidella elongata*", el único HIC 1170 de fondos sedimentarios, más concretamente en un área de fango batial entre SO y AM. Una tercera categoría han sido los "Campos de pockmarks", incluidos en **HIC 1180** (Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases). Al no haberse detectado actividad relacionada con la emisión reciente de fluidos, ni comunidades biológicas quimiosimbióticas ligadas a esta expulsión, el interés de conservación de este hábitat está más ligado a aspectos relacionados con la geodiversidad y el patrimonio geológico que con la biodiversidad asociada. No se ha considerado justificada la inclusión en alguna de las categorías de HIC de tres de los hábitats modelados: "Fondos batiales de reborde de plataforma con *Gryphus vitreus*", "Fondos detríticos batiales con esponjas" y "Fondos batiales con *Thenea muricata*". Aunque puedan compartir algún elemento con HIC, principalmente el HIC 1110, como es la naturaleza sedimentaria de los fondos que los albergan, se trata

de fondos con una biodiversidad, cobertura y abundancia de especies estructurantes menor, que además carecen de especies eréctiles, constructoras de hábitat tridimensional. Estos hábitats se distribuyen en los fondos batiales adyacentes a EB en el primer caso y a SO, AM y EB en el segundo, mientras que el tercero se localiza a mayor profundidad, en una amplia área entre estos montes submarinos. Las especies indicadoras o estructurantes de hábitats y/o de interés también para la conservación, que no han podido ser modeladas, pero sí cartografiadas han sido sobretodo cnidarios, que se localizan principalmente en los fondos rocosos de las laderas de los tres montes submarinos y, con mayor frecuencia, en EB. Más concretamente la gorgonia *Callogorgia verticillata*, los corales de aguas frías *Dendrophyllia cornigera* y *Madrepora oculata* y el coral negro *Leiopathes glaberrima*. A estas especies hay que añadir otras dos, propias de fondos sedimentarios, como la pluma de mar *Funiculina quadrangularis* y las facies de crinoideos. La protección de la mayoría de estos hábitats también es considerada prioritaria a nivel regional, en el Mediterráneo, por el Convenio de Barcelona.

Una de las mayores **presiones** a las que están sometidas las especies y hábitats bentónicos de los montes submarinos del Canal de Mallorca son las pesquerías demersales. La principal es la pesca de arrastre de gran profundidad, dirigida a la captura de crustáceos decápodos de alto valor comercial en tres caladeros próximos a SO y AM, que realiza flota con puerto base en la Península Ibérica (Massutí *et al.*, 2022a, 2022b). En fondos rocosos de las cimas y laderas de los tres montes submarinos, se realiza la pesca del camarón de profundidad *Plesionika edwardsii* con nasas (García-Rodríguez *et al.*, 2000) y se utiliza el palangre de fondo para la captura de grandes espáridos y serránidos, mientras que en las cimas de AM y EB también pesca, aunque de manera más esporádica, flota recreativa que utiliza líneas de manoy carretes. Por último, señalar que se han detectado tres embarcaciones de artes menores, con puerto base en Ibiza y Formentera, que faenaron algunos días en la cima de AM, probablemente con trasmallo de langosta. Muchos de estos hábitats, principalmente formados por algas calcáreas, esponjas, gorgonias y corales son especialmente vulnerables a actividades antropogénicas, no solo las actividades pesqueras sino el

cambio climático, que afecta a las características físico-químicas del mar, pudiendo condicionar el crecimiento de algunas de estas especies.

Teniendo en cuenta las especies y hábitats bentónicos de especial interés para la conservación, así como la relevancia, representatividad y singularidad de los montes submarinos del Canal de Mallorca en relación a la geodiversidad y biodiversidad, **se propone declarar un área de 4498,05 Km² como Lugar de Interés Comunitario (LIC), para su inclusión en la Red Natura 2000 marina.** Esta propuesta de LIC engloba los tres montes (SO, AM y EB) y sus fondos adyacentes, así como el área central del Canal de Mallorca, que conecta SO y AM al este de las Islas Pitiusas con EB al sur de Cabrera, además de la colina Bel Guyot y parte del Escarpe Emile Baudot. La superficie total de ocupación de HIC en el LIC propuesto se ha estimado en 2923,33 km² (65%), la mayor parte corresponde al HIC 1180 (57%), mientras que el HIC 1110 ocupa una extensión de 76,87 km² (1,71%) y el área del HIC 1170 es de 263,01 km² (6%). Además de HIC y especies bentónicas y nectobentónicas de especial interés para la conservación, en el área propuesta como LIC también se ha señalado la presencia de **especies pelágicas con un elevado grado de protección** (Marin *et al.*, 2011; Datos no publicados Fundación TURSIOPS). Es el caso de la tortuga *Caretta caretta* y diversos cetáceos, como el delfín común (*Delphinus delphis*), el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), el delfín mular (*Tursiops truncatus*), el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y los calderones *Grampus griseus* y *Globicephala melas*. Estas especies pueden estar sometidas a otras presiones antropogénicas, como las pesquerías pelágicas, principalmente dirigidas a la captura de pez espada (*Xiphias gladius*) y atún rojo (*Thunnus thynnus*) con palangres y redes de cerco, respectivamente (Barcelona *et al.*, 2010; Gordo *et al.*, 2017), así como el transporte marítimo y actividades náuticas, especialmente importantes durante la época estival, con el consiguiente riesgo de colisiones y contaminación acústica.

Con la declaración de este LIC en el Canal de Mallorca, se complementará los LIC marinos de las Islas Baleares, todos ellos situados en zonas costeras, excepto el Canal de Menorca, que incluye fondos circalitorales y batiales (Barberá *et al.*, 2014). También se ampliarán los LIC que incluyen montes submarinos en aguas mediterráneas frente a

las costas españolas, hasta ahora representados únicamente por el Seco de los Olivos en el Mar de Alborán (de la Torriente *et al.*, 2018, 2019) y los hábitats de aguas profundas correspondientes a los HIC 1170 y 1180, que no están bien representados en la red Natura 2000 del Mediterráneo (Marín *et al.*, 2011).

En el informe se señalan **criterios para la zonificación y gestión del LIC** propuesto. Teniendo en cuenta los objetivos de la Red Natura 2000, maximizar la protección medioambiental minimizando, en la medida de lo posible, los efectos sobre las actividades económicas, será necesario no solo valorar el estado de conservación de las especies, comunidades y hábitats bentónicos identificados en el presente estudio, sino también conocer el impacto potencial de las diferentes actividades humanas que se desarrollan en el área. Estas últimas referidas tanto a la pesca demersal con nasas y palangre de fondo, de los que no se dispone de información científico sobre su impacto, a diferencia de la pesca de arrastre, como a las pesquerías de grandes pelágicos y la pesca recreativa pelágica y de profundidad, además de otras presiones humanas, entre las que destaca la navegación marítima. El plan de gestión debería contemplar tanto propuestas de zonificación de todas estas actividades, como de contingenciación del esfuerzo pesquero, a través de un censo cerrado de embarcaciones, así como medidas de mejora tecnológica e innovación en las pesquerías, que contribuyan a reducir su impacto y mejorar la eficiencia ecológica de esta actividad en un área de especial interés para la conservación. También se debería plantear la prohibición de actividades distintas a la pesca, que puedan suponer la alteración de los fondos protegidos, como minería de exploración o extractiva y maniobras militares.

Se recogen las **necesidades futuras de investigación**, entre las que destacan un estudio más completo de la geodiversidad, para desarrollar índices cuantificables que permitan caracterizar determinados elementos geológicos respecto a la zona propuesta para proteger. Se debería mejorar la información sobre la huella pesquera de determinadas flotas (nasas, palangre de fondo y artes menores), así como del impacto potencial de estas pesquerías. Por último, cabe señalar también la necesidad de elaborar un programa de seguimiento científico del LIC, destinado a evaluar la



evolución de los elementos claves para la conservación de sus especies, comunidades y hábitats, así como la efectividad de la implementación de medidas de gestión. De esta forma se podrá desarrollar una verdadera gestión adaptativa, coherente con la variabilidad a corto, medio y largo plazo que pueda haber en los ecosistemas marinos, no solo como consecuencia de la aplicación del plan de gestión sino también en el actual contexto de cambio global.

Resum executiu

Les muntanyes submarines són elevacions topogràfiques submarines, presents tant a les conques oceàniques com als marges continentals i caracteritzades pel seu aïllament de la influència continental, que es consideren punts crítics d'activitat biològica i biodiversitat del mar profund (Clark *et al.*, 2012). L'Acció A2.2 del projecte LIFE IP INTEMARES al Canal de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental), ha tingut com a objectiu millorar el coneixement científic dels hàbitats i espècies bentòniques de les **muntanyes submarines Ses Olives (SO), Ausias March (AM) i Emile Baudot (EB)**, així com els seus fons adjacents, per a la seva inclusió a la Xarxa Natura 2000 marina, una proposta formulada per OCEANA fa més d'una dècada (Marín *et al.*, 2011). En aquest informe es presenten els resultats de l'Acció A2.2 del projecte INTEMARES al Canal de Mallorca, que va tenir els **objectius específics** següents: (i) cartografiat geomorfològic i de tipus de substrat del fons marí; (ii) caracterització biològica de l'àrea pel que fa a espècies i comunitats bentòniques; i (iii) caracterització i cartografiat d'hàbitats bentònics. El quart objectiu (iv) caracterització, cartografiat i avaluació de l'activitat pesquera; va ser objecte d'un informe previ (Massutí *et al.*, 2022a).

Per assolir aquests objectius s'ha dut a terme un estudi interdisciplinari, basat en la presa de dades geofísiques, imatges i mostres del fons marí i la seva biota al llarg de quatre campanyes INTEMARES de recerca oceanogràfica, realitzades entre 2018 i 2020 a bord dels V/Rs *Ángeles Alvariño* i *Sarmiento de Gamboa*, així com també a les campanyes MEDITS de 2020 i 2021 a bord del V/R *Miguel Oliver* (Massutí *et al.*, 2022b). Durant aquestes campanyes es van aplicar tècniques geofísiques d'alta resolució per estudiar el fons marí, més concretament **ecosondes multifeix i paramètriques** amb les quals es va cobrir una àrea de 4506 km² i es van adquirir perfils del subfons marí al llarg de 2700 km, respectivament, es van recollir sediments superficials amb **dragues Shipek** (122 estacions entre 86 i 1062 m de profunditat) i **Box-corer** (20 estacions entre 285 i 926 m de profunditat) i mostres de roques amb **dragues d'arrossegament** (54 estacions entre 89 i 1191 m de profunditat). Les mostres de sediments es van complementar amb la presa de 18 **corers de gravetat** entre 316 i 998 m de profunditat

pel mostreig de la columna sedimentària. També es van recollir mostres de flora i fauna epi- i necto-bentònica i de recursos pesquers demersals amb **patí epi-bentònic** tipus "Jennings" (85 estacions entre 99 i 764 m de profunditat) i la **xarxa de ròssec** experimental GOC-73 (29 estacions entre 237 i 1028 m de profunditat), aquesta darrera utilitzada per a la presa de mostres als caladors de la flota de ròssec dels fons adjacents a AM i EB, que es van completar amb les mostres de biota recollides a les estacions amb draga d'arrossegament. Així mateix es va utilitzar un **trineu fotogramètric** TASIFE (48 transectes entre 87 i 708 m de profunditat, amb un total de 13 hores de vídeo i 30.066 m² de superfície explorada) i el vehicle d'operació remota **ROV** Liropus 2000 (29 transectes entre 89 i 112 de profunditat, amb un total de 52 hores de vídeo i 17.322 m² de superfície explorada) per a la presa d'imatges del fons marí i la seva biota.

Les dades geofísiques, imatges i mostres es van preprocessar i/o guardar a bord, pel seu posterior **anàlisi al laboratori seguint protocols i metodologies estàndard**: p.ex. (i) els programes CARIS v.11.1, ArcGIS *Benthic Terrain Modeler* i *Image Classification* per l'obtenció de superfícies i capes batimètriques i de reflectivitat del fons marí, així com pel cartografiat de tipus morfològics i de tipus de substrat; (ii) els programes MATLAB i IHS Kingdom v. 8.7 per l'anàlisi dels perfils del subfons marí; (iii) els mètodes proposats per Wentworth (1922), Folk (1954), Heiri *et al.* (2001), Long (2006) i Connor *et al.* (2006) pels anàlisis de les característiques texturals dels sediments, realitzats amb el programa GRADISTAT, així com per a l'estimació del contingut en matèria orgànica i carbonat; (iv) el programa VLC Media Player 3.0.16 per a Windows per l'anàlisi dels vídeos gravats amb trineu fotogramètric i ROV; (v) els anàlisis multivariants MDS (*Mutidimensional Scaling*), SIMPER (*Similarity Percentage analysis*), ANOSIM (*Analysis of Similarities*) i RDA (*Redundancy Analysis*), realitzats amb els programes PRIMER v6 & PERMANOVA+ (Clarke i Gorley, 2006) i CANOCO 5.1 package (ter Braak i Smilauer, 2018), per a la identificació, caracterització i comparació d'agrupacions d'espècies, a partir de matrius de presència/absència o d'abundància i biomassa estandarditzades a 500 m² (mostres de patí) i km² (mostres de xarxa de ròssec), i l'anàlisi de la influència de factors ambientals i pesquers; i (vi) l'estimació d'índexs de diversitat (riquesa específica,

Shannon-Wiener i N_{90}) i equitativitat (Pielou), que es van comparar amb estadístics com t-Student i Kruskal-Wallis utilitzant programació de R v4.3.1.

L'estudi dels **hàbitats bentònics** s'ha basat en el modelat de la distribució espacial d'espècies o grups d'espècies identificats, potencialment formadores d'hàbitats biogènics. Per fer-ho, s'han utilitzat les dades de presència/absència d'aquestes espècies o grups, obtingudes durant els mostrejos del projecte, a les quals s'han afegit altres dades de 21 transectes de ROV, entre 91 i 879 m de profunditat, proporcionades per OCEANA, que entre 2006 i 2014 va realitzar diverses campanyes oceanogràfiques a l'àrea d'estudi (Marin *et al.*, 2011; OCEANA, 2014). El modelat s'ha realitzat a partir de *Species Distribution Models* (SDM), que relacionen presències d'espècies o grups d'espècies amb factors ambientals i antropogènics, que poden influir en la seva distribució, per extrapolar-les després a l'espai i/o temps (Franklin, 2010). S'han analitzat fins a 30 variables ambientals, per a les quals es va establir una mateixa resolució espacial de 100 m: 8 geomorfològiques, 7 sedimentològiques i 3 de pressió pesquera, estimades a partir de dades i mostres obtingudes durant el projecte, a més de 12 oceanogràfiques obtingudes del model WMOP (*Western Mediterranean Operational forecasting system*) disponible al Sistema d'Observació i Predicció Costaner de les Illes Balears (SOCIB; Tintoré *et al.*, 2013). Després d'un anàlisi de correlació d'aquestes variables explicatives, utilitzant el coeficient de Spearman, se'n van seleccionar 14 pel desenvolupament dels SDM: Profunditat, Pendent, Rugositat, Reflectivitat, *Eastness*, *Northness*, BPI gruixut, % Matèria Orgànica, % Arena, Velocitat màxima del corrent del fons i Temperatura mitjana del fons, com a variables ambientals, i VMS flota de nanses, VMS flota de palangre de fons i Distància al calador de la flota de ròsec més proper, com a variables de l'activat pesquera. Per augmentar la fiabilitat de predicció, els models de distribució de les espècies o tàxons i comunitats seleccionades s'han desenvolupat emprant dues metodologies, GAM (Hastie i Tibshirani, 1990) i Maxent (Philips *et al.*, 2006), i el seu ensamblatge s'ha realitzat solapant el resultat de les prediccions binàries (presència/absència) dels dos models, considerant-se com a quadrícules amb presència de l'hàbitat només aquelles en què coincideixen els resultats d'ambdós models. Mitjançant un sistema d'informació geogràfica ArcGIS 10.8, s'ha

estimat l'àrea de distribució dels hàbitats, a partir del nombre de quadrícules en què ambdós models prediuen la seva presència.

Assenyalar també la realització d'**un estudi pilot per a la detecció de peixos amb ADN ambiental**. Aquesta tècnica innovadora, es basa en la recuperació del material genètic alliberat, de manera natural, per les espècies al seu entorn (p.ex. columna d'aigua), sense necessitat que els organismes hi siguin presents. Durant la campanya de recerca oceanogràfica INTEMARES-A22B-1019 es van prendre mostres d'aigua amb botelles hidrogràfiques Niskin i de sediments superficials amb Draga Shipek, a tres estacions (cim, vessant i base) de cadascuna de les muntanyes submarines (SO, AM i EB) i a diferents nivells de la columna d'aigua: superfície, aigües intermèdies i per sobre del fons. Les mostres d'aigua es van filtrar i els filtres resultants, a més de les mostres de sediments, es van guardar en tubs estèrils pel seu posterior anàlisi al laboratori, on es va realitzar l'extracció, la seqüenciació i la lectura de l'ADN, seguint tècniques moleculars i processaments bioinformàtics estàndards, de darrera generació.

Els **resultats** obtinguts han millorat entre 6 i 20 vegades el detall batimètric del fons marí del Canal de Mallorca i especialment de les muntanyes submarines SO, AM i EB, que s'eleven 375, 264 i 600 m, respectivament sobre el fons marí de les àrees adjacents i tenen entre 10 i 17 km de llarg. SO i AM estan constituïdes per materials carbonatats, com a gran part de les unitats geològiques del Promontori Balear i els seus cims es situen a 225-290 i 86-115 m de profunditat, respectivament. Per contra, EB és d'origen volcànic i té el cim a 94-150 m de profunditat. Els fons que envolten i connecten aquestes muntanyes submarines, formen part del talús mitjà, la província fisiogràfica que abasta la major part de l'àrea d'estudi (4318 km²), amb profunditats entre 208 i 1550 m, i pendents de fins a 40° als vessants de les muntanyes. El talús oriental de l'EB està unit a l'**escarpament Emile Baudot**, solcat per petits canons amb pendents predominants de fins a 55°, que el connecten amb les profunditats més grans de la Mediterrània occidental (>2500 m). S'han identificat fins a **24 elements morfològics** diferents: eixos de depressió, de canal, de barranc i de canó principal, capçaleres de barranc i de canó, escarpaments, crestes d'ona, cicatrius, cossos, blocs i fronts de

lliscament, muntanyes i turons submarins, cons volcànics i cràters, dipòsits turbidítics i contornítics, depressions pockmarks, camps de monticles i d'ones, canons, solcs i altres depressions. A més de les muntanyes submarines SO, AM i EB, al Canal de Mallorca hi ha altres relleus positius com els **turons Dimoni i Greixonera i el guyot Bel**, aquest darrer també d'origen volcànic. Un altre tipus morfològic molt característic de l'àrea són els pockmarks, associats a fuga de fluids des del subsòl, dels quals s'han arribat a identificar fins a 3930, entre 301 i 1178 m de profunditat. La majoria d'aquestes estructures són circulars en planta, ocupen superfícies de fins a 0,18 km² i tenen una alçada entre 1 i 20 m. El substrat sedimentari, no consolidat, és el dominant als fons del Canal de Mallorca, cobrint les zones adjacents a les muntanyes submarines i incloent els camps de pockmarks, mentre que el substrat dur queda més restringit als cims i vessants de les muntanyes, turons i cons volcànics, així com escarpaments i crestes estructurals. Dos d'aquests tipus morfològics, els camps de pockmarks de gran extensió i peculiaritat als fons del Canal de Mallorca i el que podríem anomenar "Camp volcànic del sud-oest de Mallorca", caracteritzat per un edifici volcànic principal, la muntanya submarina EB, que es troba envoltada per un extens camp de cons volcànics menors, presenten un conjunt d'elements sedimentològics i geomorfològics que tenen un alt valor científic, cultural i educatiu, per la qual cosa es podrien proposar com a Lloc d'Interès Geològic (LIG) submarí. Actualment a Espanya, aquests LIG només estan representats per alguns elements geomorfològics de les Illes Canàries.

Els sediments superficials dels cims de les tres muntanyes submarines predominants són sorres mitjanes-gruixudes bioclàstiques, mentre als seus flancs el sediment passa a ser més fangós, a mesura que augmenta la foderia. A les zones més profundes del talús hi ha fons caracteritzats per sediments fangosos-sorrencs i de sorres fines, amb material bioclàstic. Els valors més grans de contingut en carbonat (carboni inorgànic) dels sediments superficials es donen als cims d'AM i EB, estenent-se als seus flancs fins a 250 m de profunditat, mentre que els valors intermedis es distribueixen entre 250 i 350 m (incloent el cim de SO) i la resta de l'àrea està coberta per sediments amb baix contingut en carbonat, amb valors mínims als fons del talús mitjà. Aquesta distribució és oposada a la del contingut en matèria orgànica dels sediments, clarament

relacionada amb la proporció de fang, ja que tendeix a acumular-se en sediments més fins. Els seus valors mínims es donen als cims de les tres muntanyes submarines, estenent-se al llarg dels seus flancs fins a 300-350 m de profunditat, mentre que la resta de l'àrea mostra valors mitjans a alts, amb màxims als fons sedimentaris del talús mitjà.

S'han inventariat un total de **740 espècies o tàxons diferents**, sent els grups més diversos les **esponges**, seguides pels mol·luscs, crustacis, peixos teleostis, equinoderms i cnidaris, amb 195 (26%), 126 (17%), 118 (16%), 116 (16%), 64 (9%) i 42 (6%) espècies o tàxons identificats, respectivament. Els primers resultats de l'anàlisi d'ADN ambiental, han mostrat que a les mostres d'aigua de mar va ser possible detectar tàxons corresponents a peixos, però no a les de sediment. S'han pogut identificar 26 tàxons de peixos (21 osteïctis i 5 condriactis), dels quals 6 espècies o gèneres no s'havien detectat amb els altres mostrejors realitzats a l'àrea d'estudi. Amb això s'augmenta a 746 el número d'espècies o tàxons inventariats.

Fins a **14 d'aquestes espècies estan protegides** per diverses normatives internacionals, europees i espanyoles. Destaquen les esponges *Axinella polypoides* i *Tethya aurantium*, la gorgònia *Callogorgia verticillata*, el coral bambú *Isidella elongata*, els coralls d'aigües fredes *Dendrophyllia cornigera* i *Madrepora oculata*, el corall negre *Leiopathes glaberrima* i el fals corall negre *Savaglia savaglia*, així com el mol·lusc gasteròpode *Ranella olearium*, per estar incloses totes elles a l'Annex II (espècies en perill o amenaçades) del Conveni de Barcelona per a la protecció de la Mar Mediterrània i en el Llistat d'Espècies Silvestres en Règim de Protecció Especial i/o el Catàleg Espanyol d'Espècies Amenaçades. En un nivell de protecció més baix, hi ha les algues coral·linàcies *Lithothamnion coralloides* i *Phymatholithon calcareum*, formadores de fons de maërl, que s'inclouen a l'Annex II de la Directiva Hàbitats, d'espècies d'interès comunitari la recollida i explotació de les quals poden ser objecte de mesures de gestió i dos crustacis decàpodes, *Scyllarus pigmaeus* i la llagosta vermella (*Palinurus elephas*), incloses a l'Annex III (espècies l'explotació de les quals està regulada) del Conveni de Barcelona. Un estudi previ d'OCEANA assenyala també la presència d'altres espècies com l'esponja carnívora *Lycopodina hipogea* i els mol·luscs gasteròpodes *Charonia lampas*, *Erosaria*

spurca i *Tonna galea*, incloses a l'Annex II del Conveni de Barcelona i dels corals *Balanophyllia* cf. *cel-lulosa* i *Javania caileti*, així com diverses espècies del gènere *Caryophyllia*, incloses a l'Apèndix II de CITES, d'espècies que no estan necessàriament amenaçades d'extinció, però que podrien arribar a estar-ho a no ser que se'n controlï estrictament el comerç (Marin *et al.*, 2011). També de l'esponja *Spongia* (*Spongia*) *agaricina*, inclosa a l'Annex III del Conveni de Berna, d'espècies que requereixen mesures especials en la seva gestió i del corall negre *Antipathes dichotoma*, inclòs en aquest annex, així com a l'Annex III del Conveni de Barcelona.

A més, **algunes de les espècies recol·lectades han estat noves per a la ciència o es tracta de registres nous a l'àrea d'estudi i, fins i tot, a la Mediterrània** i han permès ampliar no només el coneixement científic sobre l'àrea de distribució d'algunes espècies, sinó també el seu rang batimètric. Així mateix, s'ha millorat la descripció d'altres espècies fins avui molt poc conegudes. Cal destacar 8 espècies noves, les esponges *Foraminospongia balearica*, que a més és molt abundant a l'àrea, *Foraminospongia minuta*, *Paratimea masuttii*, *Stelletta mortarium*, *Geodia bibilona*, *Geodia microsphaera* i *Geodia matrix* (Díaz *et al.*, 2021, 2024b), l'ofiuira *Ophiomyxa xispa* (Ordines *et al.*, 2024), 6 nous registres per a la Mediterrània, les esponges *Pachastrella* cf. *ovisternata*, *Petrosia* (*Petrosia*) *raphida*, *Calyx* cf. *tufa*, *Lanuginella pupa* i *Heteroxya* cf. *beauforti* (Díaz *et al.*, 2021, 2024a, 2024b) i l'ofiuira *Ophiomyces grandis* (Ordines *et al.*, 2019), una espècie molt abundant a l'àrea i un primer registre d'un mol·lusc per a la Mediterrània occidental, *Haliris granulata* (Marco-Herrero *et al.*, 2022). Destacar també la troballa del peix *Gymnesigobius medius* a 501-520 m de profunditat, que representa l'observació més profunda d'un gòbid a nivell mundial (Kovačić *et al.*, 2023). La presència d'algunes de les espècies identificades a les muntanyes submarines del Canal de Mallorca podria ser exclusiva d'aquesta àrea, ja que no s'han detectat a la plataforma i el talús de les Illes Balears, ni a la costa mediterrània de la Península Ibèrica. És el cas de les esponges *G. matrix*, *Geodia geodina*, *S. mortarium*, *Discodermia polymorpha* i *Axinella venusta* i les ofiures *O. grandis* i *O. xispa*.

Les mostres de patí epi-bentònic ha permès identificar **tres comunitats en fons sedimentaris**, molt influenciades per la profunditat: (i) entre 99 i 156 m, als cims d'AM i EM, caracteritzats per les algues vermelles coral·lines; (ii) entre 195 i 574 m, als cims de SO i vessants de SO, AM i EB, caracteritzada per diverses espècies de crustacis i esponges, el braquiòpode *Gryphus vitreus*, l'equinoderm *Ophiura (Dictenophiura) carnea* i el mol·lusc *Sepietta oweniana*; i (iii) entre 501 i 759 m, a la base i fons adjacents de les tres muntanyes submarines, caracteritzada sobretot per crustacis decàpodes, com *Geryon longipes*, *Polycheles typhlops* i *Calocaris macandreae*. Els valors promig d'abundància i biomassa estandarditzada, així com els índexs de diversitat d'aquestes comunitats, disminueixen amb la profunditat, encara que mostren valors similars d'equitabilitat. També es van observar diferències entre muntanyes submarines, principalment entre els cims d'AM i EB, sent les algues vermelles coral·lines i algunes esponges (p.ex. *Hexadella* sp.) més abundants a AM, i al comparar el cim de SO i els vessants de les tres muntanyes submarines, amb més biomassa de *G. vitreus* i *Desmacella inornata* a AM i EB, respectivament. Per contra, les diferències entre la base de les muntanyes i els fons adjacents i més profunds de la zona foren menors i es van atribuir, sobretot, a la presència de *Isidella elongata* a SO, així com a la major abundància dels peixos *Nezumia aequalis* i *Lepidorhombus boscii* a AM, i de *G. vitreus* i *G. longipes* a EB. A les mostres de draga d'arrossegament s'han identificat **tres comunitats de fons rocosos**, determinades per la profunditat: (i) entre 90 i 193 m, als cims d'EM i AM, caracteritzada per les algues vermelles coral·lines i els braquiòpodes *Megerlia truncata* i *Joania cordata*; (ii) entre 242 i 609 m, als vessants de SO, AM i EB, sent les principals espècies crustacis decàpodes del gènere *Plesionika* i el mol·lusc bivalve *Asperarca nodulosa*; i (iii) entre 209 i 1081 m, als vessants de les tres muntanyes submarines i els cons volcànics que envolten l'EB, caracteritzada per esponges com *Haliclona poecillastroides*, *Hamacantha* sp. i *Poecillastra compressa*, entre d'altres.

Les mostres obtingudes amb xarxa de ròssec han permès identificar una comunitat d'**espècies necto-bentòniques** als caladors de la flota d'arrossegament adjacents a AM i EB, entre 542 i 768 m de profunditat, caracteritzada pels crustacis decàpodes *Plesionika acanthonotus*, *Plesionika martia* i *G. longipes*, peixos osteíctis

(*Hymenocephalus italicus*, *Phycis blennoides* i *Hoplostethus mediterraneus*) i l'elasmobranqui *Galeus melastomus*. Algunes d'aquestes espècies són recursos pesquers importants, destacant la gamba vermella (*Aristeus antennatus*) que té un alt valor comercial. En aquesta comunitat també es van detectar diferències entre les dues muntanyes, principalment degudes al tauró *G. melastomus* i als crustacis decàpodes *Phasiphaea multidentata*, *A. antennatus* i *G. longipes*, algunes de les quals podrien ser atribuïdes a l'efecte de la pesca de ròssec, ja que es localitza en un calador actualment explotat (AM) i un no explotat des de fa dues dècades (EB). És el cas de *G. melastomus*, l'abundància mitjana del qual ha estat lleugerament més gran a EB que a AM, tot i que en un altre elasmobranqui, *Etmopterus spinax*, les diferències van ser a l'inrevés. En aquest anàlisi, encara molt preliminar, de l'impacte de la pesca, tampoc es van observar diferències en la densitat mitjana de *A. antennatus*, que sí que va mostrar diferències en la seva estructura poblacional, amb major proporció de mascles i femelles de talles grans a EB que a AM.

A partir dels videotransectes amb trineu fotogramètric i ROV, es van identificar fins a 31 **hàbitats bentònics** diferents (Massutí *et al.*, 2022b), alguns dels quals estan considerats pel Comitè Científic, Tècnic i Econòmic per a les Pesqueries (STECF de les sigles en anglès), de la Comissió Europea, com a hàbitats sensibles i també *Essential Fish Habitats*, ja que són fonamentals pel desenvolupament d'etapes crítiques del cicle vital de recursos pesquers de la Mediterrània (STECF, 2006): p.ex. fons de "maërl/rodòlits", "fangs batials amb *Isidella elongata*" i "fàcies de crinoïdeus". SO i EB van mostrar la menor i major variabilitat, amb un total d'11 i 21 hàbitats identificats, respectivament i AM va presentar un nombre intermedi d'hàbitats (16), encara que va ser la muntanya submarina on es van realitzar menys mostrejors amb transectes de vídeo. La distribució d'aquests hàbitats està determinada principalment per la profunditat. Als cims circalitorals d'AM i EB, hi ha fons detrítics amb mantells de maërl/rodòlits i afloraments coral·lígens, dominats per comunitats d'esponges, alcionacis i gorgònies. A causa de l'extrema transparència de l'aigua en aquesta àrea, s'ha trobat que aquests mantells de maërl/rodolitos estan força ben estructurats fins a una profunditat de 137 m, probablement la major profunditat d'aquest hàbitat a la Mediterrània occidental. Les

esponges i coralls colonitzen els fons rocosos que predominen en els vessants i els marges dels cims de les tres muntanyes submarines. Altres hàbitats observats en aquest rang batimètric són els fons de crinoïdeus i una tanatocenosi d'ostrèids gegants, aquesta darrera sembla formar un anell que envolta les muntanyes entre 260 i 415 m de profunditat. Els fons dels vessants amb menor pendent estan formats, principalment, per sediments fangosos, on hi ha fàcies del braquiòpode *G. vitreus*, fauna excavadora i/o restes de coralls morts. Les àrees més profundes del talús mitjà, a la base de les muntanyes, estan dominades per sediments fangosos i caracteritzades per la presència de pockmarks i lliscaments. En aquests fons també s'han trobat fàcies dels coralls *Callogorgia verticillata* i *I. elongata*, l'esponja *Thenea muricata* i el briozoo *Kinetoskias* sp.

S'ha modelat la distribució espacial de 12 espècies o grup d'espècies bentòniques formadores d'hàbitat i s'ha cartografiat la presència d'altres 7 espècies o grups d'espècies, també d'interès per a la conservació, però que per manca de dades no s'han pogut modelar. Per a cadascun d'aquests hàbitats i espècies s'ha detallat el tipus de substrat sobre el qual es desenvolupen, les principals espècies que el conformen, la seva distribució geogràfica i rang batimètric a l'àrea d'estudi. Així mateix, es presenta una breu descripció de l'hàbitat, les seves implicacions ecològiques i vulnerabilitat, així com potencials amenaces, i s'enumeren les directives, convenis i/o acords internacionals, dels quals Espanya forma part, així com normatives de protecció en què estan inclosos. Dels 12 hàbitats modelats, dos han estat assignats a l'Hàbitat d'Interès Comunitari **HIC 1110** (Bancs de sorra coberts permanentment per aigua marina poc profunda), encara que la seva inclusió en aquesta categoria és problemàtica (INDEMARES, 2014). És el cas dels fons de Maërl/rodòlits, que es solapen molt amb un fons d'esponges, principalment dominats per l'espècie *Foraminospongia balearica*, que ha estat assignat a l'hàbitat "Plataformes detrítiques infralitorals i circalitorals associades a muntanyes submarines amb rodòlits amb dominància d'esponges". Ambdós HIC 1110 es distribueixen als fons circalitorals dels cims d'AM i EB. Sis hàbitats s'han assignat a la categoria **HIC 1170** (Arrecifes), cinc dels quals es distribueixen en fons rocosos principalment dels vessants de les muntanyes submarines, encara que en alguns casos també en afloraments coral·lígens circalitorals dels cims d'AM i EB: els fons de gorgònies "Cims rocosos de

muntanyes submarines del pis circalitoral amb *Eunicella* spp.” i “Cims rocosos de muntanyes submarines del pis circalitoral amb *Viminella flagellum*”, els fons d'esponges, principalment *Tretodictyum reisiwigi*, encara que també *Poecillastra compressa*, *Jaspis* sp., *Heteroxya* cf. *beauforti* i diverses espècies del gènere *Hamacantha*, “Escarpaments, parets i vessants rocosos d'elevacions submarines i canons del pis circalitoral amb esponges” i les comunitats de cnidaris “Fons rocosos profunds amb agregacions de gorgònies” i “Roca batial amb octocoralaris (*Bebryce mollis* i *Callogorgia verticillata*)”. També s'han modelat els fangs batials amb *Isidella elongata*, l'únic HIC 1170 de fons sedimentaris, més concretament en una àrea de fang batial entre SO i AM. Una tercera categoria han estat els “Camps de pockmarks”, inclosos a **HIC 1180** (Estructures submarines originades per emissions de gasos). Com que no s'ha detectat activitat relacionada amb l'emissió recent de fluids, ni comunitats biològiques quimiosimbiòtiques lligades a aquesta expulsió, l'interès de conservació d'aquest hàbitat està més lligat a aspectes relacionats amb la geodiversitat i el patrimoni geològic que amb la biodiversitat associada. No s'ha considerat justificada la inclusió en alguna de les categories de HIC de tres dels hàbitats modelats: “Fons batials de broda de plataforma amb *Gryphus vitreus*”, “Fons detrítics batials amb esponges” i “Fons batials amb *Thenea muricata*”. Encara que puguin compartir algun element amb HIC, principalment el HIC 1110, com és la naturalesa sedimentària dels fons on es troben, es tracta de fons amb una biodiversitat, cobertura i abundància d'espècies estructurants menor, que a més no tenen espècies erèctils, constructores d'hàbitat tridimensional. Aquests hàbitats es distribueixen en els fons batials adjacents a EB en el primer cas i a SO, AM i EB en el segon, mentre que el tercer es localitza a més profunditat, en una àmplia àrea entre aquestes muntanyes submarines. Les espècies indicadores o estructurants d'hàbitats i/o d'interès també per a la conservació, que no han pogut ser modelades, però sí cartografiades han estat sobretot cnidaris, que es localitzen principalment als fons rocosos dels vessants de les tres muntanyes submarines. Més concretament la gorgònia *Callogorgia verticillata*, els coralls d'aigües fredes *Dendrophyllia cornigera* i *Madrepora oculata* i el corall negre *Leiopathes glaberrima*, que es localitzen principalment al EB. A aquestes espècies cal afegir-ne altres dues, pròpies de fons sedimentaris, com la ploma de mar *Funiculina*

quadrangularis i les fàcies de crinoïdeus. La protecció de la majoria d'aquests hàbitats també és considerada prioritària a nivell regional, de la Mediterrània, pel Conveni de Barcelona.

Una de les **pressions** més grans a les que estan sotmeses les espècies i hàbitats bentònics de les muntanyes submarines del Canal de Mallorca són les pesqueries demersals. La principal és la pesca de ròssec de gran fondària, dirigida a la captura de crustacis decàpodes d'alt valor comercial en tres caladors propers a SO i AM, que realitza flota amb port base a la Península Ibèrica (Massutí *et al.*, 2022a). En fons rocosos dels cims i vessants de les tres muntanyes submarines, es realitza la pesca de gamba panxuda (*Plesionika edwardsii*) amb nanses (García-Rodríguez *et al.*, 2000) i s'utilitza el palangre de fons per a la captura de grans espàrids i serrànids, mentre que als cims d'AM i EB també pesca, encara que de manera més esporàdica, flota recreativa que utilitza volantins i canyes amb rodet. Finalment, cal assenyalar que s'han detectat tres embarcacions d'arts menors, amb port base a Eivissa i Formentera, que van pescar uns quants dies al cim d'AM, probablement amb tremall de llagosta. Molts d'aquests hàbitats, principalment formats per algues calcàries, esponges, gorgònies i corals, són especialment vulnerables a activitats antropogèniques, no només la pesca sinó també el canvi climàtic, que afecta les característiques fisicoquímiques del mar i pot condicionar el creixement d'algunes d'aquestes espècies.

Tenint en compte les espècies i hàbitats bentònics d'especial interès per a la conservació, així com la rellevància, representativitat i singularitat de les muntanyes submarines del Canal de Mallorca en relació a la geodiversitat i biodiversitat, **es proposa declarar una àrea de 4498,05 Km² com Lloc d'Interès Comunitari (LIC)**, per a la seva inclusió a la Xarxa Natura 2000 marina. Aquesta proposta de LIC engloba les tres muntanyes (SO, AM i EB) i els seus fons adjacents, així com l'àrea central del Canal de Mallorca, que connecta SO i AM a l'est de les Illes Pitiüses amb EB al sud de Cabrera, a més del turó Bel Guyot i part de l'Escarpament Emile Baudot. La superfície total d'ocupació de HIC al LIC proposat s'ha estimat en 2923,33 km² (65%), la major part correspon a l'HIC 1180 (2583,45 km²; 57%), mentre que l'HIC 1110 ocupa una extensió de

76,87 km² (1,71%) i l'àrea del HIC 1170 és de 263,01 km² (6%). A més d'HIC i espècies bentòniques i necto-bentòniques d'especial interès per a la conservació, a l'àrea proposada com a LIC també s'ha assenyalat la presència d'**espècies pelàgiques amb un grau de protecció elevat** (Marín *et al.*, 2011; Dades no publicades Fundación TURSIOPS). És el cas de la tortuga *Caretta caretta* i diversos cetacis, com el dofí comú (*Delphinus delphis*), el dofí llistat (*Stenella coeruleoalba*), el dofí mular (*Tursiops truncatus*), el catxalot (*Physeter macrocephalus*) i els caps d'olla *Grampus griseus* y *Globicephala melas*. Aquestes espècies poden estar sotmeses a altres pressions antropogèniques, com les pesqueries pelàgiques, principalment dirigides a la captura d'emperador (*Xiphias gladius*) i tonyina vermella (*Thunnus thynnus*) amb palangres i xarxes d'encerclament, respectivament (Barcelona *et al.*, 2010; Gordo *et al.*, 2017), així com el transport marítim i activitats nàutiques, especialment importants durant l'època estival, amb el risc que comporten de col·lisions i contaminació acústica.

Amb la declaració d'aquest LIC al Canal de Mallorca, es complementaran els LIC marins de les Illes Balears, quasi tots costaners, a excepció del Canal de Menorca, que inclou fons circalitorals i batials (Barberá *et al.*, 2014). També s'ampliaran els LIC que inclouen muntanyes submarines en aigües mediterrànies davant de les costes espanyoles, fins ara representats únicament pel Seco de los Olivos al Mar d'Alborán (de la Torriente *et al.*, 2018, 2019) i els hàbitats d'aigües profundes corresponents als HIC 1170 i 1180, que no estan ben representats a la xarxa Natura 2000 de la Mediterrània (Marín *et al.*, 2011).

A l'informe s'assenyalen **criteris per a la zonificació i gestió del LIC** proposat. Tenint en compte els objectius de la Xarxa Natura 2000, de maximitzar protecció mediambiental minimitzant, en la mesura del possible, els efectes sobre les activitats econòmiques, caldrà no només valorar l'estat de conservació de les espècies, comunitats i hàbitats bentònics identificats a aquest estudi, sinó també conèixer l'impacte potencial de les diferents activitats humanes que es desenvolupen a l'àrea. Aquestes darreres referides tant a la pesca demersal amb nanses i palangre de fons, dels quals no es disposa d'informació científica sobre el seu impacte, a diferència de la pesca de ròssec, com a les pesqueries de grans pelàgics i la pesca recreativa pelàgica i de profunditat, a més

d'altres pressions humanes, entre les quals destaca la navegació marítima. El pla de gestió hauria de contemplar tant propostes de zonificació de totes aquestes activitats, com de contingentació de l'esforç pesquer, mitjançant un cens tancat d'embarcacions, així com mesures de millora tecnològica i innovació a les pesqueries, que contribueixin a reduir-ne l'impacte i millorar la seva eficiència ecològica, en una àrea d'especial interès per a la conservació. També hauria de plantejar-se la prohibició d'activitats diferents de la pesca, que puguin suposar l'alteració dels fons protegits, com mineria d'exploració o extractiva i maniobres militars.

Es recullen les **necessitats futures de recerca**, entre les quals destaquen un estudi més complet de la geodiversitat, per desenvolupar índexs quantificables que permetin caracteritzar determinats elements geològics respecte de la zona proposada per protegir. S'hauria de millorar la informació sobre la pressió pesquera de determinades flotes (nases, palangre de fons i arts menors), així com de l'impacte potencial d'aquestes pesqueries. Finalment, cal assenyalar també la necessitat d'elaborar un programa de seguiment científic del LIC, destinat a avaluar l'evolució dels elements claus per a la conservació de les espècies, les comunitats i els hàbitats, així com l'efectivitat de la implementació de mesures de gestió. D'aquesta manera es podrà desenvolupar una veritable gestió adaptativa, coherent amb la variabilitat a curt, mitjà i llarg termini que hi pugui haver als ecosistemes marins, no només com a conseqüència de l'aplicació del pla de gestió sinó també en l'actual context de canvi global.

Executive summary

Seamounts are isolated underwater topographical highs present in both oceanic domains and continental margins, which are considered as hotspots of biological activity and biodiversity in the deep-sea (Clark *et al.*, 2012). The Action A2.2 of the LIFE IP INTEMARES project in the Mallorca Channel (Balearic Islands, western Mediterranean), has aimed to improve the scientific knowledge of the habitats and benthic species of **Ses Olives (SO)**, **Ausias March (AM)** and **Emile Baudot (EB) seamounts**, as well as its adjacent bottoms, for its inclusion in the marine Natura 2000 network, a initiative proposed by OCEANA more than a decade ago (Marín *et al.*, 2011). This report presents the results of the Action A 2.2 of the INTEMARES project in the Mallorca Channel, whose **specific objectives** are the following: (i) geomorphological and seafloor substrate types mapping; (ii) biological characterization, with respect to species and benthic communities; (iii) benthic habitats characterization and mapping. The fourth objective (iv) fishing activity characterization, mapping and assessment, was already reported (Massutí *et al.*, 2022a).

To achieve these objectives, an **interdisciplinary study** has been developed, based on the acquisition of geophysical data and the collection of samples and imagery of the seabed and its biota, throughout four INTEMARES oceanographic research surveys, carried out between 2018 and 2020 on board the R/Vs *Ángeles Alvariño* and *Sarmiento de Gamboa*, as well as in the 2020 and 2021 MEDITS surveys aboard the R/V *Miguel Oliver* (Massutí *et al.*, 2022b). During these surveys, high-resolution geophysical techniques were applied to study the seabed, more specifically **multibeam and parametric echosounders**, covering an area of 4506 km² and subbottom profiles acquired along 2700 km, respectively. Superficial sediments were collected with **Shipek** (122 stations between 86 and 1062 m depth) and **Box-corer dredges** (20 stations between 285 and 926 m depth), while rock samples were collected with **rock dredges** (54 stations between 89 and 1191 m depth). The sediment samples were complemented with 18 **gravity cores** recovered between 316 and 998 m, for sampling the sedimentary column. Likewise, samples of epi- and nekto-benthic flora and fauna,

as well as demersal fishing resources were collected with **beam trawl** "Jennings" (85 stations between 99 and 764 m depth) and the GOC-73 experimental **bottom trawl** (29 stations between 237 and 1028 m depth), the latter gear was used to collect samples in the bottom trawl fishing grounds adjacent to AM and EB. These samples were completed with other biota samples collected at the rock dredge stations. A TASIFE **photogrammetric sledge** (48 transects between 87 and 708 m depth, with a total of 13 hours of video and 30,066 m² of covered surface) and the remotely operated vehicle (**ROV**) Liropus 2000 (29 transects between 89 and 1162 m depth, with a total of 52 hours of video and 17322 m² of covered surface) were also used to register underwater imagery of the seabed and its biota.

The geophysical data, images and samples were pre-processed and/or stored on board, for subsequent **analysis in the laboratory, following standard protocols and methods**: e.g. (i) the CARIS v.11.1, ArcGIS software with Benthic Terrain Modeller and Image Classification toolboxes for obtaining seafloor bathymetric and derivatives surfaces and backscatter, as well as for mapping geomorphological features and substrate types; (ii) MATLAB and IHS Kingdom v. 8.7 software for the analysis of the subbottom profiles; (iii) the methods proposed by Wentworth (1922), Folk (1954), Heiri *et al.* (2001), Long (2006) and Connor *et al.* (2006) for analyze the textural characteristics of the sediments, carried out with the GRADISTAT program, as well as for the estimation of their organic matter and carbonate content; (iv) the VLC Media Player 3.0.16 program for Windows for the imagery analysis of the videos recorded with the photogrammetric sledge and the ROV; (v) the multivariate analyses MDS (Multidimensional Scaling), SIMPER (Similarity Percentage analysis), ANOSIM (Analysis of Similarities) and RDA (Redundancy Analysis), carried out with the PRIMER v6 & PERMANOVA+ software (Clarke and Gorley, 2006) and CANOCO 5.1 package (ter Braak and Smilauer, 2018) for the identification, characterization and comparison of assemblages, from the matrix of presence/absence and/or abundance and biomass standardised to 500 m² (beam trawl samples) and km² (GOC-73 bottom trawl samples), and the analysis of the influence of environmental and fishing factors; and (vi) the estimation of diversity indices (species richness, Shannon-Wiener and N₉₀) and

evenness (Pielou), which were compared with statistics such as t-Student and Kruskal-Wallis using R v4.3.1 software.

The study of **benthic habitats** was based on modeling the spatial distribution of identified species or groups of species as potential forming biogenic habitats. For this purpose, the presence/absence data of the species or assemblages have been used, along with other data from 21 ROV transects, between 91 and 879 m depth, provided by OCEANA that carried out several oceanographic surveys in the study area between 2006 and 2014 (Marín *et al.*, 2011; OCEANA, 2014). The modeling was carried out from Species Distribution Models (SDM), which links presence of species or groups of species with environmental and anthropogenic factors that can influence their distribution and extrapolate them in space and/or time (Franklin, 2010). Up to 30 environmental variables were analysed, for which the same 100x100 m spatial grid resolution was established: 8 geomorphological, 7 sedimentological and 3 fishing pressure, estimated from data and samples obtained during the project, in addition to 12 oceanographic variables obtained from WMOP model (Western Mediterranean OPERational forecasting system) available at the Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System (SOCIB; Tintoré *et al.*, 2013). After applied a correlation analysis of these explanatory variables, using the Spearman coefficient, 14 of them were selected for the SDMs: Depth, Slope, Roughness, Backscatter, Eastness, Northness, Coarse BPI, % Organic Matter, % Sand, Maximum speed of the current above the bottom and Average bottom water temperature, as environmental variables, and VMS signals of fishing fleets using traps and bottom longlines and Distance to the nearest trawl fishing ground, as variables of fishing footprint. To increase the reliability of prediction as much as possible, the SDM of species or taxa and selected assemblages were built using two methods, GAM (Hastie and Tibshirani, 1990) and Maxent (Philips *et al.*, 2006), and their ensemble were carried out by overlapping the result of the binary predictions (presence/absence) of the two models. As grids with habitat presence were considered only those in which the results of presence from both models matched. Using a Geographic Information System, ArcGIS 10.8, the habitats distribution area were estimated based on the number of grids in which both models predict their presence.

Finally, a pilot study was carried out to detect fish with environmental DNA. This innovative technique is based on the recovery of genetic material, naturally released by species into the environment (e.g. water column), without the organisms needing to be present. During the INTEMARES-A22B-1019 oceanographic research survey, water and surface sediment samples were taken with Niskin hydrographic bottles and Shipek dredge, respectively, at three stations (top, slope and base) of each seamount (SO, AM and EB) and at different levels of the water column: surface, intermediate waters and above the bottom. The water samples were filtered and the resulting filters, in addition to the sediment samples, were stored in sterile tubes for subsequent analysis in the laboratory, where DNA extraction, sequencing and reading were carried out following standard and last generation molecular techniques and bioinformatics processing.

The **results** obtained have improved between 6 and 20 times the bathymetric detail of the seabed of the Mallorca Channel, and especially of SO, AM and EB seamounts, which rise 375, 264 and 600 m, respectively above the seabed of adjacent areas, being between 10 and 17 km long. SO and AM are made up of sedimentary rocky materials, corresponding to the geological units of the Balearic Promontory basement uplifted by tectonics, and their summits are located at 225-290 and 86-115 m depth, respectively. In contrast, EB presents a volcanic origin and its summit is located at 94-150 m depth. The adjacent bottoms around these seamounts, that connect them, are part of the middle continental slope, the physiographic province that covers most of the study area (4318 km²), with depths ranging between 208 and 1550 m and slopes of up to 40°. The eastern flank of the EB is linked to the **Emile Baudot escarpment**, crossed by small canyons with predominant slopes of up to 55°, which connect it to the greater depths of the western Mediterranean (>2500 m).

Up to **24 different morphological types** were identified: depressions, channels, gully and main canyon axes, gully and canyon head scars, scarps, wave crests, ridges, bodies, blocks and landslide fronts, seamounts and hills, volcanic cones and craters, turbidite and contourite deposits, pockmarks, mounds and wave fields, canyons, scours and other depressions. In addition to the SO, AM and EB seamounts, in the Mallorca

Channel there are other positive reliefs, such as the **Dimoni and Greixonera hills** and the **Bel guyot**, the latter of volcanic origin. Another morphological type characteristic of the area is the **pockmarks**, associated to the fluid seepage from the subsea. They were identified up to 3930, between 301-1178 m depth. Most of these structures are circular in plan view, cover surfaces of up to 0.18 km² and have between 1 and 20 m height. The unconsolidated sedimentary substrate is the dominant one in the Mallorca Channel, covering the areas adjacent to the seamounts and including the pockmark fields, while the hard substrate is more restricted to the summits and slopes of the bathymetric highs, such as seamounts, hills and volcanic cones, as well as structural scarps and ridges. Two of these morphological types are highlighted, the pockmark fields of great extension and importance in the Mallorca Channel and the one known as the "Volcanic field of the southwest of Mallorca", characterized by a main volcanic edifice, the EB seamount, which is surrounded by an extensive field of minor volcanic cones. They present a set of sedimentological and geomorphological elements that have a high scientific, cultural and educational value. For these reasons, it could be proposed as an underwater Site of Geological Interest (SGI). Currently in Spain, these underwater SGIs are only represented by some geomorphological elements of the Canary Islands.

The surficial **sediments** on the three summits of the seamounts are composed by medium-coarse bioclastic sands, while on their flanks the sediments become muddier as depth increases. In the deepest areas of the continental slope, the bottoms are characterized by muddy-sandy sediments, with bioclastic material. The highest values of carbonate content (inorganic carbon) of the surface sediments occur at the AM and EB summits, extending on their flanks up to 250 m depth, while the intermediate values are distributed between 250 and 350 m depth (including the summit of SO). The remainder is covered by sediments with low carbonate content, with minimum values at the middle slope seafloor. This distribution is opposite to the organic matter content, clearly related to the muddy sediments, since it tends to be accumulated in finer textures. The lowest values occur on the summits of the three seamounts, extending along their flanks up to 300–350 m depth, while the remaining area showed

intermediate to high values, with the highest values observed on the sedimentary bottoms of the middle slope.

A total of **740 different species or taxa** were identified, the most diverse groups being **sponges**, mollusks, crustaceans, teleost fishes, echinoderms and cnidarians, with 195 (26%), 126 (17%), 118 (16%), 116 (16%), 64 (9%) and 42 (6%) species or taxa identified, respectively. The first results of environmental DNA analysis have shown that in seawater samples it has been possible to detect taxa corresponding to fish, but not in sediment samples. It has been identified 26 taxa of fish (21 osteichthyans and 5 chondrichthyans), of which 6 species or genera had not been detected during the other sampling carried out in the study area. This increases the number of species or taxa inventoried to 746.

Up to 14 of these species are protected by various international, European and Spanish regulations. Highlight the species of sponges *Axinella polypoides* and *Tethya aurantium*, the gorgonian *Callogorgia verticillata*, the bamboo coral *Isidella elongata*, the cold water corals *Dendrophyllia cornigera* and *Madrepora oculata*, the black coral *Leiopathes glaberrima* and the false black coral *Savaglia savaglia*, as well as the gastropod mollusk *Ranella olearium*, as they are all included in Annex II (endangered or threatened species) of the Barcelona Convention for the protection of the Mediterranean Sea and in the List of Wild Species under Special Protection Regime and/or the Spanish Catalog of Endangered Species. At a lower level of protection, are included the red coralline algae *Lithothamnion coralloides* and *Phymatholithon calcareum*, which form maërl beds, which are contained in Annex II of the Habitats Directive, species of community interest whose collection and exploitation may be subjected to management measures and two decapods crustaceans, *Scyllarus pigmaeus* and the European spiny lobster (*Palinurus elephas*), included in Annex III (species whose exploitation is regulated) of the Barcelona Convention. A previous study developed by OCEANA, indicates the presence of other species, such as the carnivorous sponge *Lycopodina hypogea* and the gastropod mollusks *Charonia lampas*, *Erosaria spurca* and *Tonna galea*, included in Annex II of the Barcelona Convention, and the corals

Balanophyllia cf. cellulosa and *Javania caileti*, as well as various species of the genus *Caryophyllia*, included in Appendix II of CITES, of species that are not necessarily threatened with extinction, but that could become so unless their trade is strictly controlled (Marín *et al.*, 2011). Also the sponge *Spongia (Spongia) agaricina*, included in Annex III of the Berne Convention, of species that require special measures in their management and the black coral *Antipathes dichotoma*, included in this annex, as well as in Annex III of the Barcelona Convention.

Some of the species collected were new to science or new records in the study area, and even new records for the Mediterranean, and have allowed us to expand not only scientific knowledge about the distribution area of some species, but also its bathymetric range. In addition, the description of other species that were very little known to date has been improved. It is worthy to highlight the identification of 8 new species, the sponges *Foraminospongia balearica*, which is also very abundant in the area, *Foraminospongia minuta*, *Paratimea masuttii*, *Stelletta mortarium*, *Geodia bibilonae*, *Geodia microsphaera* and *Geodia matrix* (Díaz *et al.*, 2021, 2024b) and the echinoderm *Ophiomyxa xispa* (Ordines *et al.*, 2024), 6 new records for the Mediterranean, the sponges *Pachastrella cf. ovisternata*, *Petrosia (Petrosia) raphida*, *Calyx cf. tufa*, *Lanuginella pupa* and *Heteroxya cf. beauforti* (Díaz *et al.*, 2021, 2024a, 2024b) and the echinoderm *Ophiomyces grandis* (Ordines *et al.*, 2019), a very abundant species in the area and a new record of a mollusk for the western Mediterranean, *Haliris granulata* (Marco-Herrero *et al.*, 2022). It is worth noting the discovery of the fish *Gymnesigobius medits* at a depth of 501-520 m, which represents the deepest observation of a gobid worldwide (Kovačić *et al.*, 2023). The presence of some of the species identified in the seamounts of the Channel of Mallorca could be exclusive to this area, since they have not been detected on the shelf and slope of the Balearic Islands and the Mediterranean coast of the Iberian Peninsula. This is the case of the sponges *G. matrix*, *Geodia geodina*, *S. mortarium*, *Discodermia polymorpha* and *Axinella venusta* and the echinoderms *O. grandis* and *O. xispa*.

The epi-benthic sledge samples allowed us to identify **three assemblages in sedimentary bottoms**, greatly influenced by depth: (i) between 99 and 156 m, on the summits of AM and EB, characterized by red coralline algae; (ii) between 195 and 574 m, on the summit of SO and the flanks of SO, AM and EB, characterized by several species of crustaceans and sponges, the brachiopod *Gryphus vitreus*, the echinoderm *Ophiura (Dictenophiura) carnea* and the cephalopod mollusk *Sepietta oweniana*; and (iii) between 501 and 759 m, at the base and adjacent bottoms of the three seamounts, characterized mainly by decapod crustaceans, such as *Geryon longipes*, *Polycheles typhlops* and *Calocaris macandreae*. The average values of abundance and standardized biomass, as well as the diversity index of these assemblages, decrease with depth, although they show similar values of equitability. Some differences were also observed by seamount, mainly between the summits of AM and EB, with red coralline algae and some sponges (e.g. *Hexadella* sp.) being more abundant in AM, and when comparing the summit of SO and the flanks of the three seamounts, with the highest biomass of *G. vitreus* and *Desmacella inornata* in AM and EB, respectively. In contrast, differences between the base of the seamounts and the adjacent and deeper bottoms of the area were smaller, being attributed, above all, to the presence of *Isidella elongata* in SO, as well as to the highest abundance of the fishes *Nezumia aequalis* and *Lepidorhombus boscii* in AM, and *G. vitreus* and *G. longipes* in EB. In the trawl dredge samples, **three rocky bottom assemblages** have been identified, determined by depth: (i) between 90 and 193 m, on the tops of EB and AM, characterized by the red coralline algae and the brachiopods *Megerlia truncata* and *Joania cordata*; (ii) between 242 and 609 m, on the flanks of SO, AM and EB, whose main species were decapod crustaceans of the genus *Plesionika* and the bivalve mollusk *Asperarca nodulosa*; and (iii) between 209 and 1081 m, on the flanks of the three seamounts and the volcanic cones that surround the EB, characterized by sponges such as *Haliclona poecillastroides*, *Hamacantha* sp., and *Poecillastra compressa*, among others.

The samples obtained with bottom trawls have allowed to identify and characterize an **assemblage of nekto-benthic species in the fishing grounds of the bottom trawl fleet** adjacent to AM and EB, between 542 and 768 m depth, characterized by the

decapod crustaceans *Plesionika acanthonotus*, *P. martia* and *G. longipes*, teleost fishes (*Hymenocephalus italicus*, *Phycis blennoides* and *Hoplostethus mediterraneus*) and the elasmobranch *Galeus melastomus*. Some of these species are important fishing resources, highlighting the red shrimp (*Aristeus antennatus*) of high commercial value. In this assemblage, certain differences were also detected between both seamounts, mainly due to the shark *G. melastomus* and the decapod crustaceans *Phasiphaea multidentata*, *A. antennatus* and *G. longipes*, which could be attributed to the effect of bottom trawling, since it is located in a fishing ground currently exploited (AM) and in other that has not been exploited since two decades (EB). This is the case of *G. melastomus*, whose average abundance has been slightly higher in EB than in AM, although another elasmobranch, *Etmopterus spinax*, showed the opposite results. In this very preliminary analysis of the **fishing impact**, no differences were observed in the average density of *A. antennatus*, which showed differences in its population structure, with a greater proportion of large males and females in EB than in AM.

From the video transects with photogrammetric sledge and ROV, up to 31 different **benthic habitats** were identified (Massutí *et al.*, 2022b), some of which are considered by the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) of the European Commission, as sensitive habitats and also Essential Fish Habitats of the Mediterranean, since they are essential for the development of critical stages of the life cycle of fisheries resources (STECF, 2006): e.g. "maërl/rhodoliths" beds, "bathyal muds with *Isidella elongata*" and "crinoid beds". SO and EB showed the lowest and greatest variability, with a total of 11 and 21 habitats identified, respectively, and AM presented an intermediate number of habitats (16), although it was the seamount in which less sampling was carried out using underwater imagery. The distribution of these habitats is determined mainly by depth. On the circalittoral summits of AM and EB, there are detritic bottoms with maërl/rhodoliths beds and coralligenous outcrops, dominated by communities of sponges, soft corals and gorgonians. Due to the extreme transparency of the seawater in this area, these maërl/rhodoliths beds were found to be well structured till 137 m depth, probably the greatest depth of this habitat in the western Mediterranean. Sponges and corals colonize the rocky bottoms that predominate on

the flanks and scarps of the summits of the three seamounts. Other habitats observed in this bathymetric range are crinoid beds and thanatocenoses of giant ostreids, the latter seem to form a ring that surrounds the seamount between 260 and 415 m depth. The bottoms of the flanks with a lower slope are mainly formed by muddy sediments, in which there are facies of the brachiopod *G. vitreus*, burrowing fauna and/or remains of dead corals. The deeper areas of the middle slope, at the base of the seamounts, are characterized by the presence of pockmarks and landslides, and dominated by muddy sediments. Facies of the corals *Callogorgia verticillata* and *I. elongata*, the sponge *Thenea muricata* and the bryozoan *Kinetoskias* sp. were also found.

It has been modelled the spatial distributions of 12 benthic habitats (species or group of habitat-forming species) and the presence of 7 other species or group of species, also of interest for conservation, has been mapped, because they could not be modelled due to lack of data. For each of these habitats and species, the type of substrate on which they develop, the main species that compose the habitat, their spatial distribution and bathymetric range in the study area has been detailed. Likewise, a brief description of the habitat is presented, including its ecological implications and vulnerability, as well as potential threats, and the directives, conventions and/or international agreements, of which Spain is a part, are listed, as well as protection regulations in which they are included. Of the 12 habitats modelled, two have been assigned to the Habitat of Community Interest **HCI 1110** (Sandbanks which are slightly covered by seawater all the time), although their inclusion in this category is problematic (INDEMARES, 2014). This is the case of the "Maërl/rhodoliths" bottoms, which largely overlap with sponge bottoms, mainly dominated by the species *Foraminospongia balearica*, that has been assigned to the habitat "Infralittoral and circalittoral detrital platforms associated with seamounts with rhodoliths with sponge dominance". Both HCI 1110 are distributed in the circalittoral bottoms of the summits of AM and EB. Six habitats have been assigned to the category **HCI 1170** (Reefs), five of which are distributed on rocky bottoms mainly on the flanks of seamounts, although in some cases also on circalittoral coralligenous outcrops on the AM and EB summits: the gorgonians bottoms "Rocky summits of seamounts of the circalittoral bottoms with *Eunicella* spp." and "Rocky tops of

seamounts of the circalittoral bottoms with *Viminella flagellum*", the sponge bottoms, mainly *Tretodictyum reiswigi*, but also *Poecillastra compressa*, *Jaspis sp.*, *Heteroxya cf. beauforti* and several species of the genus *Hamacantha*, "Scarps, walls and rocky slopes of underwater elevations and canyons of the circalittoral bottoms with sponges" and the cnidarian communities "Deep rocky bottoms with aggregations of gorgonians" and "Bathyal rock with octocoralaria (*Bebryce mollis* and *Callogorgia verticillata*)". It has also been modelled the "Bathyal muds with *Isidella elongata*", the only HCI 1170 of sedimentary bottoms, more specifically in an area of bathyal mud between SO and AM. A third category was "Pockmark fields", included in **HCI 1180** (Submarine structures made by leaking gases). Since neither activity related to the recent emission of fluids were detected, nor chemosymbiotic biological communities linked to this expulsion, the conservation interest of this habitat is more linked to aspects related to geodiversity and geological heritage than to the associated biodiversity. The inclusion in any of the HCI categories of three of the modelled habitats has not been considered justified: "Shelf edge bathyal bottoms with *Gryphus vitreus*", "Bathyal detritic bottoms with sponges" and "Bathyal bottoms with *Thenia muricata*". Although they may share some element with HCI, mainly HCI 1110, such as the sedimentary nature of the beds that harbour them, these are bottoms with lower biodiversity, coverage and abundance of structuring species, without erectile species that build three-dimensional structure. These habitats are distributed in the bathyal bottoms adjacent to EB in the first case and to SO, AM and EB in the second, while the third is located at greater depth, in a wide area between these seamounts. The indicator or structuring species of habitats and/or also of conservation interest, which were not modelled but were mapped, are all cnidarians, mainly located on the rocky bottoms of the flanks of the three seamounts and, more frequently, in EB. More specifically, they are the gorgonian *Callogorgia verticillata*, the cold-water corals *Dendrophyllia cornigera* and *Madrepora oculata* and the black coral *Leiopathes glaberrima*. It can be also include two species typical of sedimentary bottoms, such as the sea pen *Funiculina quadrangularis* and the crinoid facies. The protection of most of these habitats is also considered a priority at the regional level, in the Mediterranean Sea, by the Barcelona Convention.

Demersal fisheries are one of the greatest **pressures** that can affect the benthic species and habitats of the seamounts of the Mallorca Channel. The main one is the deep-water trawling targeting decapod crustaceans of high commercial value, which is developed at three fishing grounds near SO and AM by a fishing fleet from ports of the Iberian Peninsula (Massutí *et al.*, 2022b). On rocky bottoms on the summits and flanks of the three seamounts, deep-sea shrimp *Plesionika edwardsii* is exploited with traps (García-Rodríguez *et al.*, 2000) and bottom longlines are used to capture large sparids and serranids, while on the summits of AM and EB some recreational fishing boats operate, although more sporadically, using hand lines and fishing reels. Finally, it should be noted that three small-scale vessels from Ibiza and Formentera ports were also detected operating a few days at AM summit, probably to capture lobster with trammel nets. Many of these habitats, mainly formed by calcareous algae, sponges, gorgonians and corals, are especially vulnerable to anthropogenic activities, not only fishing activities but also climate change, which affects the physical-chemical characteristics of the sea, and may condition the growth of some of these species.

Taking into account the species and benthic habitats of special interest for conservation, as well as the relevance, representativeness and uniqueness of the seamounts of the Mallorca Channel in relation to geodiversity and biodiversity, **it is proposed to declare an area of 4498.05 km² as Site of Community Interest (SCI)**, for its inclusion in the marine Natura 2000 network. This SCI proposal encompasses the three seamounts (SO, AM and EB) and the adjacent seafloor, which connects SO and AM eastern Pitiusas islands with EB southern Cabrera island, in addition to the Bel Guyot and part of the Emile Baudot Escarpment. The total area occupied by HCIs in the proposed SCI has been estimated of 2923.33 km² (65%), the majority (2583.45 km²) corresponds to HCI 1180 (57%), while HCI 1110 occupies an area of 76.87 km² (1.71%) and the area of HCI 1170 is 263.01 km² (6%). In addition to HCI and benthic and nekton-benthic species of special interest for conservation, **the presence of pelagic species with high protection degree has also been noted in the proposed SCI** (Marín *et al.*, 2011; Unpublished data TURSIOPS Foundation). This is the case of the turtle *Caretta caretta* and various cetaceans, such as the common dolphin (*Delphinus delphis*), the

striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*), the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), the sperm whale (*Physeter macrocephalus*) and the pilot whales *Grampus griseus* and *Globicephala melas*. These species can be subject to other anthropogenic pressures, such as pelagic fisheries, mainly aimed at capturing swordfish (*Xiphias gladius*) and bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) with pelagic longlines and purse seines, respectively (Barcelona *et al.*, 2010; Gordo *et al.*, 2017), as well as maritime transport and nautical activities, especially important during the summer season, with the consequent risk of collisions and noise pollution.

With the declaration of this SCI in the Mallorca Channel, the marine SCI of the Balearic Islands will be complemented, because all of them are located in coastal areas, with the only exception of the Menorca Channel, which also includes circalittoral and bathyal beds (Barberá *et al.*, 2014). It will also expand the SCIs with seamounts in Mediterranean waters off the Spanish coast, until now only represented by the Seco de los Olivos in the Alboran Sea (de la Torriente *et al.*, 2018, 2019), as well as the deep-water habitats corresponding to HCIs 1170 and 1180, which are not well represented in the Mediterranean Natura 2000 network (Marín *et al.*, 2011).

This report outlines **criteria for the spatial planning and management of the proposed SCI**. Taking into account the objectives of the Natura 2000 network, maximizing environmental protection while minimizing, as far as possible, the effects on economic activities, it will be necessary not only to assess the conservation status of the species, communities and benthic habitats identified in the present study, but also to know the potential impact of the different human activities that take place in the study area. The latter refer to both demersal fishing with traps and bottom longlines, for which no scientific information is available on their impact, unlike trawling, as well as large pelagic fisheries and recreational fisheries, both pelagic and demersal, in addition to other human pressures, among which maritime navigation stands out. The management should contemplate both spatial planning proposals for of all these activities, as well as the freezing of fishing effort, through a closed census of vessels, and technical measures for technological improvement and innovation in fisheries,

which contribute to reduce their impact and improving the ecological efficiency of this activity in an area of special interest for conservation. It should also propose the ban of activities other than fishing, which may involve the alteration of protected funds, such as exploratory or extractive mining and military exercises.

Future research needs are also included, namely a more complete geodiversity study in order to develop morphometrical index that allow characterizing certain geological elements with respect to the marine area proposed to be protected. Information on the fishing footprint of some fleets (traps, bottom longlines and small-scale gears) should be improved, as well as the potential impact of these fisheries. Finally, it is also worth noting the need to develop a scientific monitoring program for the SCI, aimed at assessing the evolution of key elements for the conservation of species, communities and habitats, as well as the effectiveness of the implementation of management measures. In this way, true adaptive management can be developed, in agreement with the short, medium and long-term variability that may exist in marine ecosystems, not only as a consequence of the application of the management plan but also in the current context of global change.

1. Introducción

La protección de las especies y ecosistemas marinos es especialmente relevante en el Mediterráneo, que ha sido señalado como un punto caliente de biodiversidad marina (Coll *et al.*, 2010). Las áreas marinas protegidas (AMPs) son herramientas muy útiles para gestionar y mejorar el estado de conservación de especies y ecosistemas. Una red de AMPs puede constituir un sistema eficaz para salvaguardar la biodiversidad de mares y océanos a nivel global, que contribuya a mantener la salud de sus ecosistemas y los servicios que nos brindan. Desde 1999, a través del Protocolo sobre las Zonas Especialmente Protegidas y la Diversidad Biológica en el Mediterráneo (Protocolo SPA/BD), las Partes Contratantes del Convenio de Barcelona (https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/proteccion-internacional-mar/convenios-internacionales/convenio_de_barcelona.html) han promovido la cooperación en la gestión y conservación de los espacios naturales, así como en la protección de especies amenazadas y sus hábitats. Más recientemente, La Directiva Marco de las Estrategias Marinas (<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategias-marinas.html>) también incluye un requisito para los países europeos del Mediterráneo de establecer una red ecológicamente coherente de AMPs, que contribuya a la protección de especies y hábitats vulnerables (Borja *et al.*, 2010).

En la Unión Europea, el principal instrumento de protección de la biodiversidad es la Red Natura 2000: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000.html>). Es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad, establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres): https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_pres_leg_dir_habitat_info_basica.html). La Red Natura 2000 persigue mantener o, en su caso, restablecer a un estado favorable de conservación hábitats y especies, incluido el medio marino, con la finalidad de asegurar su supervivencia a largo

plazo y contribuir así a detener la pérdida de biodiversidad. Está compuesta por Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), que posteriormente son declaradas como Zonas Especiales de Conservación (ZEC). Estas figuras de protección buscan asegurar la preservación, a largo plazo, de determinadas áreas y su flora y fauna silvestres, así como la sostenibilidad de las actividades humanas que se desarrollan en ellas, mediante la implementación de planes de gestión.

Como resultado del proyecto LIFE+ INDEMARES (<https://www.indemares.es/>), desarrollado entre 2009 y 2014, se declararon LIC grandes áreas marinas de las aguas jurisdiccionales españolas, la mitad de ellas en el Mediterráneo. Con ello, la superficie marina protegida en España aumentó de <1% a >8%, contribuyendo así al objetivo del Convenio sobre la Diversidad Biológica, de proteger en 2020 el 10% de las regiones marinas. El principal objetivo del actual proyecto LIFE IP INTEMARES (<https://intemares.es/>) es completar este trabajo. Para ello, entre otras actuaciones, se ha desarrollado la Acción A.2, de mejora del conocimiento científico de hábitats y especies, para completar, mejorar y ampliar la Red Natura 2000 marina. Una de sus cuatro sub-acciones, la A2.2, ha tenido como objetivo la mejora del conocimiento científico, para la declaración de nuevos espacios marinos por su importancia para hábitats, mediante el estudio de tres áreas. El presente informe expone los trabajos realizados en el marco de la A.2.2 para la caracterización, cartografiado y estado de conservación de los hábitats bentónicos en una de estas áreas: Los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). Más concretamente Ses Olives (en adelante SO), Ausias March (en adelante AM) y Emile Baudot (en adelante EB), tres de las principales estructuras geomorfológicas de esta área (Fig. 1.1).

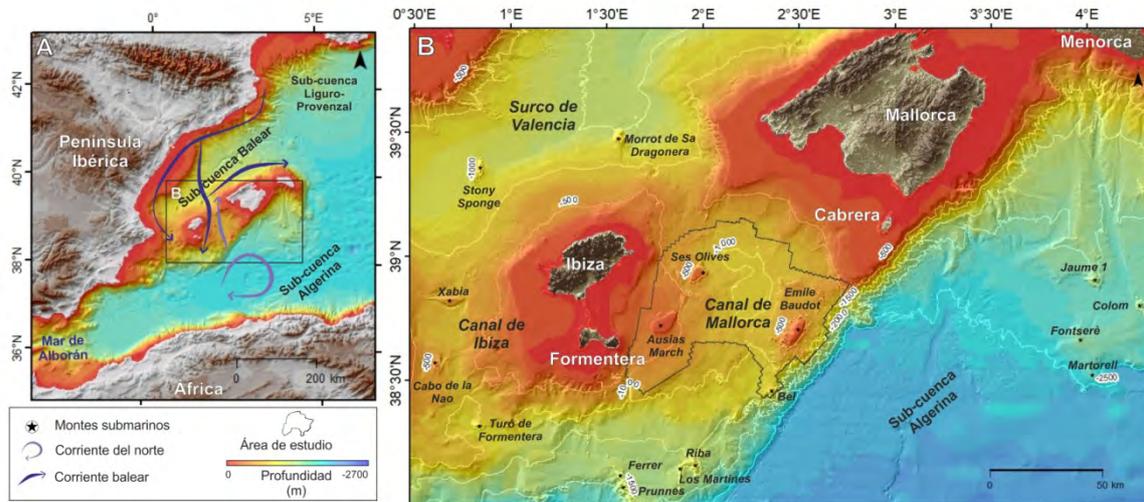


Figura 1.1. Mediterráneo occidental e Islas Baleares, que separan las sub-cuencas Balear y Argelina, al norte y sur respectivamente, con el área de estudio de la Acción A.2.2 del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca: Los montes submarinos Ses Olives, Ausias March y Emile Baudot. El esquema de circulación de masas de agua en la cuenca occidental del Mediterráneo está modificado de López-Jurado *et al.* (2008).

Los montes submarinos son elevaciones topográficas submarinas, aisladas de los márgenes continentales, que se consideran puntos críticos de actividad biológica y biodiversidad en el mar profundo (Clark *et al.*, 2012). Los montes submarinos abarcan un amplio rango de profundidades, se ubican en lugares geodinámicos diversos y pueden estar influenciadas por procesos oceanográficos diferentes (Palomino *et al.*, 2011). Comprenden tipos de hábitats muy heterogéneos (Würtz *et al.*, 2015), algunos de ellos estructurados por especies frágiles, sésiles, de crecimiento lento y longevas, muy sensibles a la pesca y otros tipos de perturbaciones, tanto antrópicas como de la propia naturaleza, por lo que han sido reconocidos internacionalmente como Ecosistemas Marinos Vulnerables (FAO, 2009). A pesar de todo lo anterior, el conocimiento científico de los montes submarinos en el Mediterráneo es muy limitado y muestra una clara asimetría entre el número de estudios geológicos y biológicos, siendo los primeros más numerosos (Würtz *et al.*, 2015).

A pesar de que hace ya más de una década que se recomendó la inclusión de los montes submarinos del Canal de Mallorca en la Red Natura 2000 (Marín *et al.*, 2011), en esta

área también se da la carencia de información antes mencionada. Diversos estudios han analizado las pesquerías demersales, dirigidas a crustáceos decápodos de profundidad, más concretamente la gamba roja *Aristeus antennatus* (García-Rodríguez y Esteban, 1999) y el camarón *Plesionika Edwardsii* (García-Rodríguez *et al.*, 2000), la geomorfología y geodinámica (Acosta *et al.*, 2001, 2004; Vázquez *et al.*, 2015; Gómez-Ballesteros *et al.*, 2015) y sus especies y hábitats bentónicos (Marín *et al.*, 2011; OCEANA, 2015; Aguilar *et al.*, 2011; Maldonado *et al.*, 2015; Mastrototaro *et al.*, 2017). Una información que ha sido mejorada mucho más recientemente por González-Irusta *et al.* (2022) y Standaert *et al.* (2023), con el modelado del hábitat del coral bambú *Isidella elongata* en la parte occidental del Canal de Mallorca.

Por todo lo anterior, los objetivos de la Acción A2.2 del proyecto LIFE-IP-INTEMARES en el Canal de Mallorca fueron: (1) cartografiado geomorfológico y de tipos de sustrato del fondo marino de los montes submarinos SO, AM y EB, así como de sus fondos adyacentes, a partir de datos adquiridos con ecosonda multihaz (batimetría y reflectividad), ecosonda paramétrica (perfiles acústicos del subsuelo) y del muestreo directo (sedimento y rocas) y la toma de imágenes de la superficie del fondo marino; (2) caracterización biológica del área por lo que respecta a especies y comunidades bentónicas, a partir de muestras e imágenes de la biota epi- y necto-bentónica; (3) caracterización y cartografiado de hábitats bentónicos, principalmente basado en un análisis espacial y el desarrollo de modelos predictivos, que combine variables ambientales y datos de presencia/ausencia de especies tipificadoras de los mismos; y (4) caracterización, cartografiado y evaluación de la actividad y huella pesquera, a partir sobretodo de la información obtenida de datos VMS (*satellite-based Vessel Monitoring System*). El presente informe hace referencia a los tres primeros objetivos, ya que el último fue objeto de un informe anterior (Massutí *et al.*, 2022a).

2. Área de estudio

El Canal de Mallorca se encuentra en la cuenca occidental del Mediterráneo (Fig. 1.1). Separa las islas de Ibiza y Mallorca y está situado al suroeste del Promontorio Balear, entre la sub-cuenca Balear, frente a la Península Ibérica al oeste y el dominio abisal de la sub-cuenca Argelo-Provenzal al este. Se puede describir como un canal asimétrico,

cuyo ancho varía entre 100 y 200 km, estrechándose hacia el norte y con una profundidad que puede llegar hasta 1050 m. Se caracteriza por la presencia de una gran variedad de características morfológicas como montes submarinos, escarpes y depresiones (Acosta *et al.*, 2002).

2.1. Oceanografía

El Promontorio Balear (en adelante PB) delimita las sub-cuencas Balear y Argelina por el norte y sur, respectivamente (Fig. 1.1), con diferentes condiciones oceanográficas [EUROMODEL Group, 1995]. La sub-cuenca Balear está más influenciada por el forzamiento atmosférico y las aguas mediterráneas, más frías y salinas, mientras que la sub-cuenca Argelina se ve afectada principalmente por corrientes geostróficas, que resultan de gradientes de densidad y recibe aguas atlánticas más cálidas y menos salinas (Pinot *et al.*, 2002). Según estos autores, en ambas sub-cuencas se pueden encontrar diferentes masas de agua:

- Las aguas superficiales, provenientes del Océano Atlántico (AW: *Atlantic Waters*) a través del Estrecho de Gibraltar. Estas aguas presentan una variación estacional muy acusada de su temperatura, entre 13°C en invierno y 26°C, e incluso 28°C, en verano. Es en esta estación del año cuando se forma la termoclina, un fuerte gradiente vertical de temperatura entre 30 y 100 m de profundidad. En otoño, la columna de agua se va mezclando progresivamente, hasta casi alcanzar la homogeneidad térmica en invierno, cuando la temperatura varía desde los 13°C en el fondo hasta los 14°C de la superficie. Posteriormente, en primavera, se observa un progresivo incremento de la temperatura debido al aumento de horas de luz y de la radiación solar. La formación de una capa de mezcla superficial, con el progresivo aumento de la temperatura, da lugar a la formación de la termoclina.
- Aguas intermedias de invierno (WMIW: *Western Mediterranean Intermediate Water*), que se encuentran entre 100 y 300 m de profundidad. Se caracterizan por una temperatura mínima (~12.5°C) y son el resultado de procesos convectivos, que tienen lugar desde el Mar Ligur hasta las costas del norte de Cataluña, incluyendo el Golfo de León, durante episodios de vientos fríos y

- secos del norte (Tramontana o Mestral), que provocan pérdida de calor y evaporación en el agua superficial, lo que aumenta su densidad y la hace profundizar en la columna de agua. Es una masa de agua estacional, cuyo espesor también varía según los años y cuya influencia en el Canal de Mallorca se da principalmente en verano (López-Jurado, 1990).
- Las aguas levantinas intermedias (LIW: *Levantine Intermediate Water*), presentes durante todo el año, se originan en la cuenca del Mediterráneo oriental, más concretamente en la sub-cuenca Levantina, también como resultado de procesos convectivos durante el invierno que incrementan la salinidad, y por tanto de densidad, de las aguas superficiales provenientes del Océano Atlántico. La LIW muestra máximos de temperatura y salinidad (~13.3°C y ~38.5, respectivamente) y se encuentra a 200-700 m de profundidad. Llega a las Islas Baleares después de circular a lo largo del margen septentrional de todo el Mediterráneo.
 - El agua profunda del Mediterráneo occidental (WMDW: *Western Mediterranean Deep Water*) se encuentra por debajo de la LIW y llega hasta el final de la columna de agua. La totalidad de los fondos del Mediterráneo occidental están ocupados por la WMDW. Con valores de temperatura y salinidad alrededor de 12.7°C y 38.45, respectivamente, su límite superior se puede llegar a situar entre 450 y 500 m de profundidad, aunque generalmente la interfase LIW-WMDW se encuentra a partir de los 800 m de profundidad. El WMDW se origina también como resultado de procesos convectivos de invierno en áreas del Golfo de León y Mar Ligur y fluye hacia el sur, con una trayectoria poco conocida, pudiendo atravesar los canales de Mallorca e Ibiza, este último separa las Islas Pitiusas de la Península Ibérica. En las Islas Baleares, los valores mínimos de WMDW se encuentran en otoño e invierno, mientras que los máximos se dan en verano. Esta variabilidad estacional puede estar relacionada con la mezcla de esta masa de agua con la LIW y también con su ciclo estacional de formación (López-Jurado *et al.*, 2008).

La circulación regional en el Mediterráneo occidental es ciclónica (Fig. 1.1A) y está dominada por la Corriente del Norte y la Corriente Argelina (Millot, 1999; Pinot *et al.*, 2002; Monserrat *et al.*, 2008). La primera arrastra aguas intermedias (WMIW) hacia el sur, a lo largo del margen continental de la Península Ibérica y, al llegar al Canal de Ibiza, se bifurca. Una parte cruza este canal y sigue fluyendo hacia el sur y la otra parte forma la Corriente Balear, que fluye hacia el noreste, a lo largo del margen insular de las Islas Baleares. La segunda está formada por AW reciente, que fluye a lo largo de la costa norte africana, en los primeros 250 m de la columna de agua, desde el Mar de Alborán hacia Sicilia, en el Mediterráneo central. Forma giros ciclónicos y anticiclónicos, que se desprenden de la corriente principal y, en algunos casos, alcanzan y cruzan el Canal de Ibiza y el Canal de Mallorca. Las entradas y salidas de AW a través de estos canales pueden fortalecer o debilitar la Corriente Balear.

Los canales de las Islas Baleares actúan de sistema de intercambio entre las aguas mediterráneas del norte del archipiélago y las aguas atlánticas del sur. El caudal de estas aguas que alcanzan y cruzan los canales está sujeto a variaciones interanuales (Millot, 1999; Pinot *et al.*, 2002; Monserrat *et al.*, 2008). Depende, entre otros factores, de la cantidad de WIW que se haya formado y, en consecuencia, de las condiciones climáticas invernales en el Golfo de León (Monserrat *et al.*, 2008). Diversos autores han señalado la alta actividad de mesoescala en esta área de frentes oceánicos, que puede generar la aparición de meandros, giros y filamentos (La Violette *et al.*, 1990; López-García *et al.*, 1994). Algunas de estas estructuras, que alcanzan tamaños de 40-50 km, en la sub-cuenca Balear pueden resultar en episodios de vorticidad de la corriente superficial, que se caracterizan por su movimiento vertical a lo largo de la columna de agua y que, si son lo suficientemente intensos, pueden llegar a alcanzar los fondos del talud y afectar la distribución de especies bentopelágicas y epibentónicas de gran profundidad (Amores *et al.*, 2014). Todas estas inestabilidades contribuyen a la gran variabilidad de los modelos de circulación en el área.

A esta variabilidad temporal en las condiciones hidrográficas alrededor de las Islas Baleares, se añaden las diferencias espaciales entre las sub-cuencas balear y argelina, la primera con una mayor hidrodinámica, concentración de oxígeno disuelto y

productividad superficial durante la primavera y el verano (Fernández de Puellas *et al.*, 2004; Balbín *et al.*, 2014). Estas diferencias en las condiciones oceanográficas se reflejan también en la estructura y dinámica de las comunidades mesopelágicas y epibentónicas (Olivar *et al.*, 2012, Ramón *et al.*, 2014) e, incluso, determinan una mejor condición somática de las principales especies bentopelágicas de los ecosistemas profundos del talud norte del Archipiélago (Rueda *et al.*, 2014). Asimismo, las redes tróficas de estos ecosistemas al norte y sur de las Islas Baleares muestran ciertas diferencias. En la sub-cuenca Argelina dependen más de la biomasa planctónica que de la productividad bentónica, mientras que el supra-bentos juega un papel más importante en sub-cuenca Balear (Cartes *et al.*, 2001; Maynou y Cartes, 2000).

Dentro de la oligotrofia general del Mediterráneo, las aguas alrededor de las Islas Baleares son más oligotróficas que las aguas adyacentes de la Península ibérica y el Golfo de León, como consecuencia de la falta de aporte de nutrientes terrestres procedentes de los ríos (Bosc *et al.*, 2004; Estrada, 1996). No obstante, los frentes de meso-escala entre aguas mediterráneas y atlánticas (Pinot *et al.*, 1995) y el aporte de agua fría del norte en los canales (Fernández de Puellas *et al.*, 2004), pueden actuar como mecanismos de fertilización externa, que mejoran la productividad en el área. La ausencia de aportes terrígenos también hace que los sedimentos de la plataforma balear sean principalmente arenas y gravas biogénicas, con un alto porcentaje de carbonatos (Canals y Ballesteros, 1997).

2.2. Contexto geológico

El PB se ha considerado como parte del sistema de cabalgamientos de las Zonas Externas del orógeno Bético, si bien muestra una compleja historia tectónica que ha marcado los dominios fisiográficos actuales. En el Mioceno inferior-medio tuvo lugar una fase compresiva que generó estructuras de dirección ENE-OSO en continuidad con el cinturón Bético del NE de Alicante (Sabat *et al.*, 2011), las cuales se superpusieron sobre estructuras extensionales previas. Estas estructuras compresivas estuvieron favorecidas, en parte, por la apertura extensional, de forma simultánea, entre el Oligoceno superior y el Mioceno medio de la Cuenca o Surco de Valencia al oeste del PB y, de la cuenca Argelina al este, en la que se llegó a formar corteza oceánica,

configurándose el sector oriental del PB como un margen continental extensional en relación con una falla transformante previa (Driussi *et al.*, 2015) que le confiere un alto gradiente al Escarpe Emile Baudot. Finalmente, en el Mioceno medio, tuvo lugar un colapso extensional de la estructura de las Zonas Externas de las Béticas en el PB (Moragues *et al.*, 2018; Haidar *et al.*, 2022). Como consecuencia de esta historia tectónica se han generado relieves de tendencia ENE-OSO a NE-SO, que han marcado la fisiografía tanto de las Islas Baleares como de los principales rasgos morfológicos del margen continental, en el cual se han definido estructuras de cabalgamiento en el talud inferior al NO de las islas de Ibiza y Mallorca, y fallas normales que cortan a estas estructuras (Etheve *et al.*, 2016), así como el interior del PB y controlan el propio Escarpe Emile Baudot (Vázquez *et al.*, 2022). Fundamentalmente las formaciones geológicas son una secuencia Mesozoica similar al Prebético de Alicante, en facies relativamente someras (De Neira y Gil-Gil, 2013), seguida de una secuencia de edad Oligoceno-Mioceno de facies marinas (Etheve *et al.*, 2016) y por una formación salina generada durante la desecación Messiniense (Maillard *et al.*, 2022), presente especialmente en la parte central del PB y formaciones Plioceno-Cuaternarias. Además, a lo largo del PB se ha reconocido la presencia de varios elementos volcánicos.

A diferencia de la ausencia de cañones submarinos de relevancia en las Islas Baleares, algunos de los 60 montes submarinos y estructuras similares que se han identificado en el Mediterráneo occidental (Gómez-Ballesteros *et al.*, 2015; Vázquez *et al.*, 2015), se encuentran alrededor del Archipiélago. Es el caso de SO, AM y EB, tres de las principales estructuras geomorfológicas del Canal de Mallorca. SO y AM se sitúan al este de las islas de Ibiza y Formentera, mientras que EB está situado al este de las anteriores y sur de las islas de Mallorca y Cabrera, sobre la parte superior del escarpe de igual nombre, que constituye la transición entre el margen continental del PB y la llanura abisal de la cuenca occidental del Mediterráneo (Fig. 1.1). AM y SO corresponden a relieves estructurales, configurados finalmente en la etapa extensional del Mioceno Medio, constituidos por materiales Mesozoicos, en continuidad con los definidos en el Prebético de Alicante, y secuencias de formaciones Oligocenas y Miocenas similares a las que se pueden observar en las islas de Ibiza y Mallorca. Por

tanto, están constituidos principalmente por materiales carbonatados marinos, mientras que EB es un relieve volcánico de edad Cuaternario, relacionado con reactivaciones magmáticas a favor de estructuras extensionales que forman parte del margen continental oriental del PB y, probablemente, controladas por las estructuras transfer que segmentan el Surco de Valencia y la sub-cuenca Argelina.

SO y AM están en la prolongación del sector oriental de las islas de Ibiza y Formentera, según una dirección NE-SO, similar a las principales tendencias estructurales del PB. Ambos montes submarinos se caracterizan por tener una cima tabular, que en AM tiene una longitud de 16 km y está partida de forma longitudinal por un escarpe de falla. Su techo se sitúa a profundidades alrededor de 90-100 m y presenta una serie de relieves entre su límite y el inicio de la pendiente de los flancos, con desniveles de 250-350 m respecto a los fondos adyacentes. La cima de AM se constituye como una plataforma aislada, que pudo estar emergida en momentos de bajo nivel del mar. Este monte submarino presenta un promontorio septentrional, en dirección NE-SO, que casi lo enlaza con SO, cuya cima tiene una longitud de 9.7 km, se sitúa alrededor de 290 m de profundidad y presenta desniveles comprendidos entre 370 y 560 m con respecto a los fondos circundantes (Gómez-Ballesteros *et al.*, 2015; Vázquez *et al.*, 2015). En el entorno de SO y AM se ha definido un campo de expulsión de fluidos, caracterizado por depresiones tipo pockmarks y otros elementos morfoestructurales, como depresiones longitudinales (Acosta *et al.*, 2002, 2004, 2005).

La orientación de EB también es NE-SO, con una cima tabular en torno a los 120 m de profundidad, con irregularidades que llegan hasta los 100 m y desniveles respecto a los fondos adyacentes que varían entre 650 y 700 m (Gómez-Ballesteros *et al.*, 2015; Vázquez *et al.*, 2015). La cima de esta montaña ha podido funcionar también como una plataforma aislada y quedar parcialmente emergida en momentos de bajo nivel del mar. El entorno de EB se caracteriza por la presencia de numerosos montículos de geometría cónica, que han permitido definirlo como un campo volcánico (Acosta *et al.*, 2001; 2002; 2005). Entre estos montículos se localizan otros montes menores, como el monte Bel, situado al suroeste de EB (Fig. 1.1), de geometría cónica truncada, con una cima tabular alrededor de 900 m de profundidad y desniveles comprendidos entre 300 y

900 m con respecto a los fondos adyacentes (Gómez-Ballesteros *et al.*, 2015). La parte oriental del EB se caracteriza por el escarpe del mismo nombre, con una pendiente muy pronunciada, hasta alcanzar profundidades >2000 m y que, a su vez, está surcada por numerosos cañones submarinos de pequeñas dimensiones.

El área entre estos tres montes submarinos se caracteriza por relieves suaves. Destaca la presencia de una cuenca central (Acosta *et al.* 2004), prácticamente cerrada entre el margen continental meridional de Mallorca y los montes SO y EB. Esta cuenca presenta un gradiente suave, desde su extremo oriental hacia el sur.

2.3. Hábitats y especies circalitorales y batiales de interés para la conservación

La marcada oligotrofia de las aguas alrededor de las Islas Baleares, junto con la falta de aportes fluviales, las reducidas áreas de cuenca y el carácter kárstico de la mayoría de islas, que favorece la rápida infiltración de las lluvias, también explica la alta transparencia de las aguas en la zona. Por ello, la intensidad de la luz puede alcanzar el 0,05% de los valores superficiales hasta 110 m de profundidad, lo que permite el crecimiento de algas en la mayor parte de la plataforma continental. En este escenario, los lechos de algas rojas dominan el paisaje del fondo marino entre 50 y 100 m de profundidad, principalmente hasta 85 m (Ballesteros, 1994; Ordines y Massutí, 2009), un rango más profundo que el de la Península Ibérica, donde este tipo de fondos está restringido a <60 m (Ballesteros, 1988; Bordehore *et al.*, 2003). Uno de estos fondos, los campos de rodolitos o maërl, que en algunas zonas están asociados a bosques del alga parda *Laminaria rodriguezii*, endémica del Mediterráneo, se consideran hábitats sensibles. Junto con los fondos de algas rojas del género *Peyssonnelia* y las especies *Osmundaria volubilis* y *Phyllophora crista*, entre otras, estos campos de rodolitos o maërl son también esenciales para el desarrollo del ciclo vital de algunos recursos pesqueros de la plataforma continental (*Essential Fish Habitats: EFH*; Ordinas, 2016).

En los fondos de rodolitos o maërl, que también están ampliamente extendidos alrededor de Ibiza y Formentera (Joher *et al.*, 2022), se encuentran algunas especies bentónicas consideradas de especial interés para la conservación, estando protegidas y/o reconocidas como vulnerables por acuerdos regionales, a nivel del Mediterráneo y normativas europeas, nacionales o autonómicas. Es el caso de las algas rojas calcáreas

Lithothamnion corallioides y *Phymatolithon calcareum*, incluidas en el Anexo V de la Directiva Hábitats (especies cuya recogida en la naturaleza y explotación pueden ser objeto de medidas de gestión) y el erizo *Centrostephanus longispinus*, incluido en el Anexo IV de esta directiva (especies que requieren una protección estricta). A estas especies hay que añadir el alga *Laminaria rodriguezii*, las esponjas *Axinella polypoides* y *Tethya aurantium*, los moluscos gasterópodos *Ranella olearia* y *Charonia lampas* y, a mayor profundidad los cnidarios *Antipathes dichotoma*, *Leiopathes glaberrima* y *Parantipathes larix* (OCEANA, 2015; Joher *et al.*, 2022; Observaciones Propias), que están incluidas en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies en peligro o amenazadas). Estos cnidarios se incluyen asimismo en el Apéndice II del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), que recoge especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. La langosta roja (*Palinurus elephas*) y la raya blanca o bramante (*Rostroraja alba*), que se incluyen en el Anexo III del Convenio de Barcelona (especies cuya explotación está reglamentada), son también características de los fondos circalitorales de las Islas Pitiusas (OCEANA, 2015; Ordines *et al.*, 2022; Montero *et al.*, 2022a).

Los fondos sedimentarios con los corales de profundidad *Funiculina quadrangularis* e *Isidella elongata*, que también se encuentran en el Canal de Mallorca (OCEANA, 2015; Mastrototaro *et al.*, 2017; González-Irusta *et al.*, 2022; Standaert *et al.*, 2023), son considerados como ecosistemas marinos vulnerables (Lauria *et al.*, 2017). Ambas especies están incluidas en la Lista Roja de los Antozoos del Mediterráneo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza IUCN, de sus siglas en inglés), donde están catalogadas como "vulnerables" y "en peligro crítico", respectivamente (Otero *et al.*, 2017). Además, el coral bambú (*I. elongata*) está incluido en el Anexo II del Convenio de Barcelona. En esta lista roja también aparecen, como especies amenazadas, otros antozoos inventariados en el Canal de Mallorca, como *Leiopathes glaberrima*, que ha sido catalogada "en peligro" y *Pennatula rubra* y *Pennatula phosphorea*, catalogadas como "vulnerables" (OCEANA, 2015).

En el margen de la plataforma e inicios del talud de las Islas Baleares, se localizan fondos de crinoideos (Ordines y Massutí, 2009), que también han sido identificados en el Canal de Mallorca (OCEANA, 2015). Estos fondos, que se solapan con áreas de alta diversidad y densidad de las comunidades demersales (Tugores *et al.*, 2019), a diferencia de los fondos de algas rojas, no son característicos de las Islas Baleares y se distribuyen también en el margen continental de la Península Ibérica. Son un hábitat sensible, que en algunas áreas del Mediterráneo ha sido considerado también esencial (EFH) para el reclutamiento de especies demersales (Colloca *et al.*, 2004), aunque ello no se ha observado en las Islas Baleares (Ordines y Massutí, 2009). Por lo que respecta a otros ecosistemas profundos, los cañones submarinos son escasos en el Archipiélago Balear y sólo la rotura de la plataforma al sur de Menorca está cortada por una cabecera de cañón (Acosta *et al.*, 2002). Esto también es una diferencia respecto del margen continental ibérico, donde son frecuentes los cañones submarinos, unas estructuras geomorfológicas que juegan un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas profundos (Würtz *et al.*, 2012).

Por último, destacar también la presencia en el dominio pelágico del borde de la plataforma y talud del Canal de Mallorca de algunas especies de gran interés para la conservación. Es el caso de los cetáceos, que han sido estudiados por la Fundación TURSIOPS con los proyectos CALMA (https://fundacion-biodiversidad.es/proyectos_ficha/proyecto-calma/) y CALMADOS (https://fundacion-biodiversidad.es/proyectos_ficha/calmados-caracterizacion-de-la-presencia-de-cetaceos-en-montes-submarinos-del-canal-de-mallorca-ii/), financiados por la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. El objetivo de estos proyectos ha sido caracterizar la presencia de cetáceos en los montes submarinos SO, AM y EB y área adyacente. Los primeros resultados han mostrado que las especies más abundante son el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) y el delfín mular (*Tursiops truncatus*) y se ha constatado la presencia en el área de otras especies como el delfín común (*Delphinus delphis*), el calderón gris o delfín de Risso (*Grampus griseus*), el calderón (*Globicephala melaena*) y, sobretodo, el cachalote (*Physeter macrocephalus*).

La presencia del cachalote en los montes submarinos del Canal de Mallorca es muy importante durante todo el año, sobretodo en EB (Brotons *et al.*, 2022). Sus movimientos entre SO, AM y EB refuerzan el concepto de conectividad entre ellas y la necesidad de definir una mayor área de protección para la especie, que englobe los tres montes. En este sentido señalar también la creación en 2017 de un “Área Importante de Mamíferos Marinos” (IMMA, de sus siglas en inglés) en la zona de plataforma y talud continental de las Islas Baleares (<https://www.marinemammalhabitat.org/immas/imma-eatlas/>). Esta área, de una extensión de 22708 km², cubre la parte oriental de las Islas Baleares y tiene por objetivo proteger la población mediterránea de cachalote, al ser un área importante para su alimentación y reproducción (Brotons, 2015). Actualmente esta especie está catalogada por la IUCN como “en peligro” en el Mediterráneo (IUCN, 2012).

La tortuga boba (*Caretta caretta*) es otra especie de gran interés para la conservación. A pesar de que actualmente está catalogada por la IUCN como “preocupación menor” en el Mediterráneo (Camiñas *et al.*, 2020), se trata de una especie incluida en el Convenio de Barcelona (Anexo II), CITES y Directiva Hábitats (Anexos II y IV). El Canal de Mallorca forma parte de una de las dos principales áreas de distribución de esta especie, identificadas en el Mediterráneo occidental (Camiñas *et al.*, 2020). Asimismo hay que destacar que en Ibiza fue donde en 2019 se localizaron por primera vez dos nidos de esta especie en playas de las Islas Baleares y que en 2020 se ha localizado un tercero (Félix-Torrilla *et al.*, 2021). Según el informe, estos nuevos nidos pueden provenir de tortugas perdidas o no-filopátricas (que no regresan a nidificar al lugar donde nacieron) o bien reflejar colonización desde otras colonias de nidificación.

2.4. Actividades pesqueras

La principal actividad de pesca demersal que se realiza en el Canal de Mallorca es el arrastre de fondo, dirigida sobre todo a especies de gran profundidad como la gamba roja (*Aristeus antennatus*), cuya pesquería en los caladeros alrededor de Ibiza y Formentera fue descrita por García-Rodríguez y Esteban (1999), que también evaluaron el estado de explotación de la especie mediante la aplicación de un modelo pesquero. Más recientemente, un estudio realizado por Ferragut *et al.* (2021) ha analizado y

caracterizado la actividad y las capturas de la flota de arrastre procedente de puertos de la Península Ibérica, que faena en fondos adyacentes a SO y AM. Por el contrario, este conocimiento científico en los fondos adyacentes a EB, se limita a tres campañas de prospección pesquera con arte de arrastre, realizadas por el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en 1974, 1975 y 1981 (Massutí y Oliver, 1975; Massutí, 1981; Oliver, 1983) y una cuarta campaña que en 1991 realizó el Govern de les Illes Balears, con la colaboración del IEO (Riera, 1991).

Hay otras actividades pesqueras demersales en el área de estudio, de las que se dispone de información científica. Es el caso de la pesca del camarón *Plesionika edwardsii* con nasas de profundidad, que realiza una pequeña flota de Santa Pola en la costa de la Península Ibérica y alrededor de las Islas Baleares (Serrano *et al.*, 2012). Esta pesquería se realiza principalmente en fondos rocosos y de pendiente pronunciada, no accesibles a los artes de arrastre, que en nuestra área de estudio se corresponden con las laderas de los tres montes submarinos. Una campaña piloto de pesca experimental con este arte de pesca, realizada en 1998 y 1999 a lo largo del Mediterráneo occidental entre 220 y 380 m de profundidad (García-Rodríguez *et al.*, 2000), mostró que los mayores rendimientos se obtuvieron en EB y en el margen de la plataforma continental al este de Mallorca y Menorca.

También hay otra pequeña flota, en este caso de palangre de fondo (Serrano *et al.*, 2012), tanto de puertos peninsulares como insulares, dirigida a la captura de grandes espáridos y serránidos. Al igual que la anterior, esta pesquería se desarrolla principalmente en las laderas de los montes submarinos, con afloramientos rocosos no explotados por la flota de arrastre. En estos fondos probablemente también haya pesca recreativa, con líneas de mano, dirigida a estas mismas especies. A pesar de que ésta es una pesquería muy extendida en las Islas Baleares (p.ej. Morales-Nin *et al.*, 2005), que la mayoría de las veces se realiza desde la costa o a bordo de embarcaciones en aguas litorales, durante las últimas décadas ha proliferado la pesca de recreo de altura, además de los chárteres, y cada vez son más los barcos que se desplazan hasta áreas oceánicas, como los montes submarinos, para pescar con carretes eléctricos no solo

especies pelágicas, como el atún rojo (*Thunnus thynnus*) y la albacora (*Thunnus alalunga*) sino también de gran profundidad.

Dentro del objetivo antes comentado del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca, de caracterizar, cartografiar y evaluar la actividad y huella pesquera de un impacto potencial mayor en los hábitats bentónicos de especial interés para la conservación, a partir de la información obtenida de datos VMS, se ha analizado la pesquería de arrastre en los caladeros adyacentes a los montes submarinos objeto de estudio (Massutí *et al.*, 2022a, 2022b). Ésta es una de las actividades pesqueras de mayor impacto en los ecosistemas bentónicos, sus hábitats y comunidades biológicas. Los artes de arrastre de fondo provocan la resuspensión de sedimentos y extraen y/o destruyen la flora y fauna bentónica y necto-bentónica (Jones, 1992). Esto puede resultar en una reducción de la biodiversidad, la biomasa y la producción de los fondos explotados, así como cambios en la estructura de sus comunidades bentónicas (Engel y Kvitek, 1998; Smith *et al.*, 2000; Hiddink *et al.*, 2006; Hinz *et al.*, 2009).

Los resultados de Massutí *et al.* (2022a, 2022b), muestran que la pesca arrastre de fondo la realizan flotas con puerto base en las Islas Pitiusas (Ibiza, Sant Antoni de Portmany y La Savina) y en la Península Ibérica (Denia, Calpe, Altea, Villajoyosa y Santa Pola). Estos barcos faenan casi exclusivamente en la plataforma continental y en el talud, a más de 150 m de profundidad, respectivamente (Fig. 2.1). Además, algunos barcos con puerto base en Mallorca (principalmente Andratx y Palma) también faenan, de manera esporádica, en fondos del talud al norte de Ibiza. El análisis de más de 11.1 millones registros del sistema VMS han permitido cartografiar la huella pesquera de estas flotas durante el período 2010-2019. De los aproximadamente 60 caladeros de la flota de arrastre, cartografiados alrededor de las Islas Baleares (Farriols *et al.*, 2017; Guijarro *et al.*, 2019), tres de ellos pueden considerarse próximos a SO y AM (Fig. 2.2), mientras que no se ha detectado pesca de arrastre en los fondos adyacentes a EB durante el período de estudio (Fig. 2.1). Éste es un caladero de gamba roja que la flota de arrastre de Mallorca, principalmente de los puertos del sur de la Islas, explotó de manera más o menos esporádica hasta finales de los años ochenta y principios de los noventa (Oliver, 1983), pero que hace más de dos décadas que no se explota.

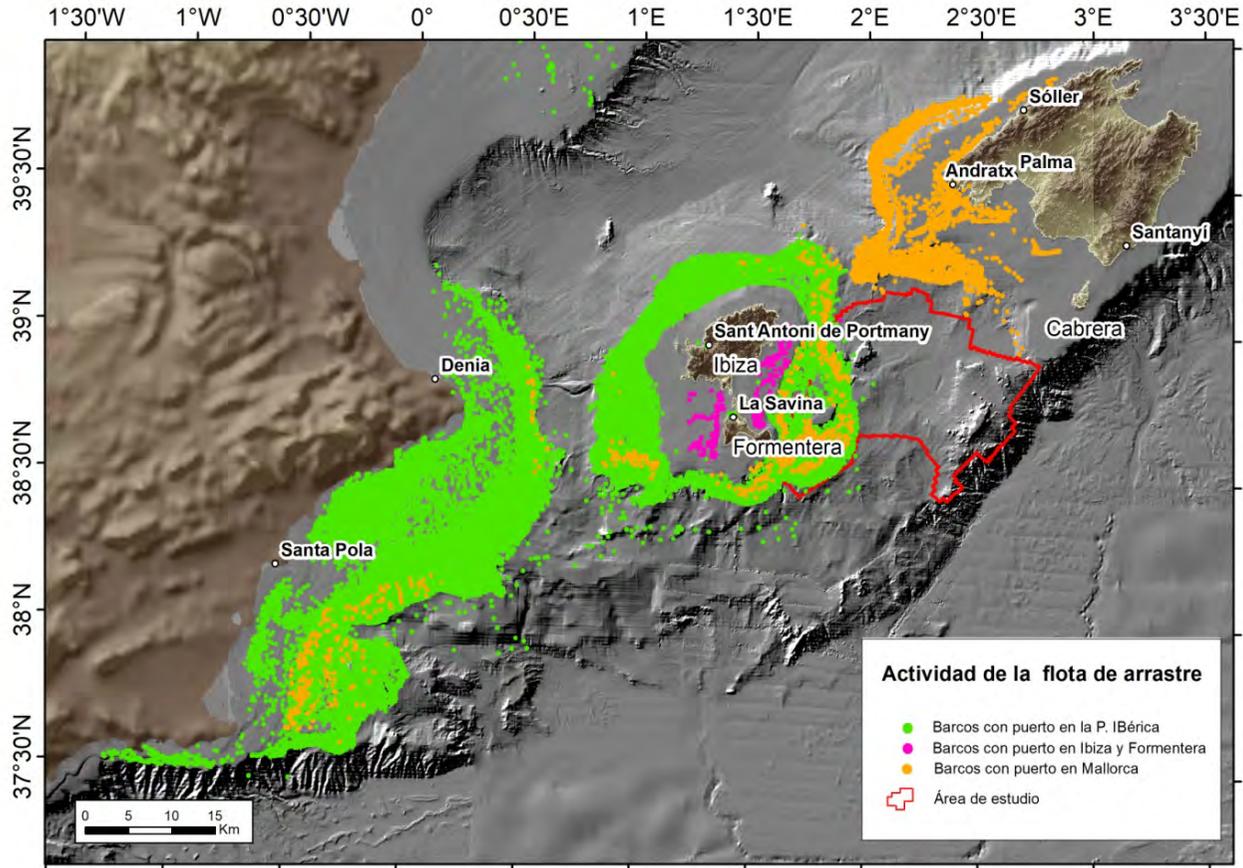


Figura 2.1. Actividad de las flotas de arrastre de fondo que faenan en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) y su área total de pesca, estimada a partir de los registros del sistema VMS (*satellite-based Vessel Monitoring System*) durante el período 2016-2019. (●) Barcos con puerto base en Ibiza y Formentera; (●) Barcos con puerto base en la Península Ibérica; (●) Barcos con puerto base en Mallorca.

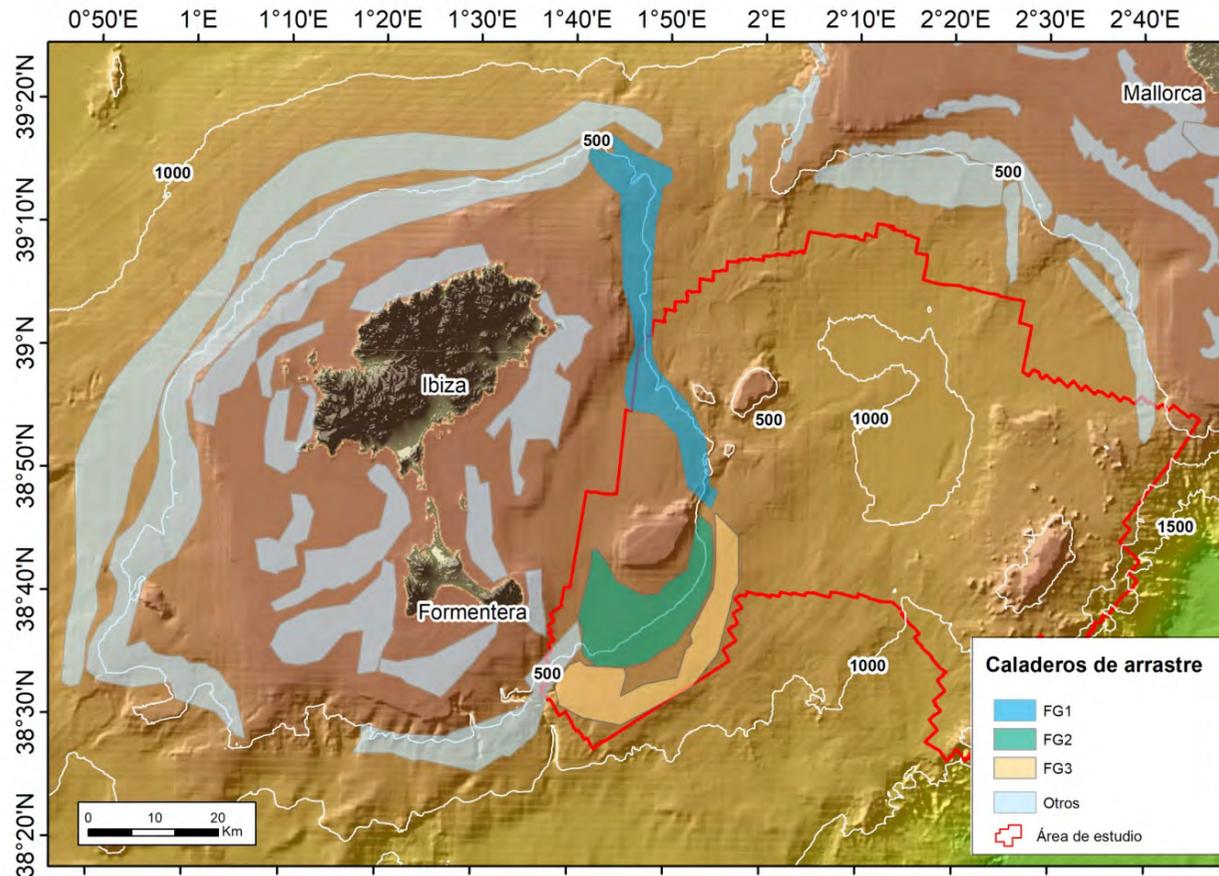


Figura 2.2. Caladeros de arrastre alrededor de las Islas Pitiusas, cartografiados por Farriols *et al.* (2017) y Guijarro *et al.* (2020) a partir de los registros del sistema VMS (*satellite-based Vessel Monitoring System*), en el que se resaltan los tres caladeros (FG1: azul; FG2: verde; FG3: naranja) más próximos a Ses Olives y Ausias March, que han sido explotados por la flota de arrastre de fondo durante el período 2010-2019. En Emile Baudot, no se ha detectado actividad de pesca de arrastre durante este período.

Según Massutí *et al.* (2022b), en el período 2010-2019 hasta 55 barcos, de 16 puertos diferentes, faenaron en los tres caladeros adyacentes a SO y AM, sumando un promedio de 752 días de pesca por año, que corresponden en un sobre todo a la flota peninsular y especialmente al puerto de Villajoyosa. Esta actividad pesquera representa el 14-20% de los días de pesca de esta flota alrededor de las Islas Pitiusas y el 8-10% del total de sus días de pesca, incluyendo caladeros de las Islas Baleares como de la Península Ibérica. El análisis de 1.2 millones de hojas de venta diaria durante el período 2015-2019 han permitido estimar también los desembarcos procedentes de capturas realizadas en estos tres caladeros, compuestos principalmente por 16 especies o grupos de especies de profundidad.

Durante el período analizado, estos desembarcos se han incrementado desde 7-22 hasta 53-87 toneladas/año en dos de estos caladeros, mientras que en el tercero estas capturas han sido menores, entre 11 y 36 toneladas/año. Los principales recursos pesqueros, tanto en biomasa capturada como sobretodo en valor económico de primera venta, son los crustáceos decápodos gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*), cigala (*Nephrops norvegicus*) y gamba roja, las especies objetivo de la flota de arrastre peninsular que explota estos caladeros (Tabla 2.1). Las capturas que esta flota realiza en los tres caladeros próximos SO y AM, representan una parte importante de sus desembarcos procedentes de los caladeros de las Islas Pitiusas, con valores promedio estimados de 190, 78, 73, 75 y 28 toneladas anuales en Villajoyosa, Santa Pola, Denia y Calpe, respectivamente.

Tabla 2.1. Desembarcos anuales estimados, en términos de biomasa (kg) y valor económico de primera venta (€), de las principales especies o categorías comerciales capturadas en los tres caladeros adyacentes a los montes submarinos Ses Olives y Ausias March del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) y valores promedio (\pm SD: desviación estándar) para el período 2016-2019. La localización de estos caladeros se muestra en la Figura 2.2.

Especies o Categorías	2016		2017		2018		2019		Promedio \pm SD (2016-2019)	
	kg	€	kg	€	kg	€	kg	€	Kg	€
Argentinidae	318	849	4005	9223	6136	16381	4726	14224	3796 \pm 2482	10169 \pm 6899
<i>Aristeus antennatus</i>	3481	94361	3633	93128	6064	188003	15126	427550	7076 \pm 5496	20076 \pm 1575880
<i>Citharus linguatula</i>	2	4	1881	5527	10837	40892	8611	40829	5333 \pm 5208	21813 \pm 22109
<i>Galeus melastomus</i>	98	368	96	492	875	2988	1493	5171	640 \pm 677	2255 \pm 2288
<i>Geryon longipes</i>	5657	27320	8589	39188	7026	32608	9713	27199	7746 \pm 1776	31578 \pm 5665
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	499	1717	2876	5131	9340	22458	10490	24994	5801 \pm 4871	13575 \pm 11849
<i>Lepidorhombus</i> spp.	1582	8009	1675	8358	1616	7345	2489	14066	1840 \pm 434	944 \pm 31105
<i>Lophius</i> spp.	2453	23449	4065	28998	10268	70846	12847	90179	7408 \pm 4949	53368 \pm 32402
<i>Merluccius merluccius</i>	1672	11949	3055	20633	8992	46242	13416	90701	6784 \pm 5444	42381 \pm 35350
<i>Micromesistius poutassou</i>	805	2264	2468	8704	2369	8810	13400	45650	4761 \pm 5810	16357 \pm 19767
<i>Nephrops norvegicus</i>	2977	72615	5840	148117	16302	445533	20547	496826	11417 \pm 8358	290773 \pm 211623
Ommastrephidae	323	525	3242	8913	8929	23541	5585	20363	4520 \pm 3643	13335 \pm 10602
Pandalidae	2302	17213	2957	20352	4518	30692	5784	43262	3890 \pm 1568	27880 \pm 11761
<i>Parapenaeus longirostris</i>	136	1419	4541	50727	20935	249009	19137	258024	11187 \pm 10401	139795 \pm 132899
<i>Phycis blennoides</i>	2005	4984	5191	15486	11318	30043	13132	34524	7912 \pm 5200	21259 \pm 13556
Rajidae	285	958	1924	2676	2996	8085	4813	11485	2505 \pm 1900	5801 \pm 4856
TOTAL	24593	268004	56037	465652	128523	1223475	161309	1645048	92616 \pm 63175	900545 \pm 644931

La información sobre la pesquería de artes menores, que realiza la flota artesanal de Ibiza y Formentera, es muy escasa. Su principal actividad se centra en la pesca del caramel (*Spicara smaris*) con arte de tiro y de langosta roja con trasmallo. La primera es una pesca muy litoral, que no se realiza en los montes submarinos del Canal de Mallorca, ni en áreas adyacentes (Montero *et al.*, 2022b, 2022c). Está regulada por el Decreto 19/2019, de 15 de marzo, por el cual se establece el Plan de Gestión Plurinsular para la pesca con Artes de Tirada Tradicionales en aguas de las Illes Balears (BOIB nº 35), como una excepción al Reglamento (CE) nº 1967/2006, de 21 de diciembre de 2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo, que prohíbe el uso de redes de tiro desde embarcación en fondos de *Posidonia oceanica*, aunque dispone la posibilidad de autorizarlos en el marco de planes de gestión.

La pesquería de langosta roja, que al igual que la anterior se ha empezado a caracterizar y evaluar muy recientemente (Montero *et al.*, 2022a), también se realiza alrededor de las dos islas, pero en este caso puede llegar a profundidades mayores, de hasta 125 m. La información preliminar suministrada por la cajas verdes, un sistema de localización y seguimiento electrónico, que el Govern de les Illes Balears ha empezado a instalar muy recientemente en la flota de artes menores del Archipiélago, y que suministra datos de fecha y hora, posición geográfica, rumbo y velocidad de las embarcaciones, ha permitido identificar hasta tres embarcaciones, dos con puerto base en Ibiza y una en Formentera, que entre mayo y agosto de 2022 pescaron hasta 17 días en la cima y ladera occidental de AM, probablemente con trasmallo para la captura de langosta roja. Dos de estas mismas embarcaciones en octubre y diciembre de 2022 y enero de 2023 pescaron otros tres días en el área, tal vez con palangre de fondo.

Señalar, por último, que en el Canal de Mallorca también faena flota pesquera que utiliza artes pelágicos. Es el caso del palangre de superficie y las redes de cerco, principalmente dirigidas a la captura de pez espada (*Xiphias gladius*) y atún rojo, respectivamente (García-Barcelona *et al.*, 2010; Gordo *et al.*, 2017; Báez *et al.*, 2013, 2019). Cabe señalar las capturas accidentales de aves y tortugas marinas con palangre de superficie. En el primer caso, se trata principalmente de pardela cenicienta

(*Calonectris diomedea*), una especie catalogada por la IUCN como “preocupación menor”, aunque también se pueden producir capturas, en este caso con mucha menor frecuencia, de pardela balear (*Puffinus mauretanicus*), una especie catalogada por la IUCN como “en peligro crítico” (García-Barcelona *et al.*, 2010). Por lo que respecta a la tortuga boba, su captura accidental depende de la configuración del aparejo y de los tipos de anzuelo y cebo (Báez *et al.*, 2013).

2.5. Otras presiones humanas

Las Islas Baleares son una comunidad que vive esencialmente del turismo, siendo éste su principal motor económico, ya que representa el 45% de su producto interior bruto y la mayor parte de la economía gira en torno a los servicios vinculados al turismo. Unos 16 millones de turistas pueden llegar a visitar anualmente las Islas, mientras que la población residente es de 1.1 millones de personas (Vaquer-Sunyer *et al.*, 2021a). Esta presión humana se concentra en la costa y durante los meses de verano, y es especialmente intensa en Ibiza y Formentera, las Islas Pitiusas, que son las que soportan una carga demográfica mayor por unidad de superficie (Vaquer-Sunyer *et al.*, 2021b).

Todo ello conlleva una serie de impactos potenciales sobre el medio marino, resultado de las presiones diversas derivadas de la actividad turística, tales como la superficie de costa urbanizada, siendo Ibiza el municipio con mayor porcentaje de las Islas Baleares: hasta el 85% de los primeros 500 m de costa (Raquel-Sunyer *et al.*, 2020). Es en este mismo municipio donde se localiza la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) con el funcionamiento peor de las 145 EDAR existentes en las Islas Baleares, ya que incumple todos los parámetros legales y recomendados (Vaquer-Sunyer *et al.*, 2021c). Las EDAR que vierten sus aguas residuales al mar a través de un emisario, como la de Ibiza, pueden ser un factor de contaminación de las aguas costeras y de degradación de los ecosistemas litorales. Otro problema creciente es el desequilibrio entre unos recursos hídricos limitados y la demanda creciente de agua, que ha provocado la instalación durante las últimas décadas de plantas desalinizadoras, cuyos vertidos de salmuera en su mayoría se realizan al mar, lo que puede afectar a la biota marina, muy especialmente la *Posidonia oceanica*, que forma uno de los hábitats litorales más característicos de las Islas Pitiusas. En este sentido hay que señalar que la totalidad del

agua potable urbana de Formentera proviene de desalinizadora, mientras que en Ibiza esta agua supone el 70% (Vaquer-Sunyer *et al.*, 2021d).

La actividad turística también supone presiones derivadas de actividades que se realizan en el propio medio marino. En este sentido hay que destacar que Sant Antoni de Portmany, en la costa oeste de la Isla de Ibiza, es el puerto gestionado por el Govern de les Illes Balears con mayor número de amarres (Barrientos *et al.*, 2021a) y que los puertos de Ibiza y La Savina en Formentera, son los que registran más navegación de las Islas Baleares (un orden de magnitud mayor), debido al gran número de ferris que navegan entre ambas islas (Barrientos *et al.*, 2021b). Esta intensa navegación de embarcaciones también provoca contaminación por ruido submarino, que en los Freus de Ibiza y Formentera se ha estimado en >15 dB durante el verano, cuando las embarcaciones rápidas registran las frecuencias más altas (Asociación TURSIOPS, 2021). Una presión que se traslada también a las playas de la zona, que son de las más frecuentadas de las Islas Baleares, a pesar de presentar un estado ecológico de la calidad del agua, entre bueno y muy bueno, según diversos bioindicadores (Vaquer-Sunyer y Barrientos, 2021).

Aunque Ibiza y La Savina son los puertos con más tráfico marítimo de las Islas Baleares, se trata de una navegación costera. Las rutas más alejadas de la costa, que realizan de manera rutinaria los ferris que comunican los puertos de las Islas Pitiusas con puertos de la Península Ibérica (Denia, Valencia y Barcelona) y de la isla de Mallorca (Palma), no solapan con el área objeto de estudio. Estos números se reducen mucho por lo que respecta al número de cruceros y otros tipos de transporte, como petroleros, cementeros y buques de carga rodada (Barrientos *et al.*, 2021b).

Señalar, por último, que los impactos negativos de la presión humana en las Islas Pitiusas afectan, sobretodo y de manera más directa, a la franja costera y hábitats litorales, alejados de los ecosistemas profundos que constituyen los montes submarinos objeto del presente estudio. Uno de los hábitats potencialmente más afectados son las praderas de *Posidonia oceanica*, ampliamente distribuidas y especialmente extensas alrededor de Ibiza y Formentera, que fueron declaradas Patrimonio de la Humanidad,

en concreto la pradera del Parque Natural de Ses Salines de Ibiza y Formentera (Vaquer-Sunyer y Barrientos, 2021).

2.6. Medidas de gestión

Las praderas de *Posidonia oceánica* y otros hábitats litorales están sujetos a diversos grados de protección, debido a: (i) encontrarse dentro de parques y reservas naturales, como el "Parc Natural de Ses Salines d'Eivissa i Formentera" y las "Reserves Naturals des Vedrà, Es vedranell i els Illots de Ponent"; (ii) ser LIC/ZEPa, dentro de la Red Natura 2000, como "Es Vedrà - Es Vedranell" (ES0000078), "Tagomago" (ES0000082), y "Illots de Santa Eulària, Rodona i es Canà" (ES0000242) en Ibiza y "Cap de Barbaria" (ES5310025), "La Mola" (ES5310024), "Àrea Marina de Platja de Tramuntana" (ES5310110) y "Àrea Marina de Platja de Migjorn" (ES5310111) en Formentera, además de "Ses Salines d'Eivissa i Formentera" (ES0000084); y/o (iii) estar dentro de reservas marinas como "Freus de Ibiza y Formentera" y "Noreste de Ibiza-Tagomago" y "Punta de sa Creu" en Formentera. Estas últimas, además de tener como objetivo la conservación de especies y ecosistemas, son también instrumentos de gestión pesquera, especialmente para la flota artesanal y la pesquería de artes menores. Para más información:

[http://www.caib.es/sites/espaisnaturalsprotegits/ca/definicio_i_figures-21475/;](http://www.caib.es/sites/espaisnaturalsprotegits/ca/definicio_i_figures-21475/)

https://www.caib.es/sites/xarxanatura/ca/llista_de_zepa/?mcont=139753;

[https://www.caib.es/sites/reservesmarines/ca/les_reserves_marines_a_les_illes_balears-850/.](https://www.caib.es/sites/reservesmarines/ca/les_reserves_marines_a_les_illes_balears-850/)

El ámbito de aplicación de estas medidas de gestión del medio marino es, exclusivamente, litoral y no abarca la zona oceánica, ni los ecosistemas de profundidad objeto de estudio del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca. Las regulaciones vigentes en el área de estudio forman parte de normativas pesqueras y aplican, por tanto, a una de las mayores presiones humanas sobre las especies y hábitats bentónicos de estos ecosistemas.

Entre estas medidas hay que destacar las que regulan el arrastre de fondo, la principal pesquería que se realiza en el área de estudio. Es el caso del Reglamento (EU) nº 2019/1022 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019, por el que se establece un plan plurianual para la pesca demersal en el Mediterráneo occidental (EU-MAP), y su transposición a la normativa estatal en la Orden APA/423/2020, de 18 de mayo, por la que se establece un plan de gestión para la conservación de los recursos pesqueros demersales en el mar Mediterráneo (BOE nº 142, de 20 de mayo de 2020), que determina una reducción de los días de pesca de casi un 25% durante el período 2020-2022 y que se suma a la disminución de la flota de arrastre de las Islas Baleares en las últimas décadas, que de mantenerse podría resultar incluso en su desaparición, con el peligro que ello comportaría para el mantenimiento de todo el sector pesquero profesional (Quetglas *et al.*, 2016).

Con la implementación del EU-MAP, también se han establecido dos vedas espacio-temporales en el área de estudio, una al norte de Ibiza y otra al sureste de Formentera (Fig. 2.3), donde se prohíbe la pesca de arrastre en todo el gradiente batimétrico permitido (50-1000 m) entre el 1 de septiembre y el 31 de marzo (Orden APA/1397/2021, de 10 de diciembre, por la que se modifica el Anexo III de la Orden APA/423/2020, de 18 de mayo, por la que se establece un plan de gestión para la conservación de los recursos pesqueros demersales en el mar Mediterráneo; BOE nº 298, de 14 de diciembre de 2021).

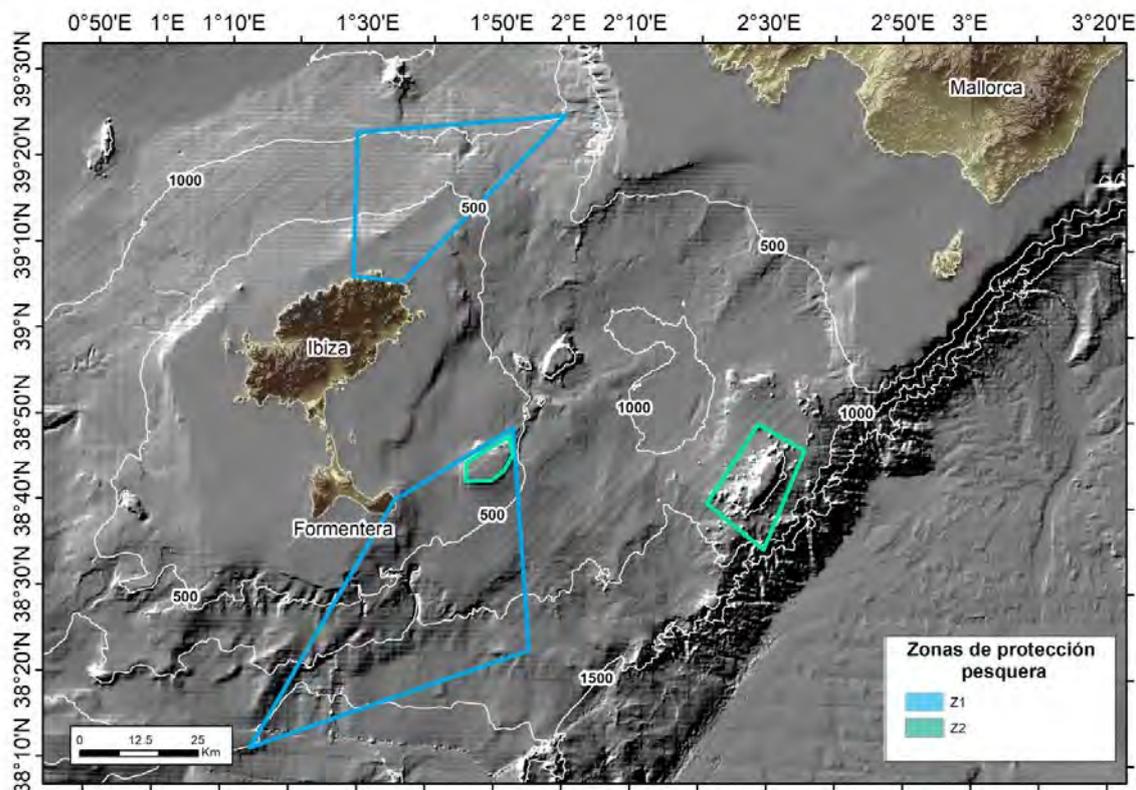


Figura 2.3. Mapa de parte de las Islas Baleares, que muestra las dos zonas de veda espacio-temporal establecidas en 2021 al norte de Ibiza y sureste de Formentera (Reglamento (EU) nº 2019/1022 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019, por el que se establece un plan plurianual para la pesca demersal en el Mediterráneo occidental), en las que se prohíbe la pesca de arrastre en todo el gradiente batimétrico permitido (50-1000 m) entre el 1 de septiembre y el 31 de marzo y las dos zonas de protección pesquera, establecidas en 2014 en las cimas de los montes submarinos Ausias March y Emile Baudot, donde está prohibida la pesca de arrastre (Reglamento (CE) Nº 1967/2006 del Consejo, de 21 de diciembre de 2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo).

Además, la pesquería de arrastre está sometida a diversas regulaciones generales, que se aplican a todo el caladero mediterráneo. A continuación se resumen las principales medidas, recogidas en el Real Decreto 502/2022 por el que se regula el ejercicio de la pesca en los caladeros nacionales (BOE nº 154 de 28/06/2022), que se aplican en las Islas Baleares:

- Censo cerrado de flota por caladero (se refiere al Mediterráneo), sin posibilidad de aumentar la capacidad pesquera del censo por lo que respecta a arqueo bruto (GT) y potencia motriz (kW) de las embarcaciones.
- Características técnicas de las embarcaciones, cuya potencia motriz y eslora no pueden exceder de 665 kW (~800 CV) y 30 m, respectivamente. La limitación de potencia de las embarcaciones de arrastre es el principal factor que condiciona las dimensiones de los artes de arrastre y, por ello, junto con el tiempo de pesca, determinan el esfuerzo real y el impacto de esta pesquería.
- Los barcos pueden ejercer la pesca durante un máximo de 12 horas al día (de 05:00 a 17:00), de lunes a viernes, con salidas y entradas diarias en puerto y un descanso semanal continuado de 48 horas (sábados y domingo).
- La pesca de arrastre está permitida entre 50 y 1000 m de profundidad.
- Los copos de las redes de arrastre deben tener al menos 3 m de longitud y una luz de malla cuadrada de 40 mm.

Es de destacar también la Orden APA/1728/2005, de 3 de junio, por la que se regula la actividad de los buques de arrastre peninsulares que faenan en aguas profundas de los caladeros de las islas de Ibiza y Formentera (BOE nº 138, de 10 de junio de 2005). Se trata de un plan de pesca que regula la actividad de estas embarcaciones, fijando un fondo mínimo de 150 m y períodos máximos de actividad de 5 días por semana y 13 horas por día en la mar, lo que se justificó por la distancia a puerto de los caladeros, ampliable hasta 16 horas los días en que los buques se trasladan de la Península Ibérica a las Islas Pitiusas, o viceversa. También establecía un censo cerrado de 107 embarcaciones y un número máximo de 40 barcos autorizados a faenar simultáneamente en la zona, así como las especies objeto de captura: p.ej. gamba rosada (*Aristeus antennatus*), cigala (*Nephrops norvegicus*), camarón (*Plesionika* spp.), bacaladilla (*Micromesistius poutassou*), brótola de fango (*Phycis blennoides*), Merluza (*Merluccius merluccius*), rape (*Lophius* spp), pez de San Pedro (*Zeus faber*), gallineta (*Helicolenus dactylopterus*), congrio (*Conger conger*), pota (*Todarodes sagittatus*), bocanegra (*Galeus melastomus*) y raya de clavos (*Raja clavata*). Si bien en 2020 se

elaboró un proyecto de orden para actualizar este plan de pesca, del que informó el IEO, que contemplaba más restricciones, como ampliar hasta 200 m la profundidad mínima, reducir de 13 a 12 horas por día en la mar y de 40 a 25 barcos autorizados a faenar simultáneamente en la zona, esta regulación no se ha implementado, por lo que siguen vigentes las medidas establecidas en 2005.

Por último, señalar que como resultado de la implementación del Reglamento (CE) Nº 1967/2006 del Consejo, de 21 de diciembre de 2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo, que considera hábitats protegidos los fondos de rodolitos y coralígeno y, en su Artículo 4, prohíbe el uso de determinados artes de pesca sobre estos fondos, en virtud de la Orden AAA/1504/2014, de 30 de julio, por la que se establecen zonas protegidas de pesca sobre determinados fondos montañosos del Canal de Mallorca y al este del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera (BOE nº 194, de 11 de agosto de 2014), en 2014 las cimas de AM y EB fueron declararon como Zonas de Protección Pesquera (Fig. 2.3), donde desde entonces está prohibida la pesca de arrastre.

Entre las regulaciones pesqueras de la flota de artes menores, que pueden ser de aplicación en el área de estudio, destacar la Orden APA/201/2023, de 26 de febrero, por la que se establece un plan de gestión para la pesca de la langosta (*Palinurus spp.*) en las aguas exteriores adyacentes a las Illes Balears (BOE nº 52, de 2 de marzo de 2023), que establece períodos de veda para la pesca (del 1 de septiembre al 31 de marzo para la langosta roja *P. elephas* y del 1 de diciembre al 31 de mayo para la langosta blanca *P. mauritanicus*), regula tamaño mínimo de mallas, longitud máxima de redes, tiempo máximo de calada y profundidad mínima a la que puede faenar la flota, así como tallas mínima de captura, además de prohibir la captura de hembras ovadas. Se trata de una normativa pionera, que se aplica exclusivamente en las Islas Baleares y no en el resto del caladero Mediterráneo.

Por lo que respecta al palangre de fondo, otra modalidad pesquera que puede ser de aplicación en el área de estudio, está regulada por el Real Decreto 1102/2021, de 14 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 395/2006, de 31 de marzo, por el que

se establecen medidas de ordenación de la flota pesquera que opera con artes fijos y artes menores en el Mediterráneo (BOE nº 314, de 31 de diciembre de 2021), que establece períodos máximos (días por semana y horas por día) para ejercer esta pesca y mínimo de permanencia continuada (horas por semana) de los aparejos en puerto. Más recientemente, el Real Decreto 502/2022, de 27 de junio, por el que se regula el ejercicio de la pesca en los caladeros nacionales (BOE nº 154, de 28 de junio de 2022) establece también una longitud máxima de los aparejos y número máximo y dimensiones de los anzuelos.

Las medidas de gestión que regulan la pesca del camarón con nasas de profundidad son más bien escasas. Tan solo el Real Decreto 502/2022 señala lo siguiente: “En el caladero Mediterráneo y en ausencia de regulación específica por parte de las comunidades autónomas, para aquellas pesquerías dirigidas a la captura de crustáceos no abisales con nasas que se desarrollen más allá del mar territorial español, la longitud máxima de las caceas será de 10 millas náuticas y el número máximo de nasas que podrán calarse no excederá de 1000. En cualquier caso, en este caladero Mediterráneo, los buques dedicados al ejercicio de esta actividad que posean un arqueo bruto (GT) superior a 70, podrán calar hasta 1500 nasas, para lo que deberán estar en posesión de una autorización especial de pesca para aguas internacionales, expedida por la Dirección General de Ordenación Pesquera y Acuicultura”. También prohíbe “llevar a bordo o calar más de 250 nasas por buque para la captura de crustáceos abisales” y “la tenencia a bordo y utilización de nasas para la captura de peces”. Unas medidas de gestión poco precisas, ya que no especifica qué especies se consideran “crustáceos abisales” y cuáles no, y además muy probablemente no sean de aplicación al área de estudio, por estar dentro del mar territorial español. En cualquier caso, conviene señalar que la pesca con nasas está considerada una actividad de marisqueo y, por tanto, su gestión es competencia de las Comunidades Autónomas. No se ha encontrado normativa alguna de la Comunitat Valenciana que regule esta actividad.

Señalar, por último, que la pesca recreativa que se pueda realizar en el área de estudio está regulada por normativas estatal y autonómica. Dentro de las primeras, destacar la Orden de 26 de febrero de 1999, por la que se establecen las normas que regulan la

pesca marítima de recreo (BOE nº 53, de 3 de marzo de 1999) y la Orden de 24 de julio de 2000, que la modifica (BOE nº 180, de 28 de julio de 2000). Estas órdenes ministeriales establecen número de aparejos y máximos de captura por licencia y día, tallas mínimas, especies y aparejos prohibidos e, incluso, la declaración de desembarque para especies de grandes pelágicos, que también incluye la merluza. Una de las medidas que puede estar muy directamente relacionada con la pesca recreativa que se realiza en el área de estudio es el uso de carretes de pesca de tracción eléctrica o hidráulica, o de cualquier otro tipo que no sea la estrictamente manual, cuyo uso se autoriza hasta “un máximo de dos carretes eléctricos siempre que, en su potencia máxima conjunta, no se superen los 300 W”. La regulación autonómica de la pesca recreativa en las Islas Baleares es más detallada y diversa (DGP, 2023), aunque una parte de ella no sería de aplicación en el área de estudio, por no ser aguas exteriores. Incluye, además, la reciente puesta en marcha del “Diari de Pesca Recreativa”, una aplicación del teléfono móvil que facilita a los pescadores la declaración de su actividad y capturas y les facilita información de interés. Este diario actualmente es obligatorio sólo en las reservas marinas. Para más información:

https://www.caib.es/sites/reservesmarines/ca/aplicacia_mabil_diari_de_pesca_recreativa/.

3. Metodología

3.1. Campañas de investigación

Para la ejecución de este proyecto, se han obtenido datos y muestras de la zona de estudio mediante la realización de una serie de campañas de investigación oceanográfica. Las técnicas utilizadas y otros datos básicos se recogen en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Campañas de investigación oceanográfica realizadas en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el proyecto INTEMARES, así como las diferentes técnicas de muestreo utilizadas en cada una de ellas: ecosondas multi-haz y paramétrica, dragas de sedimentos (Shipek y Box-corer), dragas de arrastre, vehículos de observación submarina (trineo fotogramétrico y ROV), testigos de gravedad para la toma de sedimentos, patín bentónico y red de arrastre de fondo experimental. AA: B/O *Ángeles Alvariño*; MO: B/O *Miguel Oliver*; SdG: B/O *Sarmiento de Gamboa*.

Campaña	B/O	Fecha	MÉTODOS						
			MULTIHAZ	PARAMÉTRICA	DRAGAS SEDIMENTO	DRAGA ARRASTRE	VEHÍCULOS OBSERVACIÓN	TESTIGOS SEDIMENTO	PATÍN Y RED ARRASTRE
INTEMARES-A22B-0718	AA	25/07/2018-08/08/2018	X	X	X	X			X
INTEMARES-A22B-1019	AA	11/10/2019- 30/10/2019	X	X	X	X	X		X
MEDITS_ES_GSA5_2020	MO	24/06/2020							X
INTEMARES-A22B-0720	AA	19/07/2020- 29/07/2020	X	X	X	X			X
INTEMARES-A22B-0820	SdG	21/08/2020-31/08/2020		X			X	X	X
MEDITS_ES_GSA5_2021	MO	23/06/2020							X
MEDITS-PITIÜSES-2021	MO	18,19 y 25/08/2021							X

Para alcanzar los objetivos 1, 2 y 3 antes mencionados en los montes submarinos del Canal de Mallorca, el proyecto INTEMARES ha desarrollado un enfoque interdisciplinar, basado en el estudio geológico y biológico, a partir de la toma de datos, imágenes y el muestreo directo del fondo marino y su biota (Fig. 3.1). Para ello, entre 2018 y 2020 se realizaron cuatro campañas INTEMARES de investigación oceanográfica (Tabla 3.1), tres a bordo del B/O *Ángeles Alvariño* (https://www.ieo.es/es_ES/web/ieo/flota) y una a bordo del B/O *Sarmiento de Gamboa* (<http://www.utm.csic.es/es/instalaciones/sdg>).

Durante estas campañas se aplicaron técnicas geofísicas de alta resolución para estudiar el fondo marino, se tomaron muestras de sedimentos y rocas superficiales con dragas que han servido como base para la cartografía geomorfológica y de tipos de sustrato característicos en la zona de estudio. Así mismo, se recogieron muestras de flora y fauna epi- y necto-bentónica, así como de recursos pesqueros demersales, con draga, patín bentónico y arte de arrastre de fondo experimental (Tabla 3.1). También se utilizó un trineo fotogramétrico y un vehículo de operación remota o ROV (*Remotely Operated Vehicle*) para la toma de imágenes del fondo marino y su biota. En el Anexo I se detallan las estaciones de muestreo del proyecto INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca.

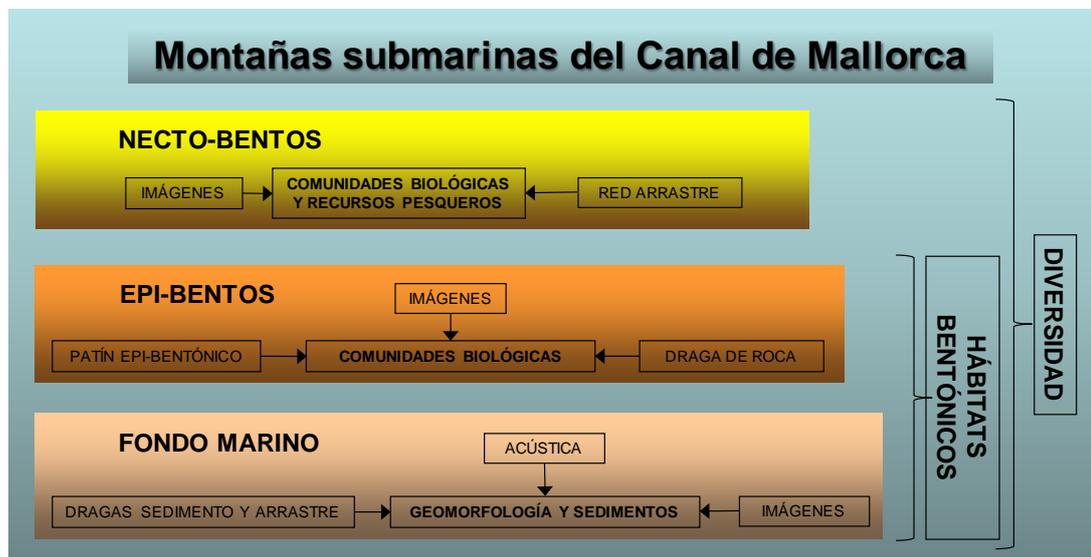


Figura 3.1. Esquema de la estrategia de muestreo aplicada durante las campañas de investigación oceanográfica del proyecto INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Además de esta toma de datos, imágenes y muestras realizada en las campañas INTEMARES, en 2020 y 2021 se recolectaron muestras con un arte de arrastre de fondo experimental durante tres campañas de investigación oceanográfica MEDITS (Tabla 3.1), a bordo del B/O *Miguel Oliver*. El IEO realiza anualmente estas campañas en las Islas Baleares, que forman parte de un programa que se desarrolla a lo largo de toda la costa septentrional del Mediterráneo (Spedicato *et al.*, 2019), dentro del Programa Nacional de Datos Básicos del sector pesquero español (PNDB;

<https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/proteccion-recursos-pesqueros/programa-nacional-datos-basicos/>). Su principal objetivo, establecido por el Reglamento (CE) nº 199/2008 del Consejo, de 25 de febrero de 2008, relativo al establecimiento de un marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común, es evaluar la abundancia y la distribución de los recursos demersales, con independencia de los datos facilitados por la pesca comercial y para evaluar el impacto de la actividad pesquera sobre el medio ambiente.

3.1.1. Geología

3.1.1.1. Adquisición de datos

Los principales equipos y métodos empleados en la adquisición de datos geofísicos y del sustrato marino han sido los siguientes:

a) Ecosonda multihaz

El levantamiento batimétrico se realizó mediante una ecosonda multihaz, localizada en el casco del buque, que mediante ondas acústicas permite calcular el tiempo que tardan en recorrer la distancia desde que son emitidas desde un transductor hasta el fondo marino y regresan al punto inicial (Fig. 3.2). Este tiempo es registrado en milisegundos y transformado en metros de profundidad mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Profundidad (m)} = \frac{\text{Velocidad del sonido en el agua (m/s)}}{1000 \cdot \text{Tiempo (ms)}}$$

La ecosonda multihaz emite múltiples haces de sonido con un ángulo determinado, que permiten cubrir una zona específica de la superficie del fondo en función de la profundidad y la apertura de dicho ángulo. De esta forma, se realizan levantamientos batimétricos con coberturas totales del fondo marino.

En las tres campañas realizadas a bordo del B/O *Ángeles Alvariño*, se utilizó la ecosonda multihaz EM-710 (*Kongsberg*). Esta opera en un rango de frecuencias de 40 a 100 kHz, pudiendo adquirir datos desde 3 m bajo sus transductores, hasta superar los 2000 m de profundidad y alcanza un ancho de barrido de hasta 5,5 veces la profundidad.

Desde el laboratorio de acústica del buque (Fig. 3.3), se realizó la planificación de líneas de prospección y adquisición de los datos usando el programa *Seafloor Information System (SIS) V4.3.2*.

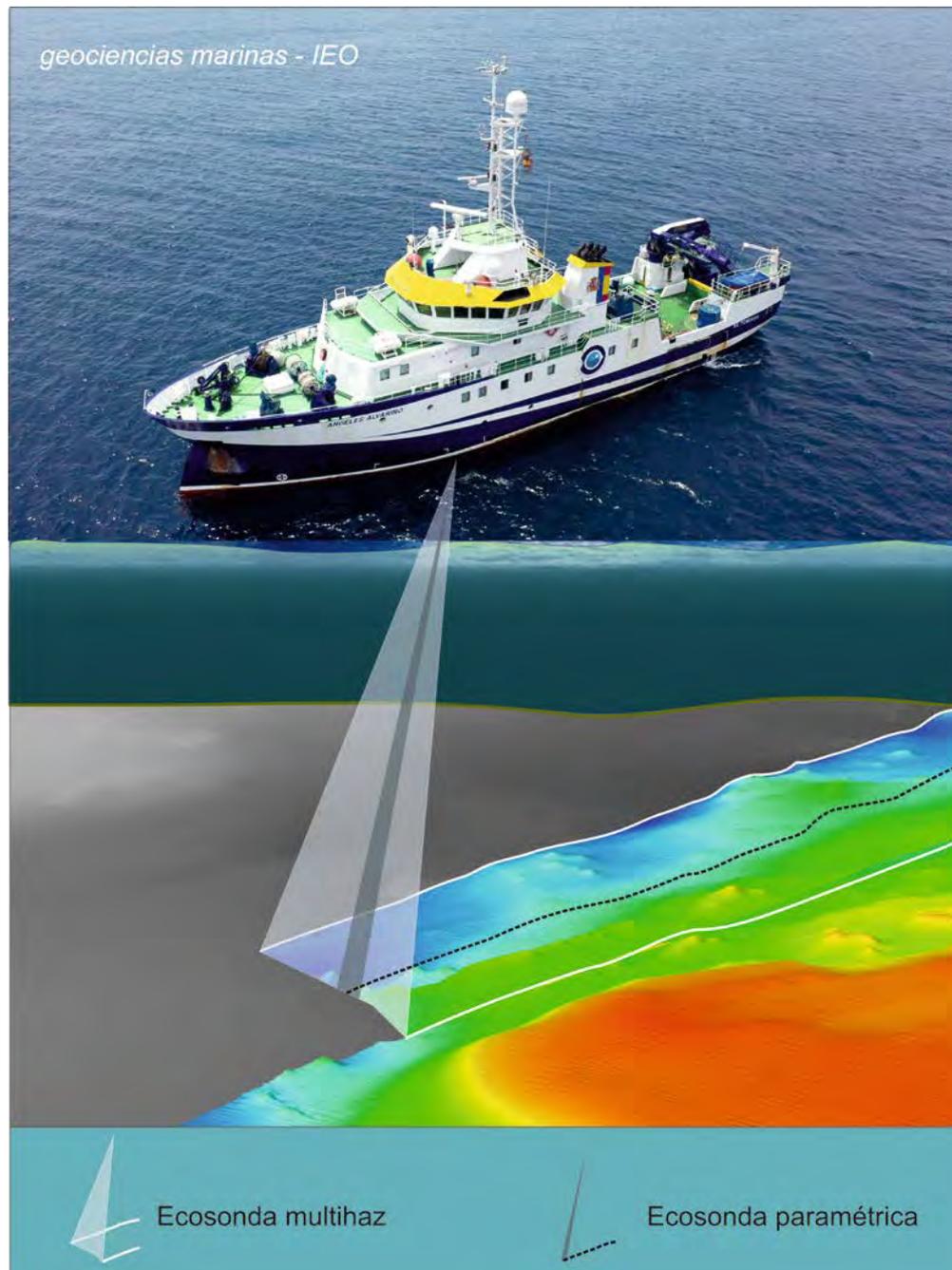


Figura 3.2. Esquema del B/O *Ángeles Alvariño* realizando un levantamiento batimétrico con ecosonda multihaz y ecosonda paramétrica.



Figura 3.3. Imagen del laboratorio de acústica del B/O *Ángeles Alvariño* durante la adquisición de datos geofísicos en la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019.

El levantamiento batimétrico se llevó a cabo con un recubrimiento total, realizando líneas paralelas, de manera que en todo momento se aseguró un solape de, al menos, el 30%, para disponer de una elevada densidad de datos que permitiese obtener una cartografía de alta resolución. La velocidad de adquisición varió entre 5 y 7 nudos, para asegurar una adecuada resolución longitudinal y teniendo en cuenta un solape entre líneas suficiente para obtener una cobertura del 100% del área de estudio. Se mantuvo, siempre que fue posible, una apertura de haces de $45^{\circ} \times 45^{\circ}$, incrementándose sólo en casos puntuales hasta 70° , con el fin de conseguir una buena resolución transversal. La adquisición de los datos se realizó generalmente de manera continua durante las tardes y noches, así como durante el día para la búsqueda de zonas idóneas para el muestreo de sedimento y biota, además de como apoyo a la navegación durante la toma de

imágenes y algunas muestras. De esta manera, se cubrió un área total de 4,506 km² (Fig. 3.4, Tabla 3.2).

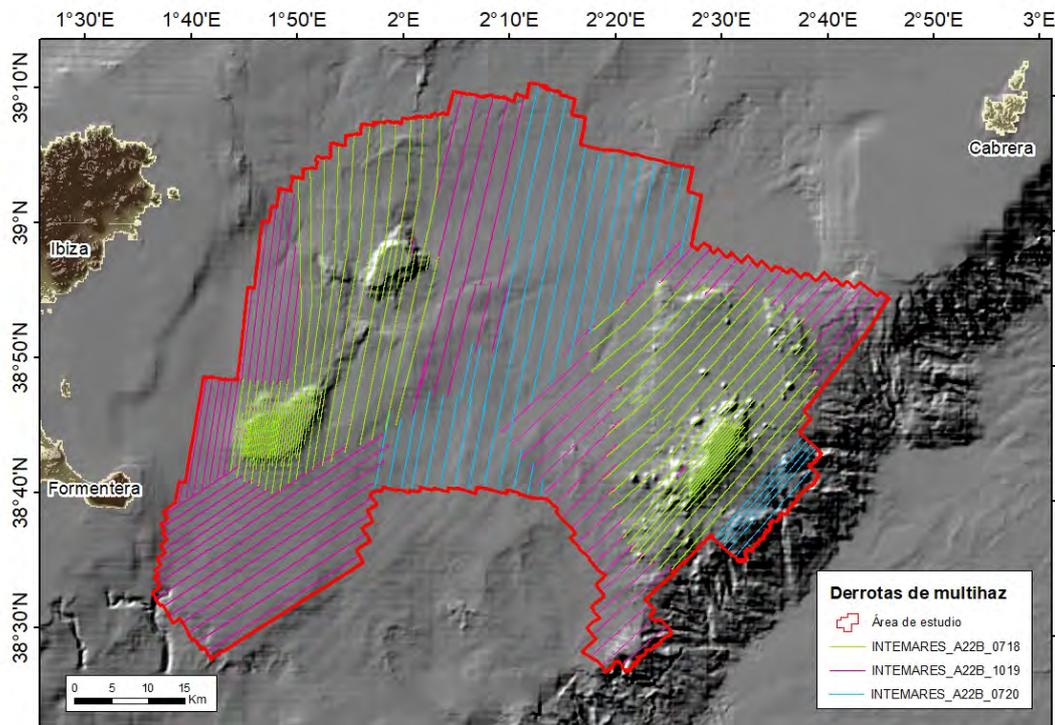


Figura 3.4. Derrota del buque durante la adquisición de datos de ecosonda multihaz en las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES, realizadas a bordo del B/O *Ángeles Alvariño* en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

El B/O *Ángeles Alvariño* utiliza el sistema de posicionamiento GPS Diferencial MX500, en el que se insertan correcciones diferenciales de forma continua, normalizadas según formatos RTCM104 (*Radio Technical Commission for Maritime Service*). Este operador se usa como sistema de suministro de correcciones diferenciales al primario de navegación. Todas las posiciones se calcularon en el sistema de referencia WGS84, lo que evita la existencia de errores derivados de la transformación de coordenadas.

El sistema *Seapath 300* es la unidad encargada de adquisición y tratamiento de la posición del buque en todo momento. Registra en tiempo real el movimiento del barco y determina, con gran exactitud, el comportamiento instantáneo del buque: rumbo, ángulos de inclinación del barco, posición (altitud y latitud) y velocidad. También cuenta con un sistema de posicionamiento dinámico C-POS, que le permite mantener

la posición con una alta precisión espacial, de forma que se pueden realizar estaciones fijas, como la toma de muestras de sedimento o perfiles de velocidad del sonido.

Con la intención de evitar interferencias de la ecosonda multihaz con otros equipos y conseguir la tasa más alta de disparos durante la prospección geofísica, no se activó ni el ADCP (perfilador acústico de corrientes Doppler) ni la ecosonda monohaz, que sí se utilizaron durante tránsitos y maniobras de muestreo. En determinadas zonas, se activó la visualización y, puntualmente, se grabaron datos de la columna de agua mediante el módulo de *SIS Water Column*, con el fin de detectar posibles desgasificaciones o salidas de fluidos desde el fondo marino.

A medida que se adquirieron los datos geofísicos, se rellenó un estadillo para cada equipo. El objetivo era tener documentados los parámetros que determinan la calidad de los datos obtenidos y poder solventar errores detectados durante la etapa de procesado e interpretación de los mismos.

b) Perfiles de velocidad del sonido

Con el objetivo de conocer con exactitud la velocidad de propagación del sonido en el agua en función de la profundidad, y obtener unos datos batimétricos precisos, se realizaron periódicamente perfiles de velocidad del sonido en la columna de agua, usando un perfilador de sonido AML SV Plus. Los valores que se obtienen en cada perfil se incorporan a la ecosonda multihaz, como paso previo a la adquisición de datos, para que las variaciones en la velocidad del sonido debidas a las propiedades físico-químicas del agua, que varían con la profundidad, puedan corregirse en tiempo real.

Se realizó un perfil de velocidad del sonido antes de comenzar a sondear en cada una de las áreas de trabajo diarias y en función de las características batimétricas de las mismas, haciéndolo siempre en el punto de mayor profundidad de cada área a prospectar, para así obtener datos de velocidad del sonido en toda la columna de agua desde la superficie al fondo marino. Se realizaron un total de 19 perfiles entre 335 y 1040 m de profundidad (Fig. 3.5, Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Relación de datos geofísicos y perfiles de velocidad del sonido en la columna de agua, obtenidos durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES, realizadas en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Campaña	Datos geofísicos		Perfiles velocidad sonido
	Ecosonda Multihaz Área Cubierta (km ²)	Ecosonda Paramétrica Longitud Perfiles (km)	Estaciones
INTEMARES-A22B-0718	1793	388	10
INTEMARES-A22B-1019	1723	1750	6
INTEMARES-A22B-0720	950	160	3
INTEMARES-A22B-0820	-	402	-

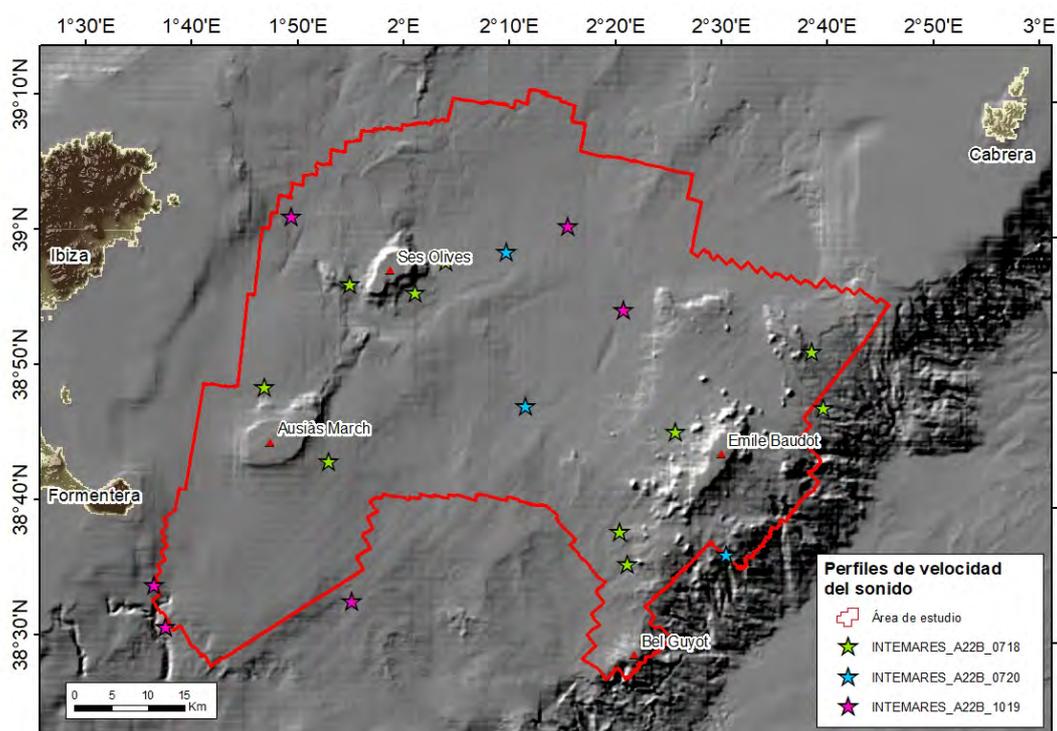


Figura 3.5. Localización de los perfiles de velocidad del sonido realizados durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES, realizadas en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

c) Ecosonda paramétrica

Los perfiles geofísicos de alta resolución del subfondo marino se obtuvieron mediante la sonda paramétrica TOPAS (*Topographic Parametric Sonar*) PS18 del B/O *Ángeles Alvariño* y la ecosonda paramétrica PARASOUND P35 del B/O *Sarmiento de Gamboa* (Fig. 3.6). Se trata de ecosondas de haz estrecho, que realizan un registro de muy alta resolución y pueden utilizarse en fondos marinos para cualquier profundidad de la columna de agua. Se basan en la generación de una señal de baja frecuencia (entre 0,5 y 6 kHz) a partir de interacciones no lineales entre dos señales primarias de alta frecuencia (15-21 kHz) y gran potencia.

Con estas sondas se adquieren perfiles acústicos de alta resolución de las capas más superficiales del fondo marino, a partir de los cuales se puede analizar la estructura y características del subsuelo, obtener información sobre la estratigrafía de las unidades sedimentarias y analizar estructuras geológicas de diverso tipo (p.ej. generadas por procesos como el escape de fluidos desde el subsuelo). La penetración de dicha señal en los niveles sedimentarios subsuperficiales depende de las características de los materiales, la profundidad del agua y las condiciones del pulso emitido, entre otros factores.

La señal o eco recibido por la sonda paramétrica se amplifica, digitaliza y procesa en tiempo real. Así mismo, al igual que la ecosonda multihaz, dicha sonda está estabilizada electrónicamente para corregir los movimientos del buque: movimiento vertical, balanceo y cabeceo. Durante la adquisición de los datos se pueden configurar ciertos parámetros, a fin de obtener la mayor calidad posible de los perfiles, que depende de la resolución espacial, tanto vertical como horizontal. Para ello, se han tenido en cuenta la configuración de la frecuencia de emisión, el tamaño del pulso emitido y la frecuencia de muestreo utilizado, el ángulo de incidencia del haz, y la tasa de disparo en relación a la velocidad del buque (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Parámetros principales de configuración de la ecosonda paramétrica TOPAS PS18 utilizada en las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES, realizadas a bordo del B/O *Ángeles Alvariño* en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

PARÁMETROS	VALORES	UNIDAD
Intervalo de disparo	Automático	ms
Tipo de pulso	Chirp (LFM)	-
Frecuencia inicial	1,5	Hz
Frecuencia final	5.5	Hz
Longitud de pulso (Chirp)	10	ms
Frecuencia de muestreo	30-48	kHz
Longitud de traza	300	ms

La sonda paramétrica TOPAS fue configurada en modo externo sincronizada con la multihaz, actuando ésta última como máster, con una tasa de disparo automático para que se ajustara a los cambios de profundidad y con un pulso *Chirp* (para aguas profundas y alta penetración) (Tabla 3.3). El control del tiempo de inicio del registro geofísico (*Delay*), así como el de la ganancia, tanto de la señal bruta como de la señal procesada, y de la rampa de la amplificación TVG (*Time versus Gain*) de la señal procesada, se fueron variando, cuando fue necesario, en función de los valores de la profundidad en cada momento, así como de la respuesta acústica. Durante la adquisición, la velocidad del barco se mantuvo entre 5 y 7 nudos. Se adquirió un total de 2700 km de registro sísmico (Fig. 3.6, Tabla 3.2, Anexo V. Los datos obtenidos fueron grabados en formato bruto (.raw y PHF) y en formato procesado (.seg y PS3_SLF).

Durante la adquisición de los perfiles del subfondo se hicieron capturas de pantalla de las estructuras geológicas de interés para la caracterización de la zona de estudio (Fig. 3.7). Al igual que se hizo durante la adquisición de datos batimétricos, los principales parámetros de adquisición utilizados con la ecosonda paramétrica se recogieron en estadillos de papel, anotando así mismo las observaciones necesarias para solventar errores que pudieran surgir en la fase de análisis.

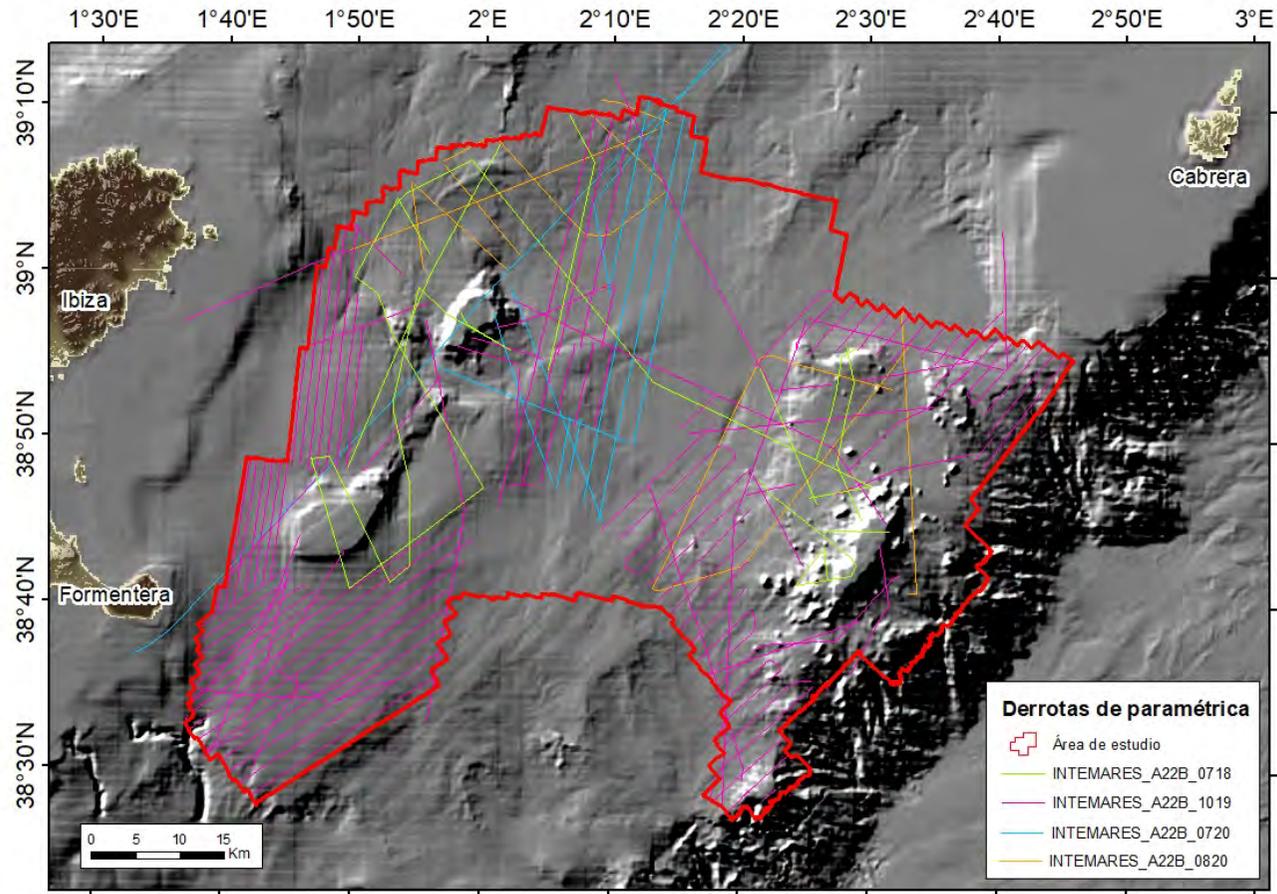


Figura 3.6. Derrotas del buque durante la adquisición de los datos geofísicos con las ecosondas paramétricas TOPAS PS18 (B/O *Ángeles Alvariño*) y PARASOUND P35 (B/O *Sarmiento de Gamboa*), durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES realizadas en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

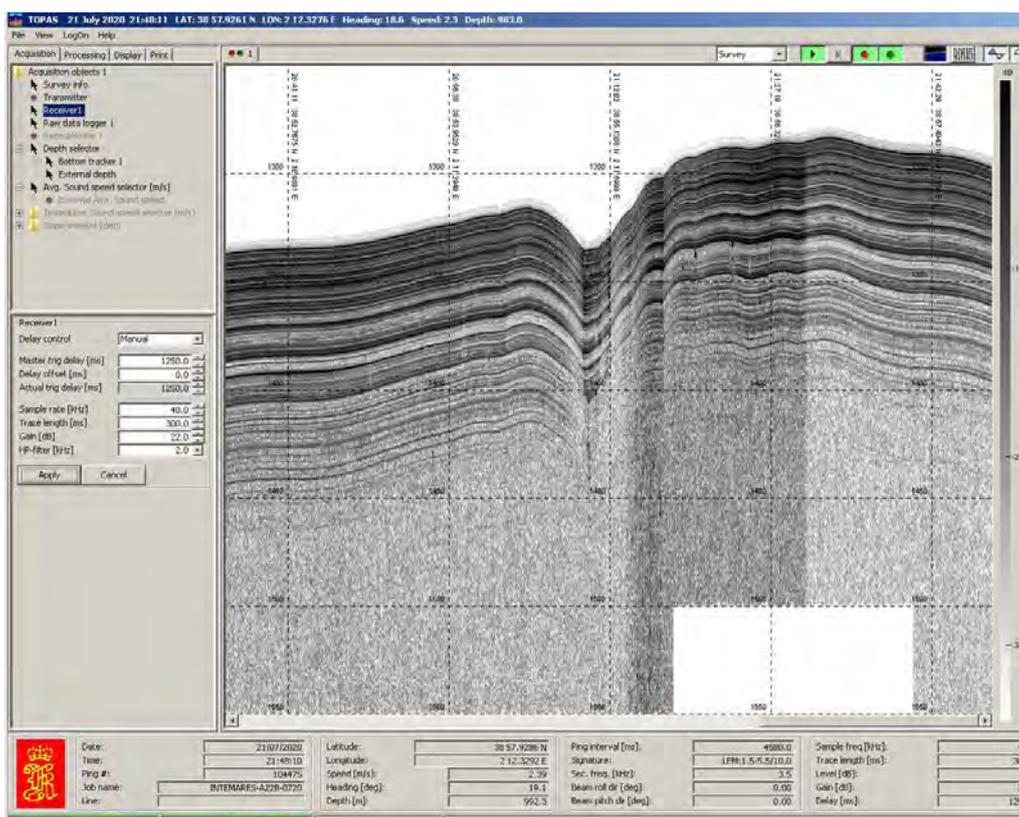


Figura 3.7. Vista de la interfaz del programa TOPAS para la adquisición de perfiles acústicos de alta resolución del subfondo marino durante la campaña INTEMARES-A22B-0720 a bordo del B/O *Ángeles Alvariño*.

d) Dragas y testigos

Para la obtención de muestras de sedimentos y rocas, se utilizaron diferentes tipos de muestreadores: (i) dragas Shipek y box-corer para la recuperación de los sedimentos superficiales; (ii) draga box-corer, testigo de gravedad y de presión (*push-corer*) para el muestreo de la columna sedimentaria; y (iii) draga de arrastre para la toma de muestras de roca y organismos bentónicos en sustratos consolidados o duros. Los muestreos realizados según el tipo de muestreador se muestran en la Tabla 3.4.

La **draga Shipek** permite obtener muestras de sedimentos superficiales no consolidados, generalmente removilizados y que no conservan su posición estratigráfica original. El equipo consiste en un cuerpo rígido y pesado, con un funcionamiento basado en un mecanismo por muelles para la toma de muestras y cierre instantáneo de una cazoleta que gira sobre un eje central. La draga se acciona cuando impacta por colisión contra el fondo marino, haciendo que la cazoleta alojada

en el interior del cuerpo gire súbitamente hasta 180 grados desde una posición invertida inicial, es decir, con la abertura hacia el fondo, de tal forma que pueda recoger los sedimentos que se encuentran bajo la draga (Fig. 3.8). La muestra de sedimento así obtenida es representativa del entorno que circunda el punto de muestreo. Se obtuvieron un total de 122 muestras con draga Shipek (Tabla 3.4) entre 86 y 1062 m de profundidad, distribuidas a lo largo de toda el área de estudio (Fig. 3.9).

Se obtuvieron 122 muestras con draga Shipek en los montes submarinos y fondos adyacentes del Canal de Mallorca. En la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0718 se realizaron 50 estaciones de muestreo, principalmente en las cimas y laderas de SO, AM y EB. En las campañas INTEMARES-A22B-1019, INTEMARES-A22B-0720 e INTEMARES-A22B-0820 se realizaron 40, 4 y 28 estaciones de muestreo, respectivamente, tanto en los montes submarinos como en los fondos adyacentes del Canal de Mallorca (Tabla 3.4; Fig. 3.9).

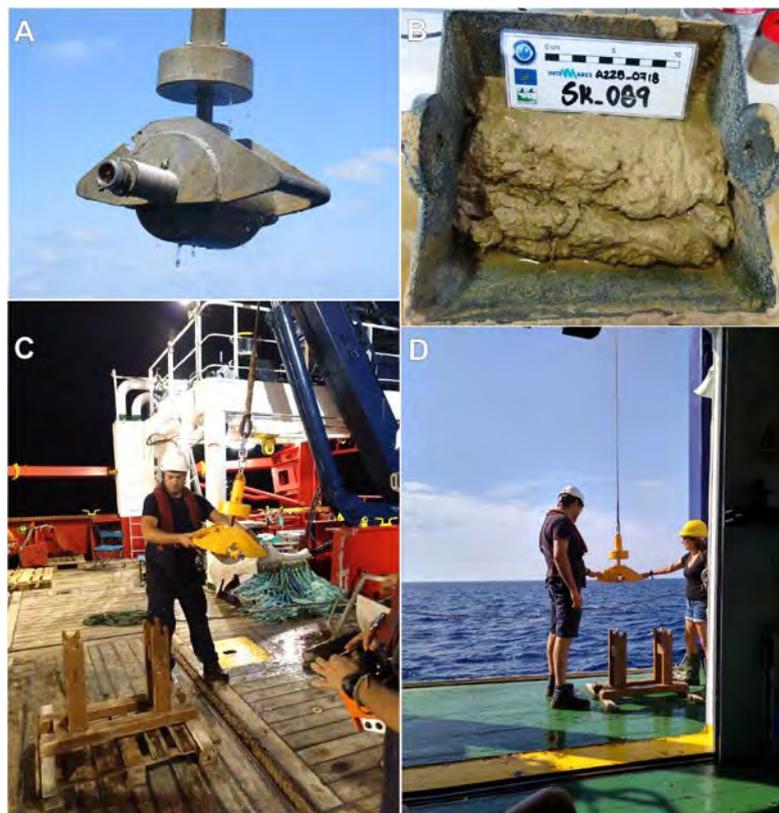


Figura 3.8. Dragas Shipek utilizadas durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES, para la toma de muestras de sedimentos superficiales del fondo marino del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

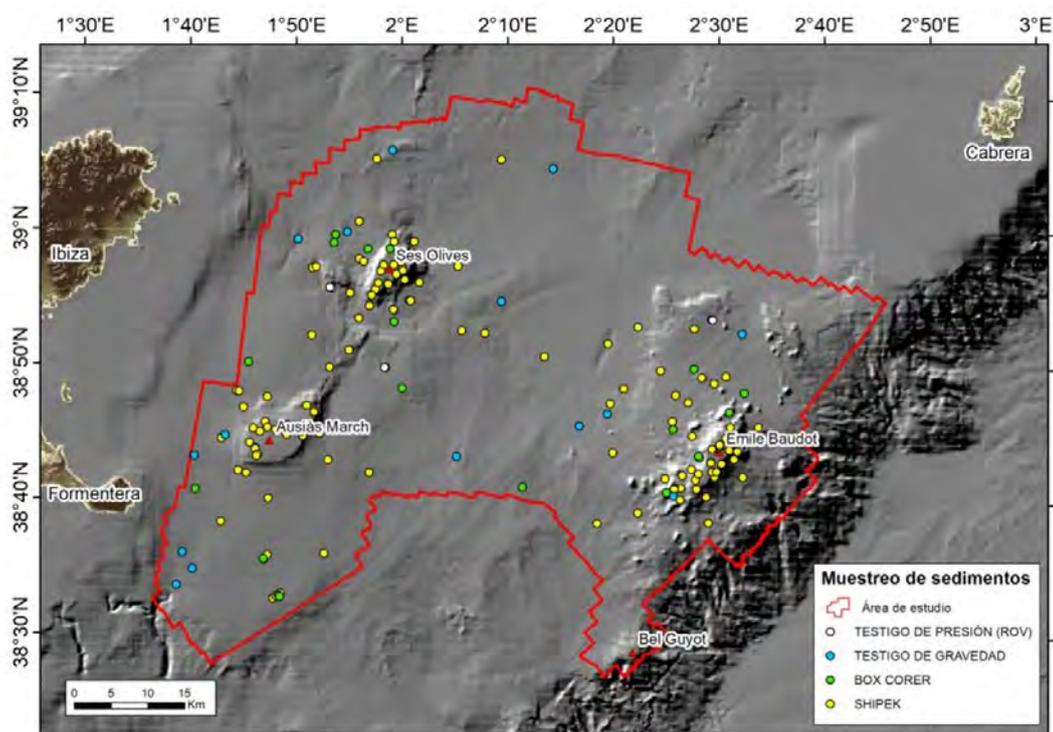


Figura 3.9. Localización de las estaciones de muestreo de sedimento realizadas con draga Shipek, draga box-corer, testigo de gravedad y testigo de presión durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Tabla 3.4. Relación de los muestreos de sedimento y rocas realizados con dragas y testigos durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Campaña	Muestreador utilizado				
	Shipek	Draga de arrastre	Box-corer	Testigo de gravedad	Testigo de presión
INTEMARES-A22B-0718	50	11	5	-	-
INTEMARES-A22B-1019	40	18	6	-	-
INTEMARES-A22B-0720	4	25		-	-
INTEMARES-A22B-0820	28	-	9	18	5

La **drag** **box-corer** permite tomar una muestra de los primeros 30 cm de la columna de sedimentos superficiales al insertar un cajetín rectangular de acero en el fondo marino tras ser lanzado en caída libre desde una altura de 15-20 m sobre el fondo. Tras el

impacto con el fondo, la draga se cierra mediante un brazo articulado que gira 45° y sella el cajetín, impidiendo que la muestra se pierda durante su ascenso a la superficie (Fig. 3.10). Esta draga permite obtener una muestra, prácticamente inalterada de la columna sedimentaria, de forma que se preserva la estructura interna original de la muestra. Con este tipo de muestras se pueden observar las estructuras sedimentarias y biogénicas, así como la variación de los rasgos sedimentarios registrados. En las campañas INTEMARES-A22B-0718, INTEMARES-A22B-1019 e INTEMARES-A22B-0820 se realizaron un total de 20 estaciones de muestreo con box-corer (Tabla 3.4) entre 285 y 926 m de profundidad (Fig. 3.9), tanto para la obtención del sedimento superficial como para la recuperación de los primeros 30 cm de la columna sedimentaria, principalmente en los fondos adyacentes a los montes submarinos, pockmarks, cráteres de los conos volcánicos del Canal de Mallorca.



Figura 3.10. A) Dragas box-corer utilizada durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0820 para la toma de muestras de la columna sedimentaria y B) mesa de tamizado para la separación de la infauna contenida en los sedimentos superficiales.

El **testigo de gravedad** está formado por una cabeza cilíndrica de gran peso donde se inserta una lanza de acero de 9,5 cm de diámetro y 3 m de longitud, con una ojiva de acero en su extremo inferior y una camisa interior de PVC para la retención del sedimento (Fig. 3.11). Este equipo de muestreo se baja hasta una profundidad de 25 a

40 m sobre el fondo donde se lanza hasta que alcanza el fondo marino. Una vez alcanzado el fondo, el equipo penetra en el sedimento que se introduce en la camisa de PVC, siendo retenido por el sistema de cierre de la ojiva. Este equipo permite la obtención de una columna de sedimentos continua, donde se preservan las estructuras sedimentarias y biogénicas de la secuencia sedimentaria. Se realizaron un total de 18 estaciones de muestreo con este equipo (Tabla 3.4) entre 316 y 998 m de profundidad (Fig. 3.11), todas ellas durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-o820, situadas en fondos adyacentes a los montes submarinos del Canal de Mallorca, para el muestreo de pockmarks, formas de fondo y abanicos turbidíticos.

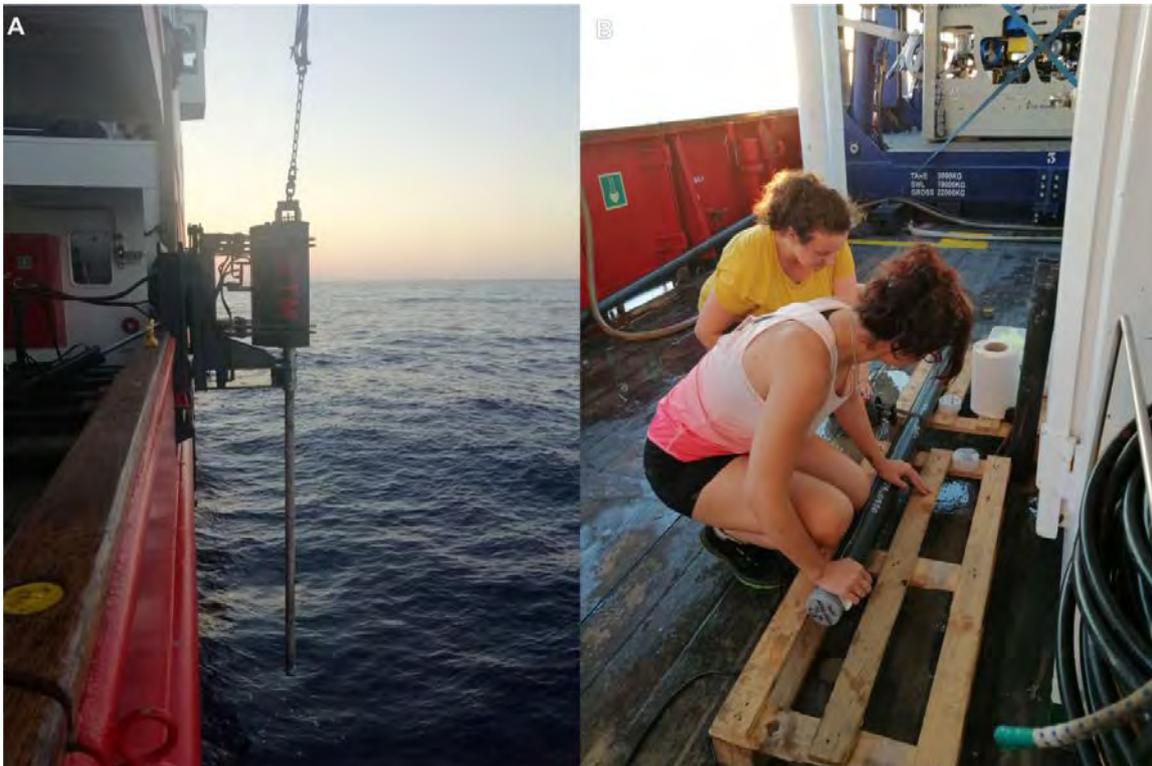


Figura 3.11. A) Testigo de gravedad utilizado durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-o820 para el muestreo de la columna sedimentaria y B) Etiquetado y división del testigo recuperado en secciones de 1 m.

La **draga de arrastre** está formada por una estructura metálica de hierro forjado rectangular y apertura de 81x26.5 cm de ancho y 50 cm de fondo, unida a una red

protegida externamente por unas planchas de cuero (Fig. 3.12). Al desplazarse arrastrando sobre el fondo marino, la boca metálica rectangular, que tiene los bordes dentados para facilitar el arrastre, rompe fragmentos de roca o sustrato duro que, junto con los organismos bentónicos asociados, quedan retenidos en el interior de la red. El tiempo de arrastre efectivo de este equipo por el fondo fue de 10 minutos con el buque navegando a una velocidad entre 0,5-1,5 nudos, con rumbos paralelos o perpendiculares (de mayor a menor profundidad) a las isóbatas, en función del objetivo del muestreo. Al tratarse de un sistema de arrastre continuo por el fondo, las muestras no son representativas de un punto concreto. Se realizaron 44 estaciones con draga de arrastre (Tabla 3.4), entre 89 y 1191 m de profundidad (Fig. 3.13), principalmente en las cimas y laderas de los montes submarinos y otros relieves escarpados de la zona de estudio.

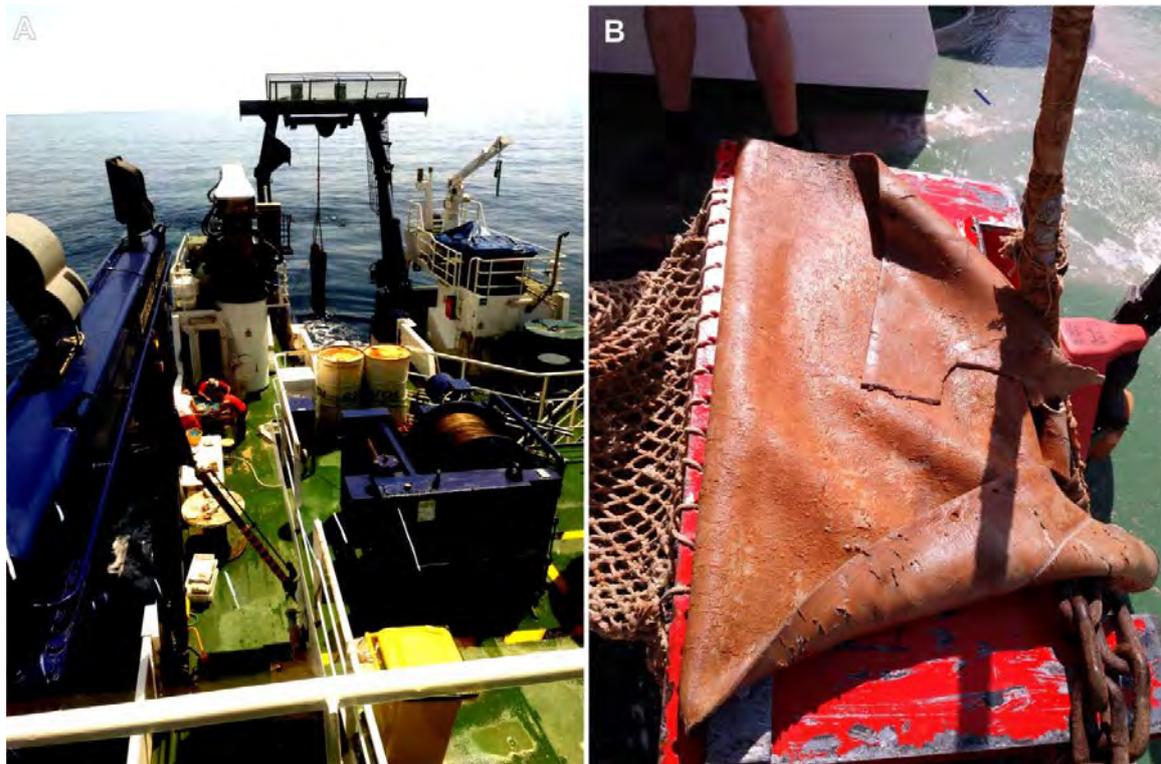


Figura 3.12. Dragas de arrastre utilizadas durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0720 para la toma de muestras de roca y organismos bentónicos del fondo marino.

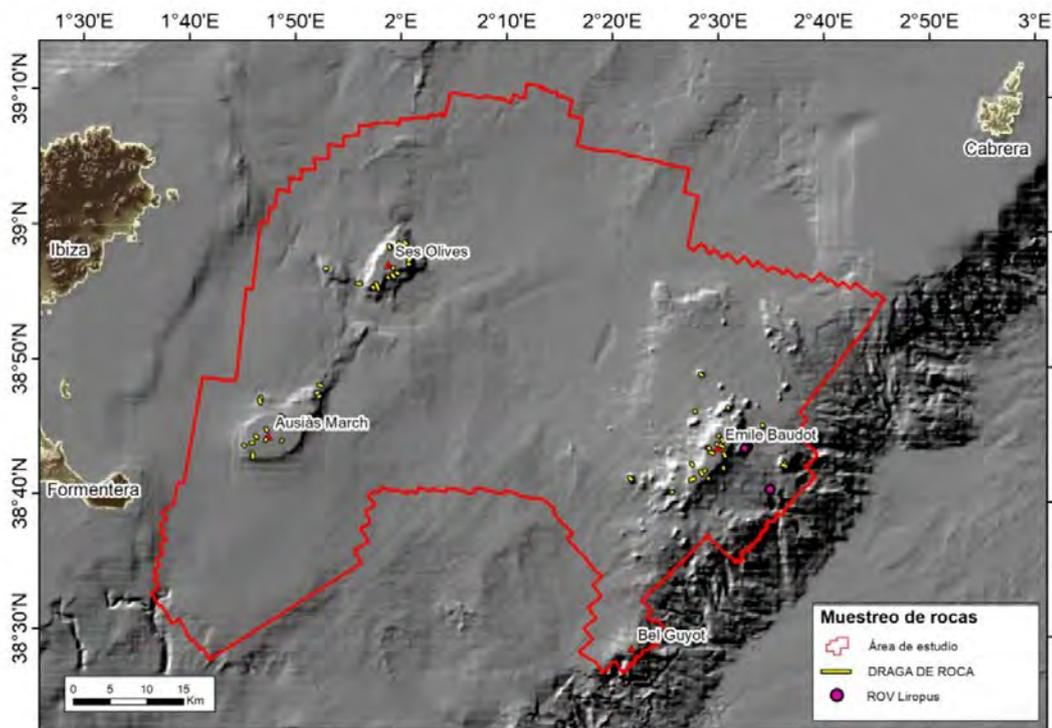


Figura 3.13: Localización de las estaciones de muestreo de roca y sustrato duro realizadas con la draga de arrastre durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0718, INTEMARES-A22B-1019 e INTEMARES-A22B-0720 en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Durante alguno de los transectos realizados con el ROV Liropus 2000 (ver Apartado 3.1.3.4), también se recogieron 5 muestras de sedimento (Fig. 3.9) y 3 de rocas del fondo marino (Fig. 3.13). Las primeras se obtuvieron con un testigo de presión (push-corer), que consiste en introducir en el sustrato, mediante la presión ejercida por uno de los brazos hidráulicos articulados del ROV, una camisa de metacrilato, de 30 cm de longitud, que retiene una muestra de la columna sedimentaria (Fig. 3.14). Las rocas se recogieron directamente con uno de los brazos hidráulicos articulados del ROV y se almacenaron hasta llegar a bordo en un cajón contenedor, que permanece cerrado durante la inmersión. Asimismo, tanto en los transectos con ROV como en los realizados con el trineo fotogramétrico TASIFE, se obtuvieron imágenes del fondo, que también han aportado información sobre el tipo de sustrato (ver Apartado 3.1.3.1d).

De los 29 transectos de ROV realizados en la zona de estudio durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0820, en 3 de ellos se recuperaron un

total de 5 testigos de presión entre 15 y 26 cm de longitud (Fig. 3.14), en pockmarks cercanos a cada uno de los montes submarinos. En tres transectos de ROV, se recuperaron muestras de roca de afloramientos rocosos de las laderas del monte EB.



Figura 3.14. A) ROV Liropus 2000 utilizado durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0820 para la visualización y registro del fondo marino, así como para el muestreo de sedimentos, rocas y organismos bentónicos. B) Puesto de pilotaje del ROV dentro del contenedor de mando. C) Puesto de navegación (*Survey*). D) Visualización de las inmersiones en el laboratorio principal. En esta última imagen se muestra la obtención de un testigo de presión con el ROV.

3.1.1.2. Procesado y análisis de datos a bordo

a) Ecosonda multihaz

Se realizó un preprocesado a bordo de los datos, lo que permitió disponer de mapas batimétricos de alta resolución e, incluso, una primera aproximación de los mapas de reflectividad del fondo durante la realización de los muestreos. Este preprocesado se llevó a cabo mediante el programa HIPS & SIPS (Sistema de Procesado de Información

Hidrográfica) de CARIS v.11.1 en el Laboratorio de Acústica del BJO *Ángeles Alvariño*. Este programa utiliza los datos brutos de multihaz almacenados en archivos de extensión *.all, que cuentan con información de profundidad, reflectividad, coordenadas para la posición de cada sondaje, etc.

El tratamiento de los datos consistió en la preparación del proyecto e importación de los datos brutos adquiridos en diferentes conjuntos de líneas. Una vez importados, se realizó una visualización inicial de los datos para verificar que todos los parámetros auxiliares de posicionamiento y navegación del buque (esto es, el cabeceo, balanceo, altura de la ola y orientación de la línea de proa) fueron corregidos correctamente durante la adquisición.

En una fase posterior, se aplicaron las correcciones de marea de la zona de estudio a los conjuntos de líneas obtenidas por el mareógrafo del Puerto de Palma. Esta información se obtiene de la web de Puertos del Estado (<http://www.puertosdelestado.es>) para los días correspondientes a la adquisición y con una frecuencia de datos de 5 minutos.

De manera preliminar, se interpolaron los datos a una superficie batimétrica con una resolución comprendida entre 5 y 25 m, dependiendo del rango batimétrico del área prospectada, lo que permite una búsqueda de ecos falsos y errores sistemáticos, así como reducir los huecos en los datos correspondientes a la limpieza de dichos errores. Por último, las superficies creadas se exportaron en formato GeoTiff, constituyendo diferentes modelos de datos ráster georreferenciados que contienen longitud, latitud y profundidad o valor de reflectividad del fondo por cada pixel. A partir de esta información se situaron las estaciones de muestreo de sedimentos, rocas y organismos bentónicos.

b) Perfiles geofísicos de ecosonda paramétrica

Para visualizar e interpretar los perfiles de las ecosondas paramétricas TOPAS PS18 y PARASOUND P35 es necesario transformar previamente a coordenadas UTM (metros) las coordenadas de los archivos adquiridos, que se guardan automáticamente con coordenadas geográficas (milisegundos de arco). Para ello se utilizó la herramienta del programa matemático MATLAB y el *script* SEG4KING creado por el Institut de Ciències

del Mar de Barcelona (ICM-CSIC). Para dicha transformación, hay que tener en cuenta el huso UTM de la zona de estudio, que en el caso del Canal de Mallorca, es el huso 31 N. Una vez transformadas las coordenadas, se comprueban los perfiles adquiridos, viendo el rango de profundidad que comprenden, y que la reconstrucción del perfil de esonda paramétrica es correcta. Esta tarea se realiza habitualmente mediante el programa de visualización de perfiles geofísicos *SeiSee* v.2.22.2. Posteriormente, se crea un proyecto en el programa *IHS Kingdom* v.8.7 y se importan los perfiles corregidos con coordenadas UTM (Fig. 3.15). En el proyecto se han cargado un total de 170 líneas: 25 correspondientes a la campaña INTEMARES-A22B-0718, 116 de la campaña INTEMARES-A22B-1019, 10 de la campaña INTEMARES-A22B-0720 y 19 de la campaña INTEMARES-A22B-0820.

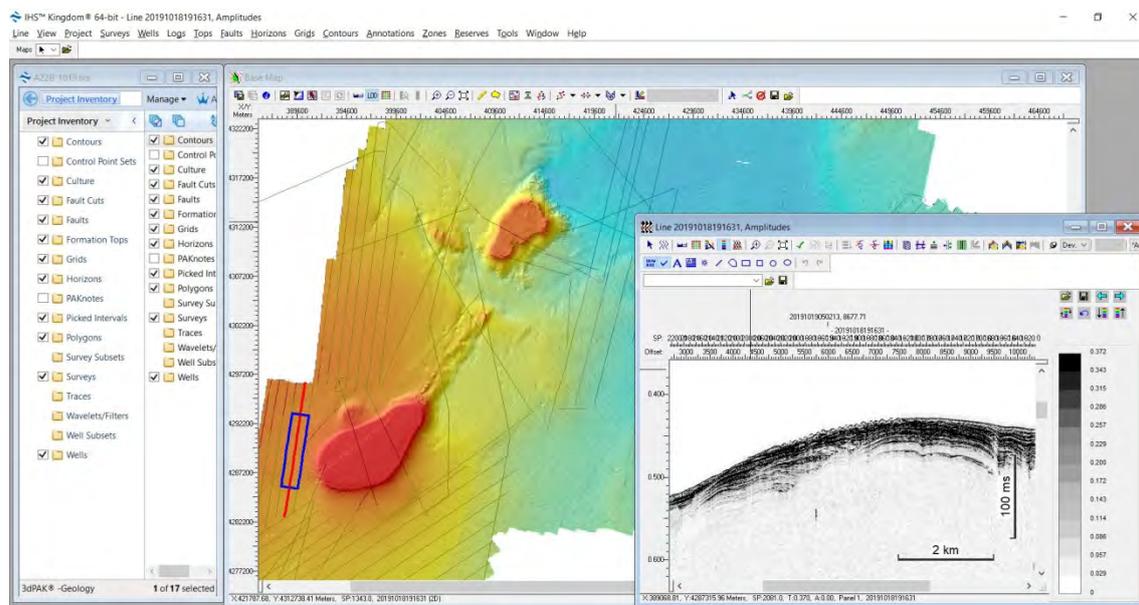


Figura 3.15. Mapa base generado con *Kingdom Suite* que muestra la localización de los perfiles paramétricos realizados durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

c) Muestras de sedimento y roca

Todas las muestras de sedimento y roca recuperadas mediante los diferentes muestreadores se fotografían a bordo usando una escala y una etiqueta plastificada con el código correspondiente (p.ej. Fig. 3.8B). A continuación, se describen las muestras *in*

situ con el objetivo de registrar sus propiedades lo más inalteradas posible. La descripción de los sedimentos incluye: (i) la textura en función de la granulometría dominante a simple vista (grava, arena, arena fangosa, fango arenoso, fango o mixta); (ii) el grado de compactación o fluidez de los sedimentos; (iii) las propiedades organolépticas como el color (escala Munsell) y, en algunos casos, el olor; (iv) la presencia o ausencia de restos biogénicos (p. ej., bioclastos, corales, foraminíferos, algas calcáreas); y (v) las estructuras sedimentarias y/o biogénicas, cuando se puede observar la columna sedimentaria. Para la descripción de las rocas se indica tamaño (cm), aspecto general (p.ej. color, grado de redondeamiento) y clasificación genética aproximada (sedimentaria, volcánica o metamórfica).

Posteriormente, se establecen diferentes protocolos de submuestreo, en función de los muestreadores usados. Las muestras de sedimento superficial recuperadas con dragas Shipek y box-corer se homogeneizan, con el fin de tener una muestra representativa de todo el material recuperado. Se tomaron dos submuestras para su posterior análisis en laboratorio: una muestra para granulometría, y otra muestra para el contenido en materia orgánica y carbonato. Estas submuestras se conservaron en recipientes de 125ml para su posterior análisis en laboratorio y se almacenaron refrigeradas a +4°C y congeladas a -20°C, respectivamente.

En el caso de los sedimentos subsuperficiales recogidos con draga box-corer, para los 10 cm más superficiales, se toman 2 submuestras con una resolución de 5 cm. Es decir, dos muestras de 0-5 cm y otras dos de 5-10 cm. Además, para obtener un registro de la columna sedimentaria de la muestra, se inserta un tubo de PVC con la longitud total del sedimento recuperado (Fig. 3.16), que se almacena refrigerado a +4°C para su posterior análisis en laboratorio. Las muestras de sedimento se trasladaron, posteriormente, al Centro Oceanográfico de Málaga (IEO-CSIC), para su análisis en el Laboratorio de Sedimentología y Geoquímica (SediLab marino).

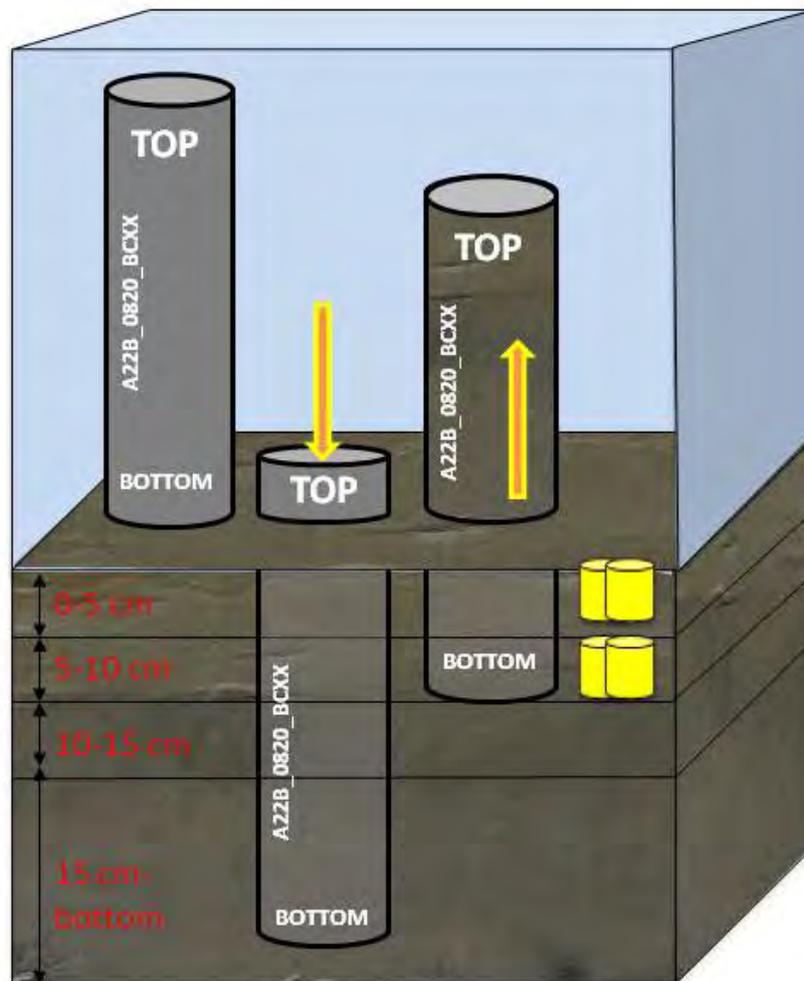


Figura 3.16. Esquema del protocolo de muestreo y etiquetado de las submuestras recuperadas con el testigo de caja (Box-Corer) durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0718, INTEMARES-A22B-1019 e INTEMARES-A22B-0820.

Los testigos de gravedad recuperados durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0820 se dividieron a bordo en secciones entre 60 y 80 cm de longitud (Fig. 3.17). A continuación, cada una de las secciones fue sellada, siglada y almacenada en una cámara refrigerada a +4°C hasta su traslado al laboratorio. Los testigos se almacenaron en las instalaciones del ICM (CSIC), donde se mantuvieron refrigerados a +4°C hasta su posterior traslado al Laboratorio de análisis no destructivos de materiales geológicos (CORELAB) en la Facultat de Ciències de la Terra (Universitat de Barcelona).



Figura 3.17. Esquema del protocolo de preparación y etiquetado de los tubos de PVC de sedimento recuperados con el testigo de gravedad durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0820.

Las muestras recuperadas con la draga de arrastre, se colocaron en cubetas o bandejas para realizar una primera separación de las rocas y otros materiales presentes, además de realizar una primera identificación de los organismos bentónicos en la mesa de tamizado localizada en cubierta del buque (Fig. 3.18). Las rocas seleccionadas por su interés o singularidad se lavan, fotografían y etiquetan para futuros análisis geoquímicos y petrológicos en laboratorios especializados.

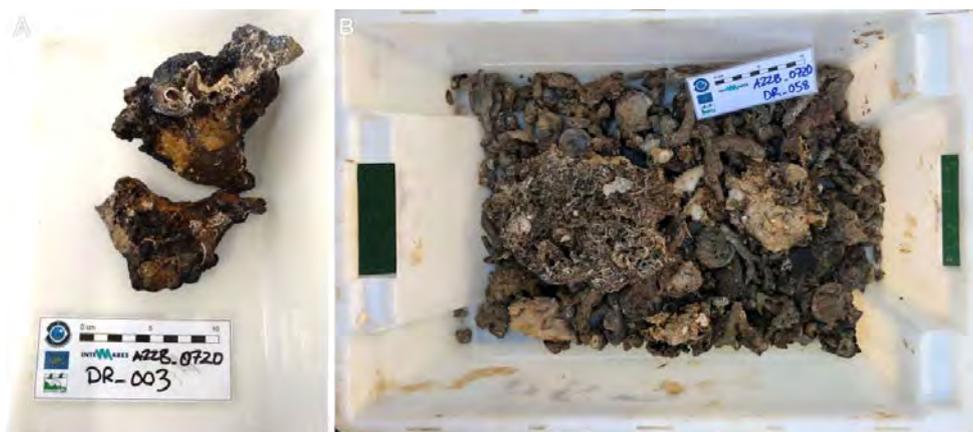


Figura 3.18. Muestras de rocas y biota bentónica recolectadas con draga de arrastre durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

3.1.2. Oceanografía

Para caracterizar las variables oceanográficas de origen físico (temperatura y corrientes marinas), se ha considerado como base de datos las salidas del modelo WMOP (*Western Mediterranean OPERational forecasting system*), disponible en el Sistema de Observación y Predicción Costero de las Illes Balears (SOCIB; Tintoré *et al.*, 2013): https://www.socib.es/?seccion=modelling&facility=forecast_system_description.

WMOP es un modelo ROMS (*Regional Ocean Modeling System*) 3D de alta resolución (~2.6 km), implementado en el Mediterráneo occidental con una resolución temporal diaria (Juza *et al.*, 2016, Mourre *et al.*, 2018).

Se han obtenido valores de temperatura media del agua, velocidad y dirección de las corrientes, tanto en superficie como en el fondo marino durante el período 2016-2023. El área considerada abarca las Islas Baleares y la costa más próxima de la Península Ibérica e incluye no solo el Canal de Mallorca sino también parte de la sub-cuenca Argelina en la que se sitúa la zona de estudio (Fig. 3.19).

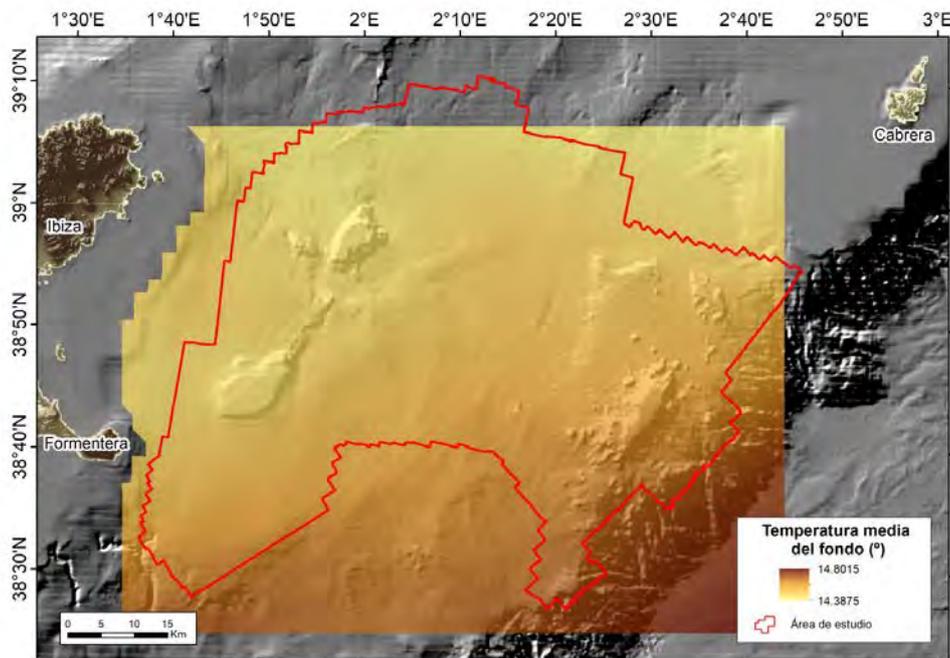


Figura 3.19. Mapa general de la temperatura media del agua del fondo del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), obtenida del modelo WMOP (*Western Mediterranean OPERational forecasting system*) del Sistema de Observación y Predicción Costero de las Illes Balears (SOCIB).

3.1.3. Comunidades bentónicas y demersales

a) Patín epi-bentónico

En fondos sedimentarios, las muestras de bentos se recolectaron con un patín epi-bentónico (Fig. 3.20), descrito por Jennings *et al.* (1999), cuya eficiencia de muestreo ha sido estimada por Reiss *et al.* (2006). Su abertura horizontal y vertical es de 2 y 0.5 m, respectivamente, y la luz de malla de la red del copo es de 5 mm. La toma de las muestras se realizó a una velocidad de 2 nudos y la duración efectiva de los muestreos fue de 5 a 15 minutos según la profundidad. Al patín se le acopló un sensor SCANMAR de profundidad, para su monitorización durante las maniobras de largado y virado, y estimar así el tiempo efectivo de muestreo sobre el fondo marino.

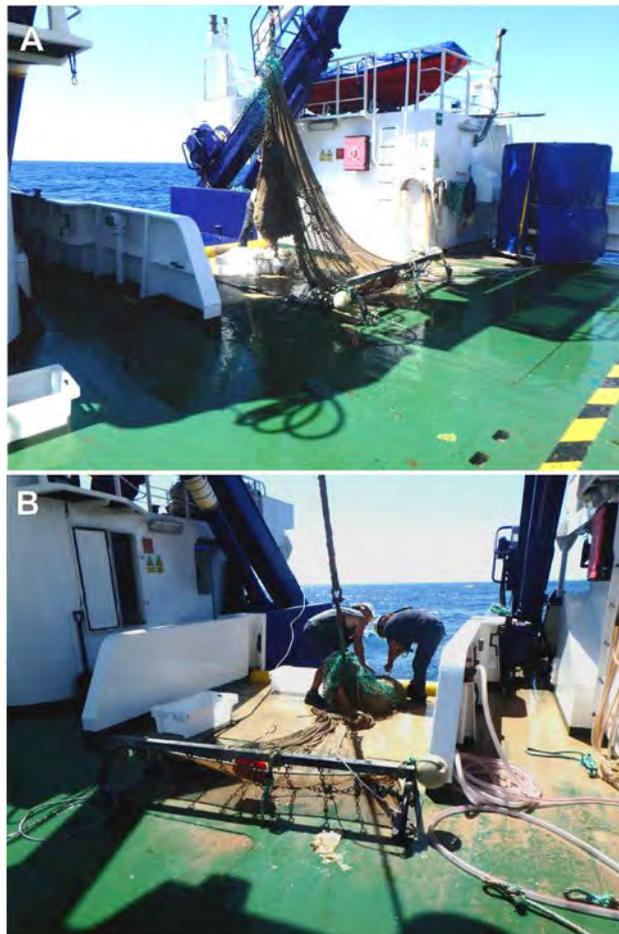


Figura 3.20. Patín epi-bentónico utilizado para la toma de muestras de flora y fauna bentónica durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0718, INTEMARES-A22B-1019 e INTEMARES-A22B-0720.

Se realizaron un total de 85 estaciones entre 99 y 764 m de profundidad (Fig. 3.21). Una vez a bordo, las muestras biológicas obtenidas con patín epi-bentónico se fotografiaron y se anotó su peso total. Posteriormente, estas muestras fueron lavadas en una mesa de tamizado de tres niveles (Fig. 3.22): dos mallas metálicas de 10 y 2 mm de luz y una malla de nylon de 0.5 mm de luz. Los ejemplares retenidos hasta el segundo nivel de triado fueron recolectados y separados.

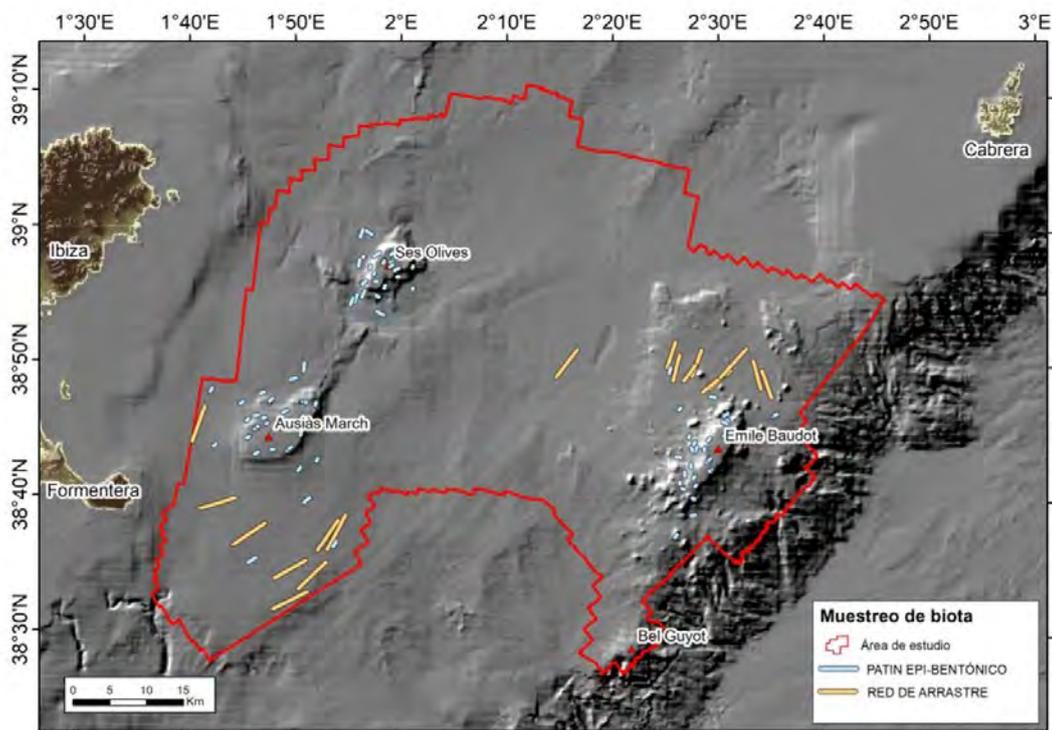


Figura 3.21. Localización de las estaciones de muestreo con patín epi-bentónico y arte de arrastre experimental GOC-73 realizadas durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0718, INTEMARES-A22B-1019, INTEMARES-A22B-0720, MEDITS-2020 y MEDITS-2021.

La macro- y mega-fauna y megaflore fue clasificada a bordo, identificándola hasta nivel de especie o al nivel taxonómico más bajo posible, contada y pesada. Para el cálculo de la abundancia de ascidias o cnidarios, un pie o colonia se contaba como una unidad o individuo. Las especies de esponjas y algas aparecieron, en muchos casos, fragmentadas, por lo que sólo se registró su biomasa. En las algas calcáreas sólo se registró la biomasa de rodolitos vivos. En caso de captura de un ejemplar vivo de una

especie rara o sujeta a medidas de conservación, éste se devolvió al mar una vez registrado su número y peso.



Figura 3.22. Lavado y triado en la mesa de tamizado (A: primera malla de 10 mm; B: segunda malla de 2 mm), de muestras recolectadas con patín epi-bentónico a bordo del B/O *Ángeles Alvariño*, durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019.

Independientemente del muestreador utilizado, todos los individuos que no pudieron ser identificados a bordo, se etiquetaron y conservaron en botes con líquido fijador (según el grupo taxonómico se utilizó alcohol absoluto, alcohol 70% o formol 4%) o congelados, para su posterior determinación en el laboratorio. En las esponjas, dada la complejidad de su identificación, que requiere extracción de espículas y su análisis en el microscopio, algunas muestras se agruparon en base a características macroscópicas externas y se conservaron en etanol absoluto, para su identificación posterior.

La abundancia y biomasa de los organismos recolectados con patín epi-bentónico se estandarizó a 500 m², teniendo en cuenta la abertura horizontal de la red y la distancia efectiva recorrida por el patín sobre el fondo marino durante el muestreo. Ésta se estimó a partir de los datos de posicionamiento del B/O vía satélite (GPS) y la información del sensor SCANMAR de profundidad.

b) Draga de arrastre

En fondos rocosos se recolectaron muestras de bentos con draga de arrastre (Fig. 3.12). Se realizaron 55 estaciones entre 89 y 1191 m de profundidad (Fig. 3.13). Una vez a bordo, la biota fue muestreada de manera similar a las muestras recolectadas con patín epi-bentónico (Figs 3.18 y 3.22). Para más detalles, ver Sección d) Apartado 3.1.1.1.

c) Red de arrastre

Para complementar el muestreo de fondos sedimentarios, se recolectaron muestras de fauna epi- y necto-bentónica en caladeros de arrastre con un arte de arrastre de fondo (Fig. 3.23). Se utilizó la red de arrastre experimental GOC-73, ampliamente utilizado en el Mediterráneo (Bertrand *et al.*, 2022; Spedicato *et al.*, 2019). La abertura horizontal y vertical de la red trabajando sobre el fondo marino es de 18-22 y 2.5- 3 m, respectivamente. La luz de malla del copo fue de 10 mm. La eficiencia de muestreo de este equipo ha sido estimada por Dremière *et al.* (1999) y Fiorentini *et al.* (1999).



Figura 3.23. Arte de arrastre experimental GOC-73, utilizada a bordo del B/O *Ángeles Alvariño* para la toma de muestras de fauna necto-bentónica y recursos demersales en caladeros de la flota de arrastre, durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019.

Estos muestreos se realizaron a 2.8 nudos de velocidad y su duración efectiva, con la red trabajando sobre el fondo marino, fue de 45 a 60 minutos, dependiendo de la profundidad. Se cubrieron un total de 29 estaciones entre 237 y 1028 m de profundidad, principalmente en los caladeros de arrastre de los fondos adyacentes a AM y EB (Fig. 3.21). Una vez a bordo, en el parque de pesca del buque se procedió al triado de la captura, su clasificación hasta el nivel taxonómico más bajo posible, contaje y pesaje, siguiendo los criterios antes mencionados (Fig. 3.24). También se realizó un muestreo de la frecuencia de tallas de los peces, crustáceos decápodos y moluscos cefalópodos, de los cuales se midió la longitud total (1/2 cm), cefalotórax (mm) y del manto (mm), respectivamente, excepto en el caso de los peces macrúridos y notacántidos, en los que se midió la longitud anal.



Figura 3.24. Triado y etiquetado de muestras recolectadas con red de arrastre experimental GOC-73 a bordo del B/O *Ángeles Alvariño*, durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019.

La abundancia y biomasa de los organismos capturados con la red de arrastre experimental se estandarizó un kilómetro cuadrado. Para ello se tuvo en cuenta la abertura horizontal de la red, estimada con sensores SCANMAR y la distancia efectiva recorrida por ésta sobre el fondo marino durante el muestreo, que se estimó a partir de los datos de posicionamiento del buque vía satélite (GPS) y también de la información de sensores SCANMAR.

d) Transectos visuales

Las filmaciones del fondo marino y su biota bentónica se grabaron en alta resolución, a partir de transectos realizados con el trineo fotogramétrico TASIFE (vehículo remolcado operado remotamente o ROTV de sus siglas en inglés *Remotely Operated Towed Vehicle*; Fig. 3.25) y con el vehículo operado remotamente (ROV de sus siglas en inglés *Remotely Operated Vehicle*) ROV Liropus 2000 (Fig. 3.14). Con el primer equipo se muestrearon principalmente fondos sedimentarios y, en algunos casos, fondos rocosos con poca pendiente, mientras que con el ROV se muestrearon, sobre todo, zonas rocosas y de pendiente pronunciada, aunque también se realizaron algunos transectos en fondos sedimentarios de las cimas de los montes submarinos y en pockmarks de los fondos adyacentes.

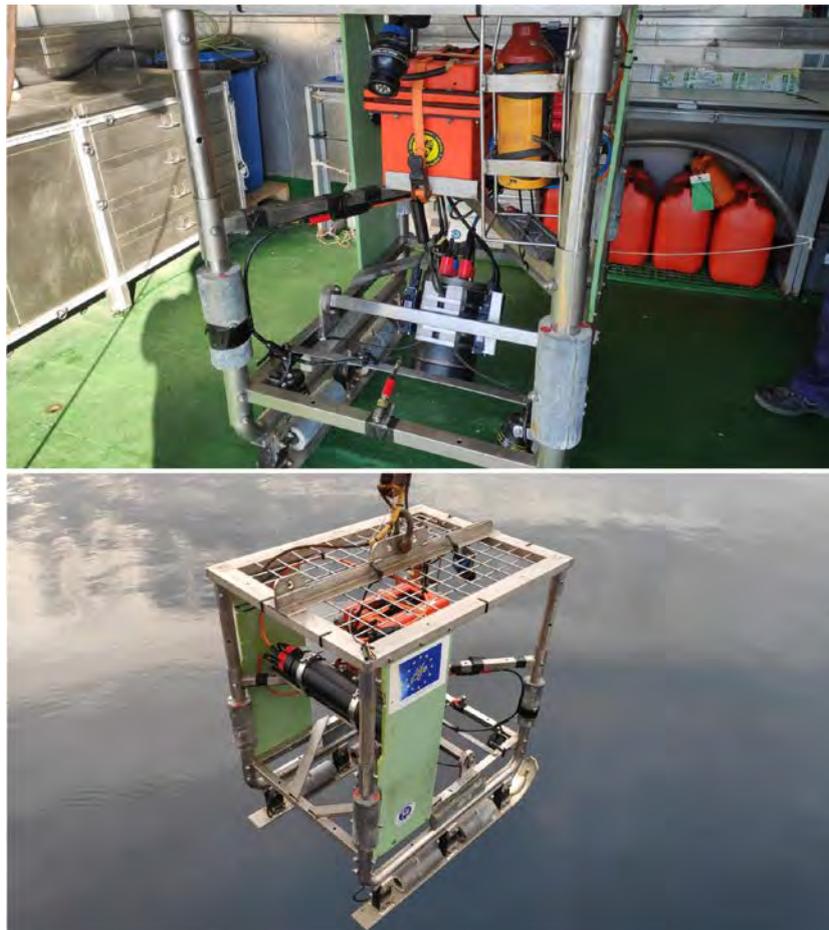


Figura 3.25. Trineo fotogramétrico TASIFE utilizado para la filmación del fondo marino y su biota bentónica durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019.

Los transectos con TASIFE se realizaron durante la campaña INTEMARES-A22B-1019, a bordo del B/O *Ángeles Alvariño*, con el vehículo remolcado a 0.5 nudos, entre 0.5 y 2.5 m por encima del fondo marino. Este equipo estaba equipado con una cámara de pilotaje Nano SeaCam orientada hacia delante y una cámara de grabación de vídeo Nikon D800 en posición cenital, un sistema de focos para iluminar el fondo marino y tres rayos láser, con una distancia entre ellos de 10-24 cm (Fig. 3.26). Su ubicación exacta sobre el fondo se obtuvo del posicionamiento acústico HiPAP acoplado a del buque. El TASIFE también estaba equipado con un altímetro de precisión y un sensor de presión SBE50 para controlar su distancia al fondo y profundidad, respectivamente.

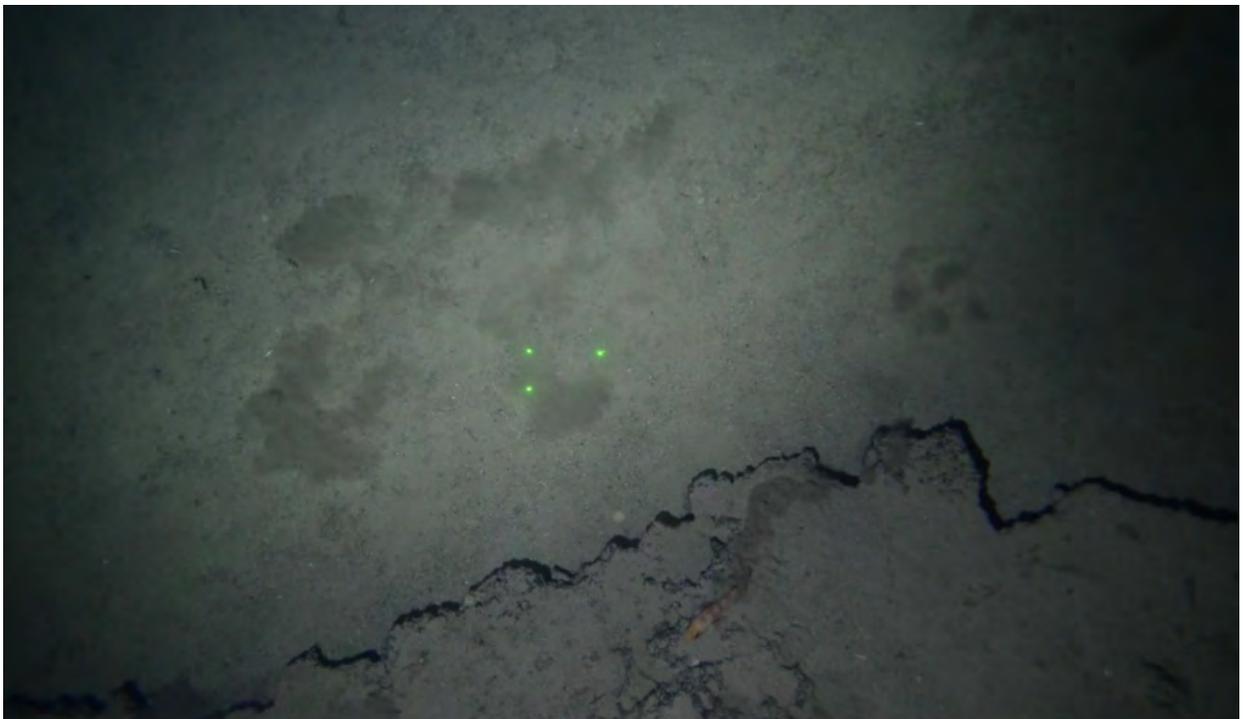


Figura 3.26. Imagen del trineo fotogramétrico TASIFE, utilizado para la filmación del fondo marino y su biota bentónica durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019. Se observan los tres rayos láser de los que dispone este equipo.

Con este equipo se realizaron un total de 48 transectos de 15 a 20 minutos de duración, y entre 87 y 708 m de profundidad, preferentemente en zonas de pendiente homogénea, que se recorrieron de menor a mayor profundidad (Fig. 3.27). En total se grabaron 13 horas de video y la superficie explorada fue 30066 m²: 8304 m² en SO, 19124 m² en AM y 2638 m² en EB.

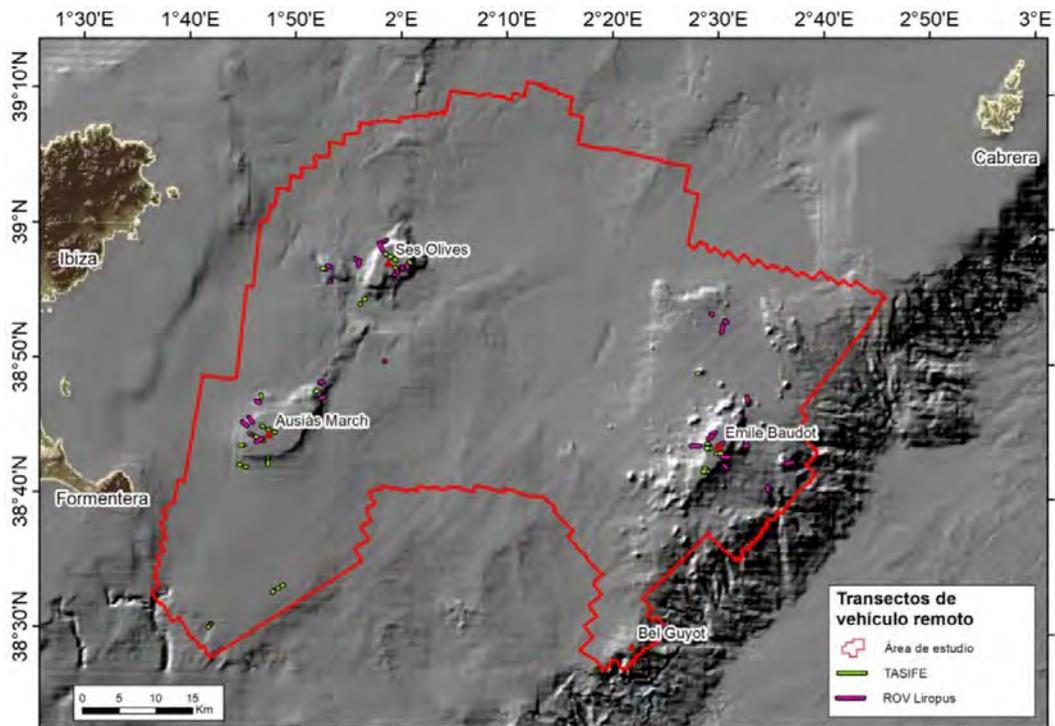


Figura 3.27. Localización de los transectos realizados mediante el trineo fotogramétrico TASIFE y el ROV Liropus 2000 durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019 e INTEMARES-A22B-0820, respectivamente.

Los transectos con el ROV Liropus 2000 se realizaron durante la campaña INTEMARES-A22B-0820 a bordo del B/O *Sarmiento de Gamboa*, con el vehículo moviéndose a <0.3 nudos, entre 0.5 y 2.5 m sobre el fondo marino. Este ROV está equipado con una cámara en color *Full HD* y una cámara a color instaladas en la parte delantera, además de otras cámaras de inspección y operación del equipo, un CTD SBE₃₇Microcat, dos punteros láser separados 10 cm, un SONAR Seaking de doble frecuencia, un altímetro (LPA200), una baliza acústica MST 324, dos brazos hidráulicos articulados y un sistema de cajas para almacenar las muestras recolectadas. El sistema de navegación de este ROV incluye un TMS (*Tether Management System*) y un sistema de lanzamiento y recuperación (LARS). El TMS está equipado con una cámara trasera, un CTD, un correntímetro Midas Valeport y una baliza acústica MST 324. Para más información sobre el ROV Liropus 2000: https://www.ieo.es/es_ES/web/ieo/equipamiento.

Con este equipo se realizaron un total de 29 transectos, de una a cuatro horas de duración, entre 89 y 1162 m de profundidad (Fig. 3.27). Se realizaron transectos perpendiculares a la batimetría, comenzando desde la cota más profunda, en zonas donde se encontró sustrato con especies de interés, así como en pockmarks. También se realizaron transectos en zonas profundas (>900 m), cuya inclinación y reflectividad sugerían una alta probabilidad de encontrar sustrato rocoso. Cuando aparecía una comunidad de interés, el ROV se detenía y posaba sobre el fondo marino, y realizaba un barrido de la zona, tomando imágenes de alta resolución de los organismos bentónicos y muestras. En total se grabaron 52 horas de vídeo y la superficie explorada fue 17322 m². En 3 de estos transectos, situados en pockmarks cercanos a cada una de los montes submarinos, se recogieron 5 testigos de presión (Fig. 3.9), entre 15 y 26 cm de longitud y en otros 3 transectos, situados en afloramientos rocosos de las laderas de EB, se recogieron muestras de rocas (Fig. 3.13).

3.2. Procesado y análisis de datos

3.2.1. Geología

3.2.1.1. Datos batimétricos

Para obtener superficies batimétricas de mejor calidad y resolución, los datos batimétricos se procesaron con el programa de procesado CARIS HIPS & SIPS v.11.1. Este tratamiento incluye distintas fases de edición, como filtrado de los datos auxiliares, recalibrado o procesado de la posición geográfica, en su caso (Fig. 3.28).

Tras realizar la integración de toda la información, comenzó el procesado de los datos batimétricos, en cuyo proceso se realizó la georreferenciación de la batimetría, esto es, para cada sondaje de profundidad se incorporó información de la componente horizontal y vertical, aplicando 4 pasos diferentes:

1. Se interpolan los valores de posición del barco a la marca de tiempo asociada a la posición de cada sondaje. Normalmente se usa un ajuste lineal, que se ajusta mejor a la navegación realizada.
2. Se ajustan los datos de ecosonda usando los datos del barco, de modo que el sondaje esté calculado con respecto a un punto de referencia del barco.

3. Se transforma la posición de cada sondaje (en metros) con respecto al punto de referencia, de modo que se exprese en incrementos de latitud y longitud. Así obtenemos la latitud y la longitud final de cada sondaje, esto es, la componente horizontal.
4. Aplicando correcciones de mareas y GPS, podemos conocer la componente vertical, que nos da las profundidades finales, procesadas y corregidas.

Una vez que cargados y georreferenciados todos los datos, se crearon las distintas superficies batimétricas.



Figura 3.28: Flujo de trabajo del procesamiento de los datos de ecosonda multihaz para la obtención de superficies batimétricas y de reflectividad del fondo marino.

Para generar las superficies batimétricas, se realizó una malla de resolución simple. Es decir, una resolución fija elegida por el usuario en función de la calidad de los datos adquiridos. El método de interpolación de los datos de profundidad se basó en el algoritmo CUBE (por sus siglas en inglés, *Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator*). Este algoritmo permite realizar un filtrado semiautomático de sondajes al generar diferentes superficies batimétricas con estimaciones de profundidades en hipótesis alternativas y eligiendo estadísticamente la profundidad más adecuada, manteniendo el resto de opciones como “ruido” en las demás alternativas. El método

estadístico consiste en la creación de una red de nodos a intervalos regulares definidos por la resolución elegida y la aplicación de dos radios de influencia, el primero alrededor de cada sondaje de profundidad y el segundo alrededor de cada nodo. El área de influencia de cada sondaje es dependiente de los valores de incertidumbre de las medidas de los sensores auxiliares de la ecosonda multihaz, conocidos como valores TPU (*Total Propagated Uncertainty*) mientras que alrededor de cada nodo es del 5% de la profundidad.

Una vez elegida la resolución y el algoritmo de interpolación, la superficie creada pasó por un control de calidad donde se usaron diferentes editores para limpiar las profundidades que se observaron en los módulos de *Swath* y *Subset* que suponen ecos falsos registrados durante la adquisición y se desvían significativamente de la superficie de referencia (Fig. 3.29). A todas las superficies se les aplicó el algoritmo de interpolación *Fill Holidays* con el objetivo de rellenar pequeños huecos en los datos y conseguir, de este modo, una superficie más uniforme.

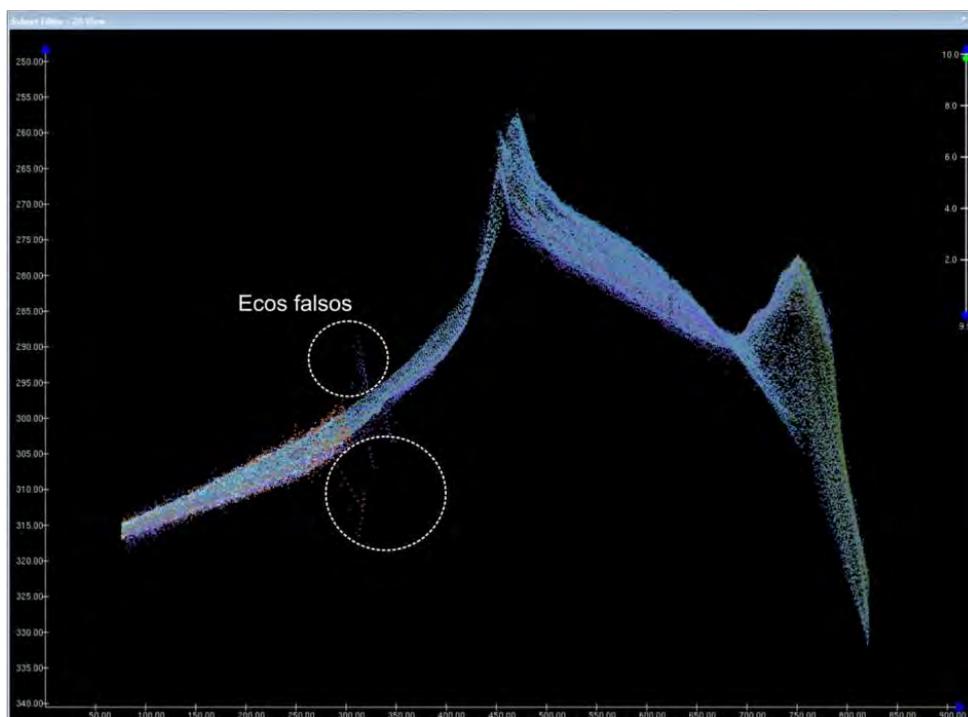


Figura 3.29. Visor de perfil batimétrico en el módulo de edición *Subset* del programa CARIS donde se observan los ecos falsos procedentes de la adquisición de batimetría multihaz.

Tras completar el procesado de los datos batimétricos, estas superficies se exportaron para integrarlas en un sistema de información geográfica (SIG), para lo que se ha utilizado el programa ArcMap v.10.8 de ArcGIS. El formato elegido fue GeoTiff, constituyendo un modelo de datos ráster georreferenciado que contiene la longitud, latitud y profundidad final. En la Figura 3.30 se presenta la extensión espacial de las superficies de base parcial y total correspondientes a la batimetría en función de la mejor resolución espacial obtenida. En concreto, con el procesado de los datos multihaz en la zona de estudio se obtuvo una superficie batimétrica de 16 m de resolución para el área total, de 6 m para los montes submarinos y de hasta 2 m para la cima de SO, AM y EB. Para los productos cartográficos entregables junto a este informe se ha optado por generar una única capa base batimétrica con una resolución de 200 m a partir de la cual se generan sus variables derivadas (pendiente, orientación del fondo, rugosidad, etc.) con la misma resolución. Este criterio permite obtener capas con características homogéneas para toda la zona de estudio, a partir de una batimetría de resolución mejorada.

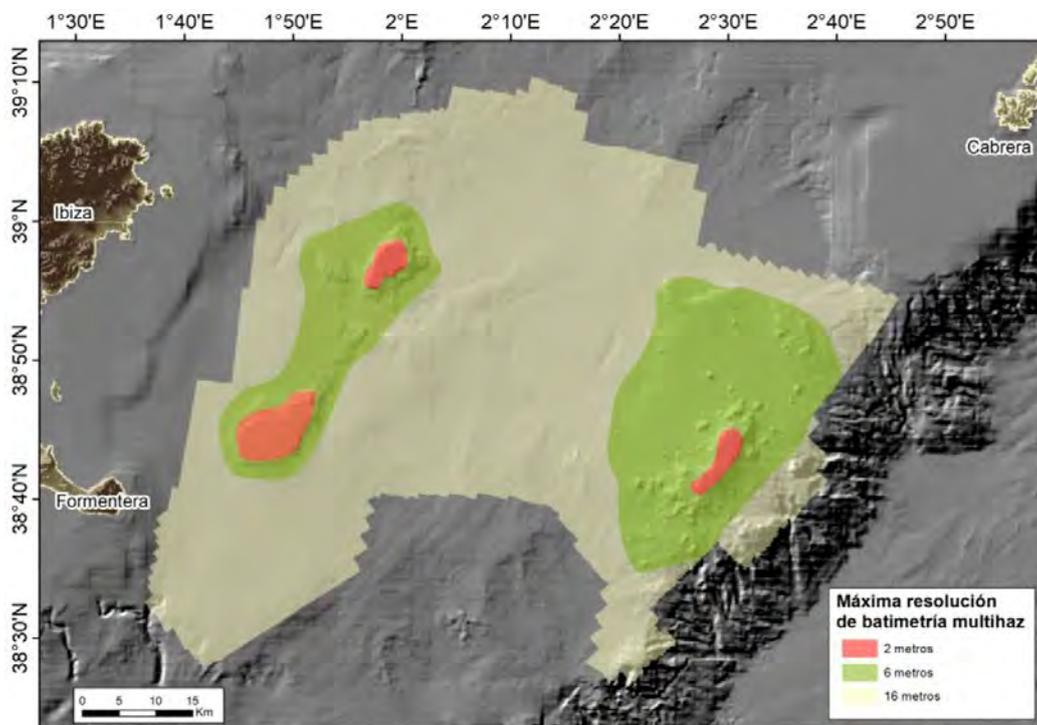


Figura 3.30. Distribución espacial de las capas bases de batimetría en función de su resolución espacial.

3.2.1.2. Datos de reflectividad

Una vez finalizado el procesado de las superficies batimétricas, se realizó el procesado de los datos de reflectividad del fondo marino. La composición diversa de los fondos produce tipos diferentes de retorno de los ecos acústicos, que son reflejados por la superficie con distinta intensidad, característica que hace viable poder utilizar la variabilidad espacial de la reflectividad para clasificar los tipos de sustrato. La reflectividad es consecuencia directa de la morfología del fondo, orientación y pendiente de las mismas, así como de la naturaleza del sustrato que conforma la superficie y los primeros centímetros del subfondo. Estos aspectos favorecen la interpretación geológica, dado que permiten identificar, con gran precisión, si los cambios en la reflectividad del fondo pueden ser causados por variaciones de relieve o de las características de los materiales (rocas y sedimentos).

Para el procesado de los datos de reflectividad fue necesario realizar distintos procesos de edición mediante el módulo de Mosaicos de SIPS (Fig. 3.28). Esta herramienta permite importar los datos brutos de intensidad de la respuesta acústica procedentes de los mismos archivos que contienen la profundidad ya procesada, y aplicar una serie de correcciones radiométricas (relacionadas con la absorción y dispersión del sonido en la columna de agua), como la temperatura y la salinidad, así como geométricas (relacionadas con la dirección y el ángulo de incidencia del haz), como las correcciones por la respuesta angular (AVG, *Angle Variable Gain*) y temporal (TVG, *Time Variable Gain*) del fondo.

El mosaico de reflectividad se realizó mediante el algoritmo *Backscatter* de SIPS, que aplica automáticamente las correcciones, excepto la temperatura y la salinidad que deben introducirse por el usuario, y que incluye editores de imagen que permiten interpolar las muestras de intensidad del fondo.

Los datos de reflectividad acústica del fondo fueron exportados al formato GeoTiff, constituyendo un modelo de datos ráster georreferenciado que contiene la longitud, latitud y valor de reflectividad final. Los archivos exportados se utilizaron para generar los mapas de reflectividad con ArcMap donde se han obtenido superficies de resolución análoga a las superficies batimétricas.

3.2.1.3. Datos de ecosonda paramétrica. Perfiles acústicos

Los perfiles acústicos del subfondo marino nos permiten analizar las características acústicas y estratigráficas de las distintas zonas estudiadas. Para ello, se utiliza el programa *IHS Kingdom v. 8.7*, que consta de varias pantallas de visualización. La pantalla central muestra la posición en planta de los perfiles geofísicos. En este mismo mapa base, podemos poner de fondo otras cartografías que permitan ayudar en el análisis de los perfiles acústicos, y así poder contextualizar correctamente cada perfil. Cada línea de perfil que se seleccione abre una pantalla nueva con el contenido de dicho perfil, que nos muestra un corte vertical de las principales estructuras y materiales del subsuelo marino en cada zona en función de las diferentes características de ésta.

En la zona de estudio del margen continental balear, el análisis de los perfiles acústicos ha permitido: a) determinar la naturaleza geológica de los distintos tipos morfológicos, como por ejemplo los montes submarinos o pockmarks, así como delimitar su área a nivel local; b) detectar la presencia de distintos sistemas deposicionales; y c) establecer el espesor y alcance de los deslizamientos existentes. El análisis de los perfiles también ha contribuido a la identificación de los distintos tipos de sustrato, con aplicaciones tales como identificar áreas rocosas a muestrear, o determinar casos en los que la alta reflectividad del fondo es debida a la presencia de sustrato rocoso subsuperficial.

3.2.1.4. Sedimentos

El estudio de las muestras de sedimentos se basó, principalmente, en el análisis de sus características texturales, contenido en materia orgánica y carbonato. Para el estudio de los testigos de sedimento se utilizaron técnicas no destructivas de análisis y, posteriormente, se analizaron las muestras de sedimento seleccionadas por su interés en la caracterización de los pockmarks.

El análisis granulométrico para determinar las características texturales de los sedimentos se realizó sobre 10-15 g de sedimento pretratado con peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 10%, para oxidar la materia orgánica, y posteriormente con hexametáfosfato de sodio $Na_6[(PO_3)_6]$ como agente dispersante. Las muestras se tamizaron en húmedo con el fin de separar la fracción gruesa (grava) usando un tamiz con 2 mm de luz de malla. Las partículas menores a 2 mm (arena, limo y arcilla) se

determinaron utilizando un analizador de partículas por difracción láser (Mastersizer 3000, Malvern®). Los resultados se agruparon siguiendo la escala granulométrica de Udden-Wentworth (Wentworth, 1922) (Fig. 3.31) y la clasificación textural de los sedimentos se basó en los diagramas ternarios propuestos por Folk (1954), Connor *et al.* (2006) y Long (2006) (Fig. 3.31.B). Los parámetros granulométricos utilizados fueron los propuestos por Folk y Ward (1957) (Fig. 3.32), que se calcularon utilizando el programa GRADISTAT 9.1 (Blott y Pye, 2001) y fueron los siguientes: la moda (M_o) o tamaño dominante; la mediana (M_d o D_{50}) o tendencia central de la distribución de tamaños; la media (M_z) o tamaño medio de las partículas de la distribución; el grado de selección (σ_i , *sorting*) o variación en la distribución de tamaños de las partículas; la asimetría (SK_i , *skewness*) de la distribución granulométrica respecto de la media, que informa sobre el mayor o menor contenido de la fracción fina y/o gruesa en la muestra; y la angulosidad (K_G , *kurtosis*) o índice de apuntamiento de la distribución, que informa sobre el grado de dispersión o concentración de la muestra.

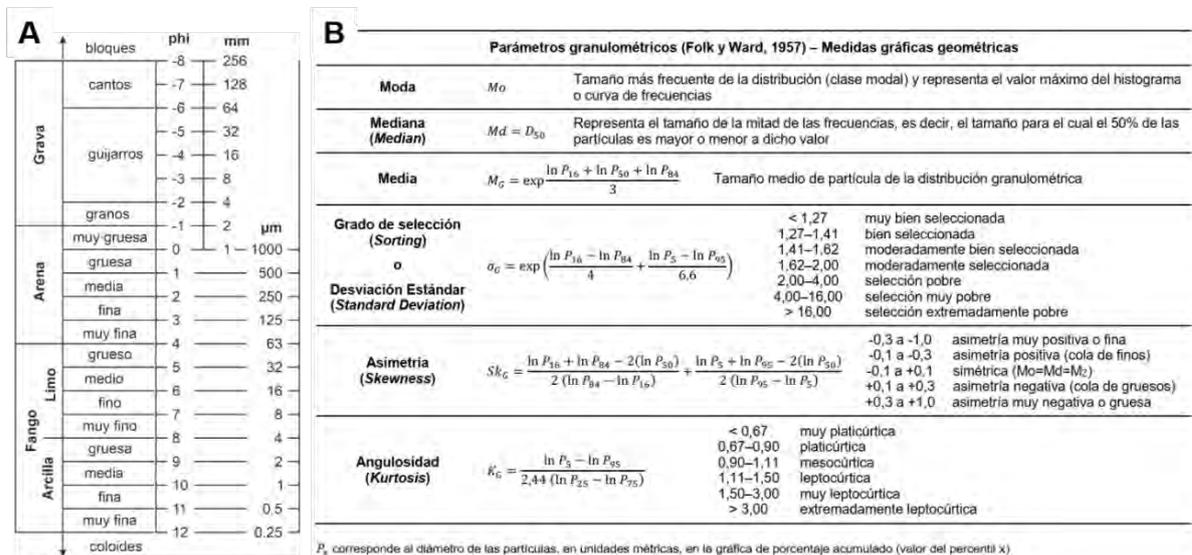


Figura 3.31. A) Escala granulométrica de Udden-Wentworth (Wentworth, 1922) donde el diámetro (d) de los tamaños de partícula se expresa en mm, micras (μm) y unidades phi ($\phi = \log_2 d_{\text{mm}}$). B) Parámetros granulométricos propuestos por Folk y Ward (1957), utilizados para la caracterización textural y estadística de los sedimentos.

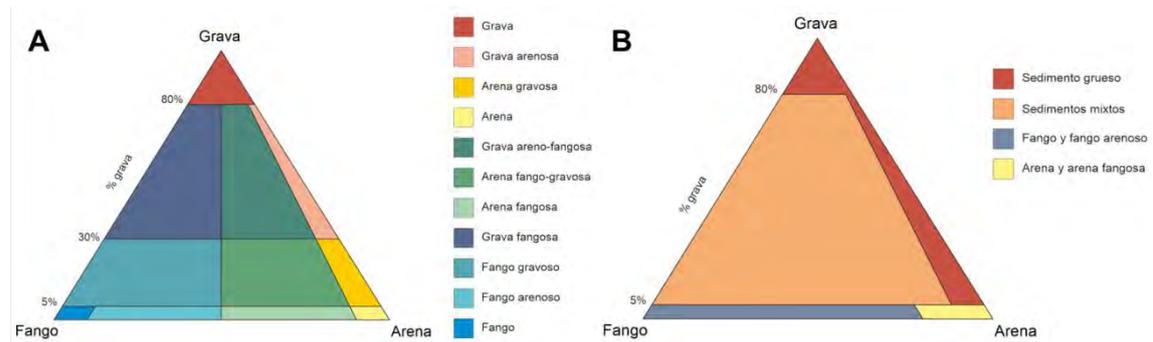


Figura 3.32. Diagramas texturales ternarios propuestos por (A) Folk (1954) para sedimentos compuestos por una mezcla de grava, arena y fango; y (B) Long (2006) y Connor *et al.* (2006) para hábitats, utilizados en EMODnet.

El contenido en materia orgánica (MO) y en carbonato de los sedimentos se obtuvo por el método de pérdida de peso por ignición (LOI, *Loss on ignition*; Heiri *et al.*, 2001), mediante el calentamiento secuencial de la muestra en un horno de mufla. Partiendo de 20-30 g de muestra seca (60°C durante 72 h o hasta alcanzar peso constante) se calcula el porcentaje de MO como la pérdida de peso experimentada tras una primera calcinación a 550°C durante 4 h, mientras que el porcentaje en carbonato se estima como la pérdida de peso después de una segunda calcinación a 950°C durante 2 h, aplicando un factor de corrección de 1,36 (Bengtsson y Enell, 1986).

Los testigos de gravedad recogidos durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-0820, se analizaron en el CORELAB (Universitat de Barcelona). Para ello, se dividieron longitudinalmente en dos mitades, conservando una de ellas como mitad de "archivo" y la otra para "trabajo". Sobre la mitad de trabajo de cada una de las secciones de los testigos, se realizó la adquisición de imágenes digitales en continuo mediante una cámara de barrido lineal e inmediatamente después se realizó un análisis geoquímico semicuantitativo no destructivo mediante un escáner de fluorescencia de rayos-X (Avaatech XRF *Core Scanner*) (Fig. 3.33) a una resolución de 1 cm y usando dos intensidades: 10 kV para determinar Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn y Fe; y 30 kV para determinar Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Zr y Mo.

Una vez realizados los análisis no destructivos, se seleccionaron siete testigos en los que se describieron las facies sedimentarias y se muestrearon con una resolución de 1 cm, en las instalaciones del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra de Granada (IACT-

CSIC). Las muestras se secaron en estufa a 60°C y se almacenaron en bolsas debidamente etiquetadas para, posteriormente, analizar diferentes propiedades del sedimento (granulometría, mineralogía, bioestratigrafía y geoquímica orgánica).



Figura 3.33: A) Equipo de análisis geoquímico no destructivo Avaatech XRF Core Scanner del laboratorio CORELAB de la Universitat de Barcelona. B) Secciones de trabajo de uno de los testigos de sedimento de la campaña de investigación oceanográfica A22B-0820, para realizar la descripción sedimentológica y el muestreo discreto en el Laboratorio de Arcillas del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT-CSIC).

3.2.1.5. Visualización de imágenes submarinas

A bordo también se realizó una visualización preliminar del tipo de sustrato, la presencia de estructuras sedimentarias superficiales y afloramientos rocosos, entre otros, así como una identificación cualitativa de organismos bentónicos y bioturbaciones. Posteriormente a las campañas oceanográficas, se proyectó la trayectoria de cada uno de los transectos realizados por los vehículos submarinos (trineo fotogramétrico TASIFE y ROV Liropus 2000) en una base de datos SIG.

Para el análisis de los distintos tipos de sustrato, se han utilizado preferentemente los datos obtenidos con el ROV. Este equipo permite maniobrar 360° y tener un mayor campo de visión, frente al TASIFE, con el que los transectos se hacen en línea recta.

El principal programa utilizado para el visionado ha sido la aplicación de vídeo OFOP (*Ocean Floor Observation Protocol*), que permite enlazar con la herramienta de edición de fotos, donde se pueden guardar fotogramas del vídeo sin pérdida de calidad. Para una identificación e interpretación correctas de la imagen, la visualización y procesado de los videos submarinos, tanto lo de TASIFE como los de ROV, requieren del criterio

experto. Para evitar la subjetividad durante el análisis posterior a la campaña, cada transecto ha sido analizado en paralelo desde el punto de vista geológico y biológico, por especialistas independientes. Esta información ha contribuido de forma significativa al posterior análisis de tipos de sustrato con base en los datos de reflectividad mediante herramientas semi-automáticas.

3.2.1.6. Generación de capas derivadas de la batimetría

Para las capas de las variables derivadas de la batimetría se ha optado por utilizar como base de trabajo la capa de máxima resolución de la zona de estudio, obtenida a 16 m de resolución. La mayor parte de las herramientas utilizadas para generar estas capas derivadas en formato ráster se encuentran en los paquetes 3D Analyst y Spatial Analyst de ArcGIS. También se utilizó el paquete externo para ArcGIS Benthic Terrain Modeler (BTM) para el cálculo de los valores de BPI (*Benthic Position Index*) y rugosidad. La integración de la información proporcionada por estos mapas permite realizar una caracterización morfosedimentaria detallada de la zona de estudio. Para más detalles, ver el Anexo V. Productos cartográficos. En concreto, se han generado las siguientes capas derivadas:

- Isóbatas o curvas de nivel: Se calculan sobre batimetrías continuas (sin huecos) para evitar artefactos indeseados. La herramienta dibuja una línea a lo largo de aquellos puntos con la misma profundidad, a intervalos de profundidad especificados por el usuario. En nuestro caso, se han generado isóbatas cada 2, 10, 25, 50 y 100 m, en función de la necesidad de llevar a cabo distintos análisis y la escala de los mapas.
- Mapa de sombras o Hillshade: Permite realzar el relieve del fondo del mar a través del sombreado de la superficie batimétrica, generando un efecto tridimensional producido por la diferente orientación del punto de iluminación, en función de lo que se pretenda resaltar.
- Pendiente: Este ráster permite realizar un análisis de la pendiente de la batimetría tanto en grados como en porcentaje. La pendiente resalta aquellos accidentes topográficos más abruptos (p.ej. escarpes, afloramientos y fallas),

- donde existe una alta probabilidad de localizar sedimento consolidado y/o roca, que facilita la búsqueda de organismos asociados a sustratos duros.
- Rugosidad: Esta capa calcula la rugosidad del fondo marino de acuerdo con los estudios de Jenness (2003) y Lampietro y Kvitek (2002). Se genera una superficie hipotética conectando el punto central de cada píxel en 8 celdas anexas. Esta superficie se proyecta sobre el píxel central y se calcula el ratio entre el área de la superficie y el área planar del píxel. De este modo, zonas planas tendrán un ratio muy próximo a 1, y zonas batimétricamente complejas tendrán ratios mayores.
 - Orientación del fondo: Este ráster identifica la dirección hacia la que está inclinada la superficie del fondo marino. Los valores de salida se asignan desde el norte (0°) en el sentido de las agujas del reloj hasta volver nuevamente al norte (360°). Las áreas planas que no tienen dirección de pendiente reciben un valor de -1.
 - Índices de Curvatura total, de perfil y planar: La curvatura se obtiene calculando la segunda derivada de la batimetría, y permite visualizar la forma o la curvatura de la pendiente (cóncava o convexa). Esta capa proporciona información de la dirección preferente para los procesos de transferencia de sedimento transversales a la pendiente. La curvatura del perfil es paralela a la dirección de la máxima pendiente y afecta la aceleración y desaceleración de flujos gravitacionales y, por lo tanto, que influyen en los procesos de erosión-sedimentación. Por último, la curvatura planar, que es perpendicular a la dirección de la máxima pendiente, y aporta información sobre la convergencia y divergencia de los flujos de sedimento.
 - Índice de Posición Batimétrica (BPI de sus siglas en inglés) a escalas fina y gruesa: Estas capas son el equivalente submarino al Índice de Posición Topográfica (TPI de sus siglas en inglés), ampliamente utilizado en tierra. Se calculan mediante un proceso de criterio experto, en el que se eligen diferentes radios internos y externos para introducir en el algoritmo, buscando aquellos que mejor representen las geoformas a pequeña y a gran escala presentes en el área de estudio.

3.2.1.7. Métodos de cartografía automática y no automática

a) Provincias fisiográficas

La cartografía de las provincias fisiográficas establecidas en el Canal de Mallorca ha utilizado, como información de base, los datos batimétricos obtenidos en el marco del proyecto INTEMARES y sus capas derivadas. En conjunto, se utilizaron criterios morfológicos tales como la pendiente y su orientación, criterios batimétricos (profundidad) y, de forma puntual, perfiles acústicos de ecosonda paramétrica.

La provincia fisiográfica denominada plataforma aislada comprende las cimas de los montes submarinos de menor profundidad que han estado sujetas a la acción de los cambios del nivel del mar y que se encuentran aisladas de los aportes fluviales continentales directos procedentes de las Islas Baleares. La delimitación de estas plataformas aisladas fue compleja, ya que su profundidad en general es mayor que la de la plataforma continental del margen insular. Sin embargo, el análisis de perfiles acústicos obtenidos mediante ecosonda paramétrica ha permitido observar la presencia de cuñas progradantes asociadas a depósitos transgresivos, que demuestran por lo tanto que han estado afectadas por las subidas y bajadas del nivel del mar.

Se ha considerado como talud continental a toda aquella parte situada a profundidades mayores que la que tiene el borde de plataforma a nivel regional y todas aquellas zonas caracterizadas por la presencia de montes submarinos y deslizamientos (elementos morfológicos de transferencia de sedimento hacia zonas profundas).

El talud continental se ha subdividido en tres sectores: (1) el talud continental superior, que corresponde al extremo sureste del talud insular de Cabrera presente en la zona de estudio; 2) el límite proximal del talud medio, que corresponde al borde distal de las cimas de los montes submarinos, excepto en el caso de SO, ya que el monte se ubica a profundidades mayores a las establecidas en las plataformas; y 3) el talud continental inferior, que es la porción del talud situada al oeste del Escarpe Emile Baudot, donde el sedimento es trasladado por los cañones y barrancos submarinos existentes y depositados en la llanura abisal.

b) Tipos morfológicos

Para la elaboración de la cartografía morfosedimentaria de la zona de estudio, se han caracterizado y clasificado los diferentes tipos morfológicos del fondo a partir de métodos semiautomáticos de clasificación, basados en el modelo digital del terreno (MDT), información de la reflectividad del fondo y supervisión bajo el criterio experto. Además, donde ha sido posible, la interpretación se ha contrastado con los perfiles acústicos del subsuelo.

Para realizar la cartografía de modo automático, se ha utilizado un sistema de información geográfica, que codifica y gestiona datos espaciales de diferente índole: bases de datos, aplicaciones estadísticas, capas generadas a partir del MDT y capa de reflectividad del fondo, entre otros. El objetivo es tratar la información geográfica de forma homogeneizada y objetiva, lo que contribuye a aumentar la calidad de la cartografía obtenida.

En primer lugar, se ha utilizado la aplicación *Benthic Terrain Modeler (BTM)*, con el objetivo de clasificar la superficie del fondo en diferentes tipos morfológicos (Fig. 3.34). Esta aplicación se basa en que, a partir de una cuadrícula de entrada de batimetría (dependiente de la resolución elegida), podemos crear cuadrículas de pendientes adicionales (p.ej. BPI, rugosidad del fondo). A su vez, hay que construir un diccionario integrando los valores máximos y mínimos de cada variable para realizar la clasificación del terreno de la zona de estudio. Para poder hacer uso del BTM, se han generado dos capas de BPI, a pequeña y gran escala (Fine-BP y Broad-BPI, respectivamente), en las que se han introducido los valores asignados tanto a los radios externos como internos basados en el proceso de criterio experto, que es el que mejor representa los tipos morfológicos presentes en el área de estudio a las diferentes escalas. Para la aplicación del BTM en el área de estudio, se han utilizado los siguientes valores para los radios de los anillos de BPI: 25-50 para el Broad-BPI (o grosero) y 5-10 para el Fine-BPI (o de detalle).

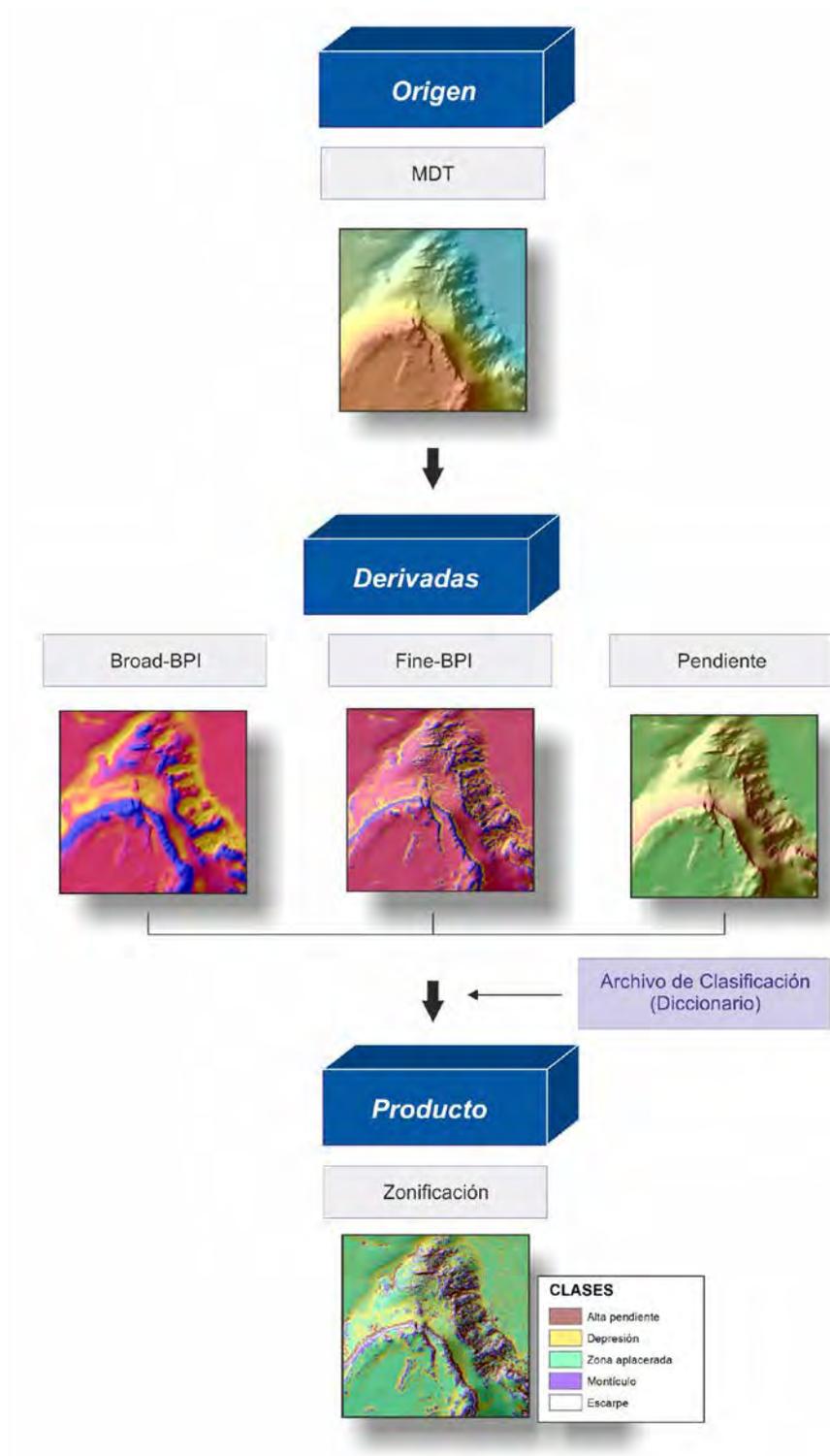


Figura. 3.34. Esquema del flujo de trabajo realizado para la clasificación de la superficie del fondo del área de estudio, a partir de la herramienta automática BTM (*Benthic Terrain Modeler*).

Otro método automático de cartografiado del fondo utilizado ha sido la aplicación *Hydrology* (Fig. 3.35). Con ella se ha determinado el trazado de la red hídrica (en este caso, el cauce de los barrancos submarinos existentes en los montes submarinos y en el escarpe de Emile Baudot). Para crear la red de drenaje se tienen en cuenta una serie de parámetros y umbrales, como el tamaño de celda para delimitar la cuenca, la acumulación de flujo, los puntos de drenaje, etc., que se designan siguiendo el criterio experto, de forma que la red de drenaje quede delimitada considerando que las morfologías presentes quedan bien representadas.

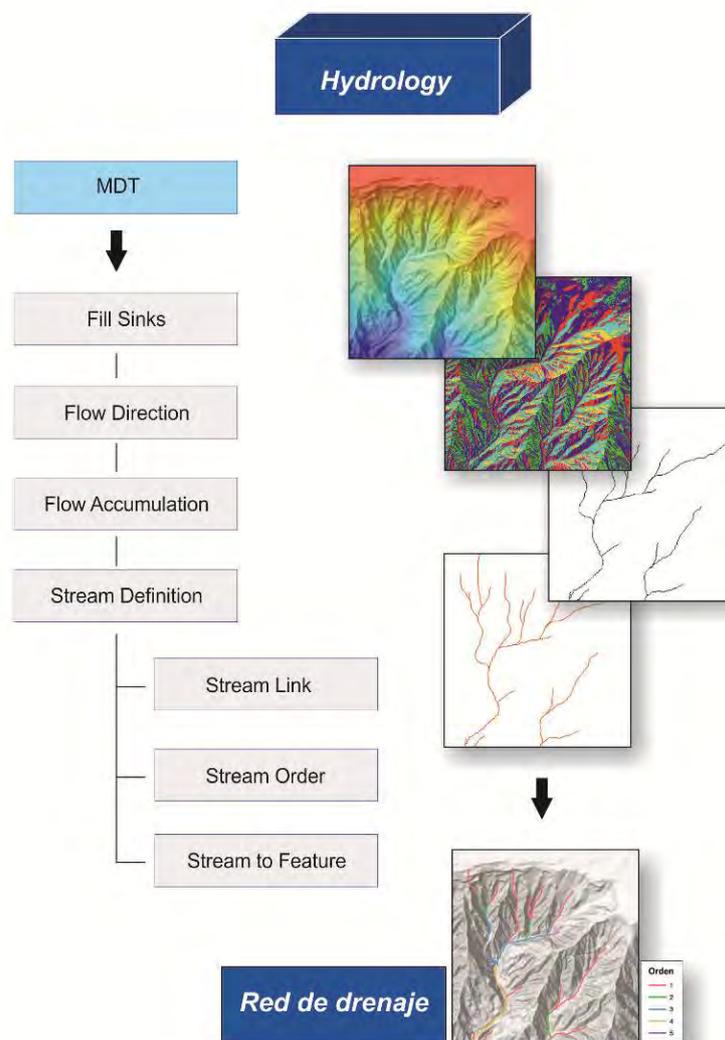


Figura. 3.35. Esquema del flujo de trabajo realizado para la obtención de la red de drenaje (ejes de los cañones submarinos) del área de estudio y la clasificación de los tributarios (orden) a partir de la herramienta automática *Hydrology*.

Por último, se ha aplicado un tercer método semiautomático para la detección, cartografía y caracterización de los pockmarks, que se ha denominado *Automatic Pockmark Mapping* (APM). Este cartografiado se basa en el análisis de datos batimétricos mediante análisis geospaciales con las herramientas del programa ArcGIS (Fernández-Salas *et al.*, en preparación). Consta, principalmente, de tres etapas: 1) preparación de los datos; 2) cartografía (delineación) de los pockmarks; y 3) extracción de los principales parámetros que lo caracterizan. Para su definición, es necesario generar una capa BPI a la que, en el caso de este estudio, se han aplicado unos valores de 5 y 15 para los radios de los anillos utilizados.

Una vez aplicados todos estos métodos semiautomáticos, se ha completado la interpretación de manera manual, cartografiando aquellos elementos morfológicos que no quedaban bien definidos usando sólo los métodos automáticos. Para ello, ha sido necesario utilizar tanto los datos de batimetría y las capas derivadas, como la reflectividad y los perfiles acústicos del subfondo marino. Basándonos en los resultados obtenidos para la cartografía de elementos morfológicos, tanto de manera automática como manual, se ha realizado un catálogo de tipos morfológicos lineales y poligonales identificados en la zona de estudio.

c) Tipos de sustrato

La principal herramienta empleada para distinguir los tipos de sustrato ha sido el paquete *Image Classification* de ArcGIS (Fig. 3.36). Para aplicarla, en primer lugar, es necesario tener un mapa de reflectividad homogéneo, que suavice las variaciones de reflectividad debidas a la adquisición de datos multihaz en distintas campañas oceanográficas y con distintas condiciones de mar.

Una vez que los distintos ráster con los datos de reflectividad del fondo presentan una visualización homogénea, es necesario exportar el conjunto para integrar las distintas capas en una sola capa continua que represente toda la zona de estudio.

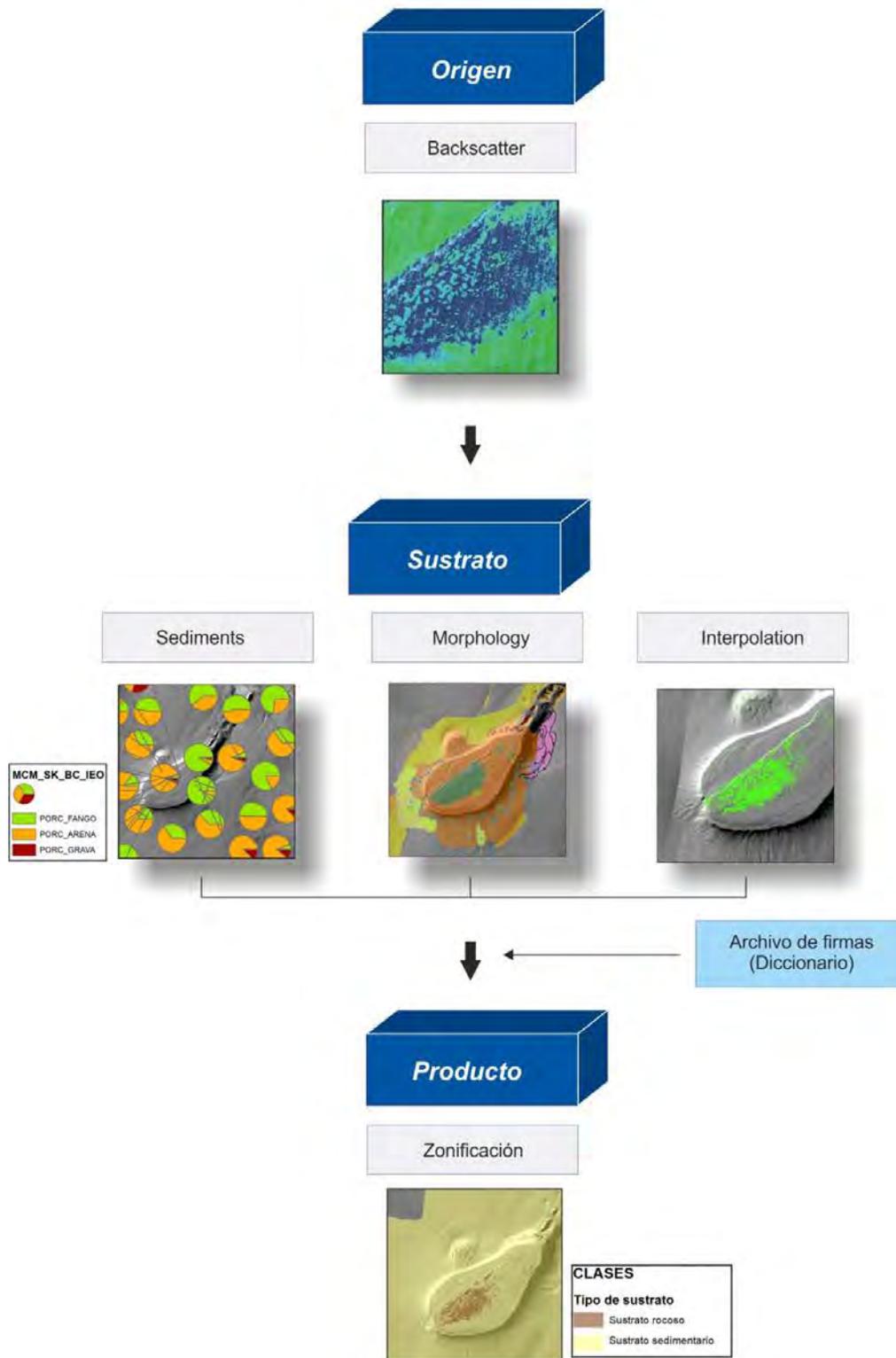


Figura. 3.36. Esquema del flujo de trabajo realizado para la clasificación de tipos de sustrato en la zona de estudio a partir de la herramienta *Image Classification* de ArcGIS.

Cuando se dispone de una capa homogénea, se aplica dicha herramienta, la cual permite una clasificación semiautomática (parcialmente apoyada en el criterio experto del usuario) de la reflectividad según el parámetro que se escoja, tal como la mediana o D₅₀ del tamaño de partícula de las muestras de sedimento disponibles. La clasificación semi-automática de tipos de sustrato se ha realizado usando los resultados texturales de las muestras tomadas con dragas Shipek y box Corer (142 muestras). Debido a que la distribución de los muestreos de sedimento no es homogénea, estando muy concentrados en las cimas y laderas de los montes submarinos (Fig. 3.9), la fiabilidad de la definición de los tipos de sustratos está muy condicionada siendo mayor en aquellas zonas con mayor concentración de muestras, y la fiabilidad será menor en aquellas zonas con menor concentración de muestreo. Así mismo, la representatividad de cada muestra que se incorpora varía en función de la homogeneidad de su entorno, siendo mucho mayor en fondos relativamente homogéneos que en entornos abruptos. Dada esta circunstancia, se ha incorporado la información de los sedimentos y los sustratos duros observables mediante el registro de video de los vehículos remotos (trineo fotogramétrico TASIFE y ROV Liropus 2000) para ampliar el abanico de información de los tipos de sustratos disponibles en el área de estudio (Fig. 3.25).

Finalmente, se generó un archivo de firmas asociando la reflectividad registrada en el punto de muestreo con el parámetro seleccionado de la muestra de sedimento superficial o, en su caso, observado mediante imágenes submarinas, utilizando el algoritmo *Maximum Likelihood Classification*. En primer lugar, se aplica un filtrado para separar los sustratos no consolidados de los fondos formados por material rocoso y/o sedimento consolidado total o parcialmente. A partir de este nuevo mapa se crean dos capas de polígonos que permiten separar ambos tipos de sustrato. A continuación, se vuelve a aplicar sobre estas capas el mismo proceso de clasificación para separar los sustratos no consolidados en grava, arena y arena fangosa, fango y fango arenoso y sedimento mixto, según la clasificación propuesta por Long (2006), por una parte, de los sustratos consolidados constituidos por sustratos duros y rocas.

3.2.2. Oceanografía

Las salidas del modelo WMOP se procesaron con el software MATLAB R2016a. Estos datos se interpolaron a la resolución de cuadrículas de 100x100 m, utilizada para el modelado, con la aproximación *Nearest Neighbour*. De esta forma se obtuvieron las siguientes matrices: (i) velocidad media (m/s) y variabilidad (desviación estándar; SD, de sus siglas en inglés) de la corriente superficial; (ii) velocidad máxima (m/s) de la corriente superficial; (iii) dirección (°) de la corriente superficial; (iv) velocidad media (m/s) y variabilidad (SD) de la corriente en el fondo; (v) velocidad máxima (m/s) de la corriente en el fondo; (vi) dirección (°) de la corriente en el fondo; (vii) temperatura media (°C) y variabilidad (SD) de la temperatura del agua en superficie; y (viii) temperatura media (°C) y variabilidad (SD) del agua en el fondo.

3.2.3. Bentos y necto-bentos

A partir de los datos obtenidos con patín epi-bentónico (individuos/500m² y g/500m²) y red de arrastre (individuos/km² y kg/km²), se han elaborado matrices de abundancia y biomasa estandarizadas, por especie o taxón y estación de muestreo. En las muestras recolectadas con draga de arrastre, esto no fue posible y la matriz solo incluyó datos de presencia/ausencia. Además, en las muestras recolectadas con red de arrastre, se estimó la distribución de frecuencias de tallas de los peces (longitud total en cm), crustáceos decápodos (longitud cefalotorácica en mm) y moluscos cefalópodos (longitud del manto en cm).

Previamente al análisis multi-variente, las especies o taxones que aparecieron en <5% de las muestras para cada tipo de muestreador fueron eliminadas, así como las especies o taxones con un marcado carácter pelágico o meso-pelágico. Los datos de biomasa de las matrices resultantes se transformaron aplicando su raíz cuadrada. Para calcular la similitud entre muestras se utilizó el índice de Bray-Curtis. En el caso de matrices de presencia/ausencia, se utilizó el coeficiente de Sørensen, que es el equivalente al índice de Bray-Curtis para este tipo de datos. La identificación de agrupaciones de muestras se realizó con análisis clúster y el método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*), mientras que para su ordenación se utilizó un análisis MDS (*Mutidimensional Scaling*). Para caracterizar la composición de especies de las

agrupaciones de muestras identificadas y estimar las diferencias en su composición, se aplicaron análisis SIMPER (*Similarity Percentage analysis*) y ANOSIM (*Analysis of Similarities*), respectivamente.

Para cada agrupación de especies identificada, se han calculado los siguientes indicadores de comunidad y diversidad: promedio de la abundancia y biomasa total estandarizada, riqueza específica (S) e índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y de equitatividad de Pielou (J'). Todos estos análisis se han realizado con el software PRIMER v6 & PERMANOVA+ (Clarke y Gorley, 2006). También se estimó el índice de diversidad N_{go} , especialmente sensible al impacto de la pesca de arrastre (Farriols *et al.*, 2015, 2017, 2022). Para el cálculo de N_{go} se siguió el procedimiento descrito en Farriols *et al.* (2021). Las comparaciones estadísticas de estos índices se realizaron con el test t-Student, previa aplicación del test de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de los datos. Cuando no se cumplió este supuesto, se aplicó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. Estos análisis se han realizado en R, versión 4.3.1.

3.2.4. Imágenes

Para el análisis de los transectos grabados con el trineo fotogramétrico TASIFE y el ROV Liropus 2000, se ha utilizado el software VLC Media Player 3.0.16 para Windows. Los fragmentos de vídeo que no permitieran una identificación precisa de hábitats o especies, que contuvieran imágenes borrosas o que no mostraran los dos punteros láser, se consideraron no válidos. Los fragmentos grabados mientras se maniobraba el ROV para pararlo sobre el fondo marino, con imágenes demasiado lejos o cerca de éste para poderse visualizar adecuadamente, tampoco se tuvieron en cuenta.

Los transectos de vídeo grabados con ROV se dividieron en escenas en las que se visualizaba un mismo tipo de hábitat, comunidades homogéneas, no cambiantes con las mismas especies, a velocidad constante y a una misma distancia del fondo marino. La mayoría de transectos de video grabados con trineo fotogramétrico TASIFE han sido sobre fondos sedimentarios, con hábitats y comunidades relativamente homogéneas y poca variación de profundidad, por lo que se ha considerado la totalidad del transecto como unidad de muestreo. En ambos casos, el área muestreada se calculó

multiplicando la longitud de la unidad de muestreo por el ancho del campo de visión, estimado a partir de los punteros láser.

En cada unidad de muestreo se definieron categorías de hábitat y tipo de sustrato (arena fina, arena media a grava, cantos rodados y gujarros, rodolitos y roca) y se identificó y contó la biota al nivel taxonómico más bajo posible, con especial atención a las especies o taxones consideradas vulnerables, de especial interés para la conservación y/o especies formadoras de hábitat. En algunos casos, especialmente esponjas, cnidarios y ascidias, se trabajó también con categorías de morfotipos.

3.3. Estudio de los hábitats bentónicos

El estudio de los hábitats bentónicos del área de estudio, se ha basado principalmente en el modelado de la distribución de especies, o grupos de especies (*Assemblages*) identificados (ver Apartado 3.2.3), potencialmente formadoras de hábitats biogénicos. Es decir, capaces de conformar sobre el fondo marino una estructura tridimensional, que cambie las condiciones ambientales y genere un nuevo biotopo. Estas especies son fundamentales para la conservación de los ecosistemas marinos, por su importancia en la estructuración de hábitats, generar un mayor número de nichos ecológicos, servir como sustrato de asentamiento de epifauna y por proporcionar refugio frente a depredadores o fuente de alimento a muchas especies bentónicas (Jones *et al.*, 1994; Bruno y Kennedy, 2000; Buhl-Mortensen *et al.*, 2010). Además, la complejidad que aportan estas especies en los hábitats bentónicos se han relacionado con una mayor riqueza y biodiversidad (Victorero *et al.*, 2018) y una mejora en el funcionamiento de los ecosistemas (Bologna 2006; Buhl-Mortensen *et al.*, 2010; Cerrano *et al.*, 2010).

La destrucción de las especies formadoras de hábitats, como resultado de la explotación pesquera y/o por cambios físico-químicos en las condiciones oceanográficas, puede provocar la reducción e incluso la eliminación de hábitats bentónicos, lo que conlleva la homogeneización del fondo marino (Thrush *et al.*, 2006) y, en última instancia, altera el funcionamiento de los ecosistemas (Díaz y Cabido, 2001). Es decir, provocan cambios en los procesos que ocurren en estos ecosistemas (p.ej. ciclo de nutrientes, oxigenación de sedimentos, acoplamiento entre los dominios pelágico y bentónico), que determinan el flujo de energía a través de sus componentes

bióticos y abióticos (Díaz y Cabido, 2001). Unos cambios que se extienden a los bienes y servicios que nos proporcionan los ecosistemas marinos, como la pesca, el secuestro de carbono y la regulación climática, así como a la resiliencia de sus comunidades y especies que las conforman frente al cambio global (Díaz y Cabido, 2001; Bremner, 2008).

La distribución y abundancia de las especies formadoras de hábitat, depende del tipo de sustrato y de otras características ambientales que les proporcionan condiciones físicas, químicas y biológicas adecuadas a su modo de vida. Por ello, identificar el conjunto de descriptores ambientales que caracterizan el área ocupada por estas especies, permite determinar su distribución preferencial y, a partir de aquí, desarrollar un modelado predictivo de hábitats, basado en una combinación de especies o grupos de especies y las características ambientales que sustentan su distribución.

3.3.1 Hábitats vulnerables y protegidos

La Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva Hábitats; DH) identifica distintos tipos de hábitats marinos de interés comunitario, que requieren medidas para asegurar su conservación, incluida la designación de espacios de la Red Natura 2000. En un primer nivel, se tuvieron en cuenta tres de estos hábitats en el área de estudio:

- Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda (1110: *Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time*).
- Arrecifes (1170: *Reefs*).
- Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases (1180: *Submarine structures made by leaking gases*).

No obstante lo anterior, en el caso de ecosistemas profundos como los de nuestra área de estudio, hay que tener en cuenta lo que se señala en la "Propuesta de inclusión de tres nuevos hábitats en el Anexo I de la Directiva Hábitats" del proyecto INDEMARES (https://www.indemares.es/sites/default/files/propuesta_nuevos_habitats_dh.pdf), respecto a que, a la hora de desarrollar la Red Natura 2000 en zonas de alta mar en las

que el conocimiento científico es menor, la escasez de hábitats tipificados y el diferente grado de definición, lleva en ocasiones a interpretaciones confusas y forzadas. De hecho, cualquier hábitat bentónico de alta mar en el Mediterráneo, que no pueda ser incluido en los hábitats 1170, 1180 o 8330 (Cuevas marinas sumergidas o semi-sumergidas), debe incluirse, de manera forzada, en el hábitat 1110, aunque no cumpla con su definición. Si se trata de un hábitat de interés para la conservación, ésta es la única manera de encajarlo en la DH, al no tener correspondencia con ninguno de los hábitats que esta directiva contempla.

Para mayor detalle, también se utilizó como referencia el Inventario Español de Hábitats y Especies Marinas (Templado *et al.*, 2012), las directrices para el inventario y el seguimiento de *Dark Habitats* en el Mediterráneo (Gerovasileiou *et al.*, 2019) y estudios previos realizados en las Islas Baleares (Marín *et al.*, 2011; OCEANA, 2015; Domínguez *et al.*, 2013; Moranta *et al.*, 2014; Requena y Gili, 2014), así como el inventariado de hábitats bentónicos identificadas durante el proyecto INDEMARES (<https://www.indemares.es/es>). Para cada uno de los 11 hábitats biogénicos identificados, caracterizados y modelados en el presente informe, se han establecido correspondencias con los hábitats del Anexo I de la DH y las clasificaciones EUNIS 2022 (nivel 3-5) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal (niveles EUNIS 4-5; Tabla 3.5).

Tabla 3.5. Especies o taxones y comunidades indicadoras de hábitats biogénicos, consideradas para el modelado predictivo de hábitats bentónicos en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). Se señalan también las equivalencias entre los hábitats bentónicos identificados para el modelado y las clasificaciones EUNIS, la Lista Patrón de Hábitats Marinos de España y las principales normativas o convenios.

Hábitat INTEMARES	Normativa/Convenio	DH	EUNIS			Lista Patrón Hábitats Marinos España (Templado et al., 2012)		
			Level	Code	Name	Nivel EUNIS	Código	Nombre
Maërl/Rodolitos	Reglamento (CE) 1967/2006 del Consejo	1110	4	MC352	Assemblages of Mediterranean coastal detritic bottoms biocenosis with rhodolithes	4	3040506	Fondos de maërl/rodolitos
	IUCN Red list (Data Deficient)					5	304051601	Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos
	Anexo V Directiva Hábitats					4	3040516	Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos
						5	304051604	Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas
Fondos batiales de reborde de plataforma con <i>Gryphus vitreus</i>	Convenio de Barcelona SPA/RAC–UNEP/MAP (2019)	-	4	ME551	Biocenosis of Mediterranean upper bathyal detritic sands with <i>Gryphus vitreus</i>	4	04020404	Fondos batiales de reborde de plataforma con <i>Gryphus vitreus</i>
						4	04020301	Arenas batiales detríticas con <i>Gryphus vitreus</i>
Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Eunicella</i> spp.	IUCN Red list (Near Threatened)	1170	5	MC1519	Facies with <i>Eunicella cavolini</i>	5	0302022307	Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con <i>Eunicella cavolini</i>
	Convenio de Barcelona SPA/RAC UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017					5	0302022604	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Eunicella verrucosa</i>
						5	0302022502	Coralígeno con <i>Eunicella verrucosa</i>
Roca batial con octocoralarios (<i>Bebryce mollis</i> y <i>Callogorgia verticillata</i>)	IUCN Red list (Near Threatened)	1170	3	MD15	Mediterranean upper bathyal rock	4	04010201	Roca batial colmatada de sedimentos con <i>Bebryce mollis</i>
	Convenio de Barcelona del Protocolo SPA/BD (Anexo II)					4	04010104	Roca limpia batial con <i>Callogorgia verticillata</i>
						5	0302022901	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con antozoos (escleractinarios, gorgonias, antipatarios)

Hábitat INTEMARES	Normativa/Convenio	DH	EUNIS			Lista Patrón Hábitats Marinos España (Templado et al., 2012)		
			Level	Code	Name	Nivel EUNIS	Código	Nombre
Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias	IUCN Red list (Near Threatened)	1170	3	MD25	Mediterranean offshore circalittoral biogenic habitat	5	0302022901	Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias
	Convenio de Barcelona SPA/RAC–UNEP/MAP (2019)					5	0302022901	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con antozoos (escleractinarios, gorgonias, antipatarios)
Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Viminella flagellum</i>	IUCN Red list (Near Threatened)	1170	4	MC1519	Coralligenous biocenosis	5	0302022601	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con coralígeno
Fangos batiales con <i>Isidella elongata</i>	IUCN Red list (Critically Endangered)	1170	5	ME6515	Mediterranean upper bathyal facies of compact muds with <i>Isidella elongata</i>	4	04020206	Fangos batiales compactos con <i>Isidella elongata</i>
	STECF					5	0402030702	Fondos sedimentarios batiales no fangosos con <i>Isidella elongata</i>
	GFCM							
	CITES							
Convenio de Barcelona del Protocolo SPA/BD (Anexo II)								
Fondos detríticos batiales con esponjas	-	-	4	ME451	Assemblages of Mediterranean upper bathyal muds biocenosis characterised by mixed sediment	5	0402031109	Fondos detríticos batiales con esponjas
Fangos batiales con <i>Thenea muricata</i>	Convenio Barcelona SPA/RAC UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017	-	5	ME6511	Mediterranean upper bathyal facies of sandy muds with <i>Thenea muricata</i>	5	0402020401	Fangos batiales con <i>Thenea muricata</i>
	IUCN (Vulnerable)							
Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas	Reglamento (CE) nº 734/2008	1170	5	MD151	Biocenosis of Mediterranean shelf-edge rock	5	0302022902	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas
						5	0302022305	Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con dominancia de esponjas

Hábitat INTEMARES	Normativa/Convenio	DH	EUNIS			Lista Patrón Hábitats Marinos España (Templado et al., 2012)		
			Level	Code	Name	Nivel EUNIS	Código	Nombre
						4	04010103	Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas
Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas	-	1110	5	MC151G	Facies with massive sponges and sparse red algae	5	0302022606	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral campos de esponjas
			4	MD451	Biocenosis of Mediterranean open-sea detritic bottoms on shelf-edge	6	030405160104	Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas.
			3	MC45	Mediterranean circalittoral mixed sediment			

3.3.2. Modelado de hábitats

3.3.2.1. Datos y muestras

Para el modelado de los hábitats bentónicos de los montes submarinos y fondos adyacentes del Canal de Mallorca, se han utilizado datos de presencia/ausencia de especies o grupos de especies estructurantes y/o indicadoras, obtenidos durante los muestreos realizados con draga de arrastre, patín epi-bentónico, trineo fotogramétrico y ROV, durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES. Para más información, ver Apartados 3.1.3, 3.2.3 y 3.2.4. También se ha utilizado información del mismo tipo, proporcionada por OCEANA, una organización internacional dedicada a proteger los océanos (<https://europe.oceana.org/es/portada/>), que entre 2006 y 2014 realizó diversas campañas oceanográficas en el área de estudio (Marín *et al.*, 2011; OCEANA, 2014). Más concretamente, datos de presencia/ausencia de 20 especies o grupos de especies de cnidarios y esponjas, recopilados durante 21 transectos de ROV de 1-2 km de longitud cada uno, realizados a una velocidad media de 0.2-0.3 nudos y en un rango de profundidad de 91-879 m. El ROV utilizado fue un *Saab Seaeye Falcon DR*, equipado con una cámara digital de alta calidad y una cámara de vídeo de alta definición, ambas orientadas con una inclinación de 45° hacia adelante, así como un sensor de profundidad ($\pm 0.5\%$ de precisión), brújula de navegación ($\pm 1^\circ$ de fiabilidad), un sistema de posicionamiento acústico submarino TrackLink 1500 (0.25° de precisión) y un altímetro. Para el visionado de imágenes y registro de especies, se seleccionaron solo las secuencias de vídeo en las que el ROV se movió entre 1 y 2 m por encima del fondo marino. Asimismo, vídeos con poca visibilidad, debido a la resuspensión de sedimentos, también fueron eliminados. También se han utilizado datos procedentes de 4 transectos de 47 a 171 minutos de duración, realizados con el ROV Liropus 2000 el 24 de mayo de 2016 a bordo del B/O *Ángeles Alvariño*, en la cima, ladera y fondos adyacentes a EB, entre 99 y 711 m de profundidad, durante la campaña de LIROBAL_0516, realizada por el IEO (Guijarro, 2016).

La unidad muestral ha sido la totalidad de los transectos realizados con patín epi-bentónico y trineo fotogramétrico, cuyos muestreos se han realizado principalmente en fondos sedimentarios, homogéneos y con un rango de profundidad pequeño. Para más

información, ver Apartados 3.1.3, 3.2.3 y 3.2.4. En el caso del ROV, cuyos transectos han sido principalmente en fondos rocosos más heterogéneos, de pendiente pronunciada, un rango de profundidad amplio y con hábitats, comunidades y especies muy cambiantes, la unidad muestral han sido las escenas (ver Apartado 3.2.4). En estos fondos, las condiciones ambientales, como potenciales variables explicativas de la distribución de las especies, también han variado en mayor grado durante los transectos de muestreo.

La draga de arrastre ha sido el muestreador más limitante, por presentar transectos muy irregulares, que pueden dar errores batimétricos y/o de geo-localización. Por ello, se han descartado los transectos realizados con este equipo que mostraron una diferencia batimétrica más de 50 m. Los registros de presencia/ausencia de especies se han localizado en el punto medio de cada una de estos transectos y escenas (unidades muestrales), lo que se estima ha podido generar un error de geolocalización de ± 100 m.

3.3.2.2. Selección de especies

Debido a la complejidad de datos disponibles, procedentes de técnicas de muestreo diferentes y equipos científicos distintos, y a la diferente resolución y calidad en la identificación de especies según el grupo taxonómico al que pertenecen, la selección de especies o taxones formadores de hábitats bentónicos de interés para la conservación, se ha completado aplicando la técnica "*assemble first, predict later*" en el caso de esponjas y cnidarios. El enfoque metodológico de esta técnica implica, como primer paso, identificar asociaciones de especies o comunidades distintas, para asignar a cada unidad muestral una comunidad específica y, como segundo paso, aplicar un modelo para predecir su área de distribución (Moritz *et al.*, 2013, Torriente *et al.*, 2019). Al ser las esponjas y los cnidarios dos grupos biológicos muy distintos en términos de estructura, fisiología y requerimientos ecológicos, aplicando esta técnica para cada grupo por separado, podemos abordar mejor sus particularidades y capturar los factores interespecíficos que influyen en su distribución. Por el contrario, el modelado de especies en lugar de comunidades, que responde al enfoque "*predict first, assemble later*" (D'Amen *et al.*, 2017; Burgos *et al.*, 2020), tiene la ventaja de que proporciona información sobre el nicho ecológico de estas especies, que a menudo tienen

necesidades diferentes, por lo que juntándolas suele dar predicciones demasiado optimistas de modelado. Además, nos aporta información sobre la posible variabilidad en los patrones de distribución de cada una de las especies y los factores ambientales que los afectan. Sin embargo, este modelado no tiene en cuenta posibles efectos interespecíficos, como la competencia. Por todo ello, usar ambas metodologías nos permite desarrollar modelos más precisos y confiables, que integren mejor la información de diferentes grupos en áreas donde sus distribuciones se puedan superponer o cuando la resolución espacial de los datos es limitada y, sobre todo heterogénea, como es nuestro caso de estudio.

La identificación de asociaciones de especies o comunidades de cnidarios y esponjas se realizó siguiendo el procedimiento descrito en el Apartado 3.2.3, a partir de matrices de presencia/ausencia. En el caso de cnidarios, se utilizó la matriz elaborada con datos de todas las muestras recolectadas con patín epi-bentónico y draga de arrastre en las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES y de las unidades muestrales de imágenes obtenidas con ROV y trineo fotogramétrico en las campañas INTEMARES y las realizadas por OCEANA. A un nivel de similitud del 20%, se identificaron 5 grupos en el análisis cluster (Fig. 3.37; Tabla 3.6), de los cuales, por su número de muestras, representatividad y complementariedad con las especies o taxones formadores de hábitats previamente seleccionados, para el modelado se han considerado las dos comunidades siguientes:

- Cnidaria A: Localizado entre 116 y 433 m de profundidad y compuesto por las especies *Bebryce mollis* y *Callogorgia verticillata*. Esta comunidad forma el hábitat denominado "Roca batial con octocoralarios (*Bebryce mollis* y *Callogorgia verticillata*)".
- Cnidaria E: Localizado entre 89 y 693 m de profundidad y compuesto por especies del género *Eunicella* y la especie *Acanthogorgia hirsuta*. Esta comunidad es indicadora del hábitat "Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias".

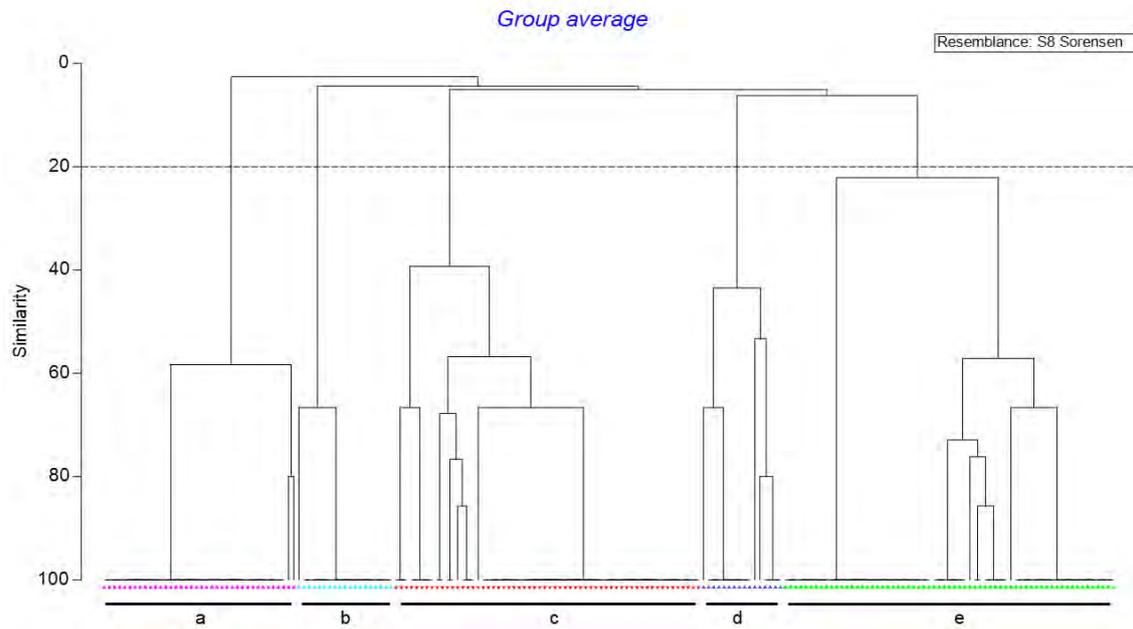


Figura 3.37. Análisis clúster de la matriz de presencia/ausencia de especies/taxones de cnidarios, elaborada con las muestras de patín epi-bentónico y draga de arrastre, y las unidades muestrales de imágenes obtenidas con ROV y trineo fotogramétrico en las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES y LIROBAL_0516 y las campañas realizadas por OCEANA en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). Los grupos identificados a un nivel de similitud del 20% mediante el índice de Sorensen y sus rangos batimétricos son: a) 38 muestras, 116-433 m; b) 19 muestras, 120-293 m; c) 60 muestras, 104-895 m; d) 16 muestras, 99-649 m; y e) 65 muestras, 87-693 m.

Tabla 3.6. Análisis SIMPER de los grupos de muestras identificados, a un nivel de similitud del 20%, en el análisis clúster de la matriz de presencia/ausencia de especies/taxones de cnidarios, elaborada con las muestras de patín epi-bentónico y draga de arrastre, y las unidades muestrales de imágenes obtenidas con ROV y trineo fotogramétrico durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES y LIROBAL_0516 y las campañas realizadas por OCEANA en las montañas submarinas del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). Av.Sim.: similitud promedio; A. abundancia media; Sim: similitud; SD: desviación estándar; %C: porcentaje de contribución a la similitud.

- **Grupo a** (Av.Sim.: 95,70%): 38 muestras entre 116 y 433 m de profundidad.

Especies/taxones	A	Sim	Sim/SD	%C	Σ%C
<i>Bebryce mollis</i>	1	95,65	7,31	99,94	99,94
<i>Callogorgia verticillata</i>	0,05	0,06	0,04	0,06	100

- **Grupo b** (Av.Sim.: 96,49%): 19 muestras entre 120 y 293 m de profundidad.

Especies/taxones	A	Sim	Sim/SD	%C	Σ%C
<i>Viminella flagellum</i>	1	96,49	9,4	100	100

- **Grupo c** (Av.Sim.: 75,70%): 60 muestras entre 104 y 895 m de profundidad.

Especies/taxones	A	Sim	Sim/SD	%C	Σ%C
<i>Callogorgia verticillata</i>	0,95	74,07	2,32	97,85	97,85
<i>Savalia savaglia</i>	0,13	1,02	0,12	1,34	99,19
<i>Acanthogorgia</i> spp.	0,1	0,31	0,09	0,4	99,6
<i>Eunicella</i> spp.	0,1	0,31	0,09	0,4	100

- **Grupo d** (Av.Sim.: 66,64%): 16 muestras entre 99 y 649 m de profundidad.

Especies/taxones	A	Sim	Sim/SD	%C	Σ%C
<i>Dendrophyllia cornigera</i>	0,94	59,75	1,85	89,66	89,66
<i>Madrepora oculata</i>	0,38	5,22	0,37	7,84	97,5
<i>Acanthogorgia</i> spp.	0,25	1,67	0,23	2,5	100

- **Grupo e** (Av.Sim.: 53,23%): 65 muestras entre 87 y 693 m de profundidad.

Especies/taxones	A	Sim	Sim/SD	%C	Σ%C
<i>Eunicella</i> spp.	0,66	32,34	0,8	60,76	60,76
<i>Acanthogorgia</i> spp.	0,55	20,41	0,61	38,34	99,09
<i>Viminella flagellum</i>	0,12	0,44	0,12	0,82	99,92
<i>Bebryce mollis</i>	0,05	0,04	0,04	0,08	100

Para la identificación de las asociaciones de especies o comunidades de esponjas, se han utilizado los resultados de Díaz *et al.* (2024a), donde se han analizado 151 muestras de patín epi-bentónico y 88 muestras de draga de arrastre, recolectadas en los montes submarinos del Canal de Mallorca y áreas adyacentes, entre 89 y 1169 m de profundidad, durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES. Mediante el análisis clúster los autores han identificado hasta 6 grupos diferentes (Fig. 3.38; Tabla 3.7), de los cuales, por su número de muestras, representatividad y complementariedad con las especies o taxones formadores de hábitats previamente seleccionados, para el modelado se han considerado las dos comunidades siguientes:

- Porifera_SF: Localizado entre 195 y 511 m de profundidad y caracterizado principalmente por *Poecillastra compressa*, *Desmacella inornata*, *Thenea muricata*, *Hamacantha (Hamacantha) sp1*, *Dragmatella aberrans* y *Desmacella annexa*. Por su ubicación en las zonas adyacentes de los montes submarinos y el tipo de fondo donde se halla, esta comunidad es indicadora del hábitat "Fondos detríticos batiales con esponjas".
- Porifera_SE: Localizado entre 278 y 740 m de profundidad y caracterizado por *T. muricata*, *D. innornata* y *D. annexa*. Esta comunidad está formada principalmente por *T. muricata*, por lo que su extensión englobaría el hábitat considerado como "Fangos batiales con *Thenea muricata*".

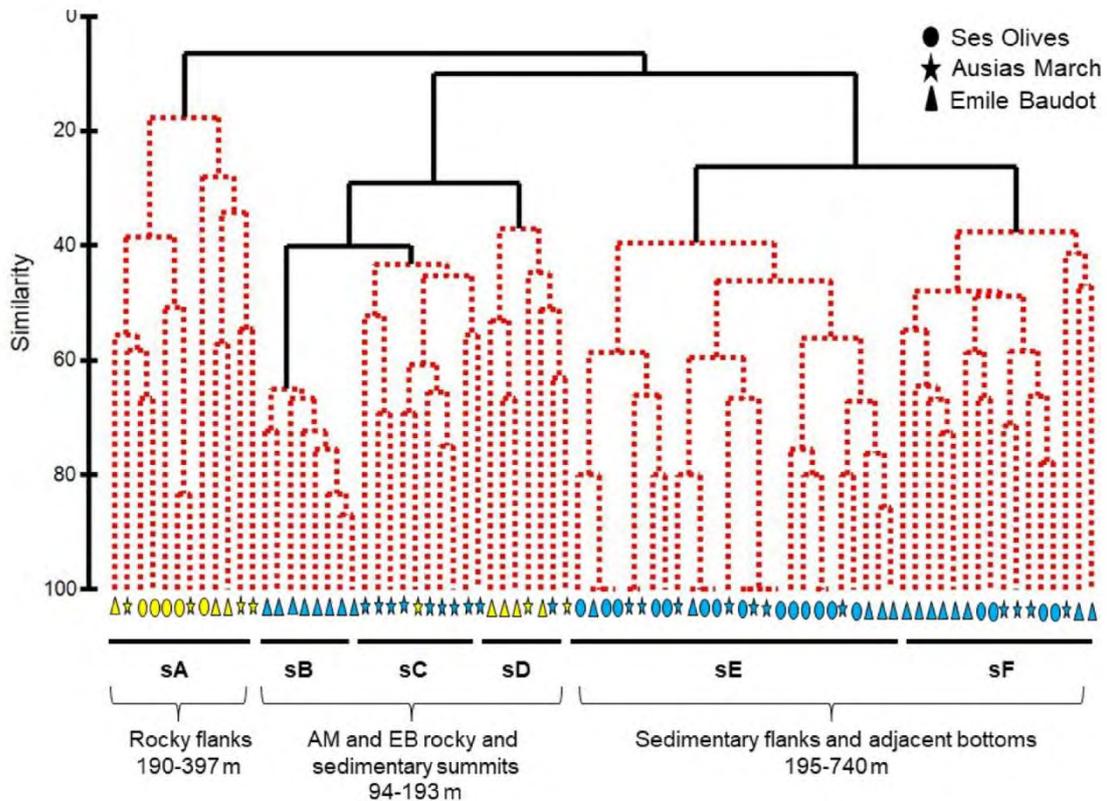


Figura 3.38. Análisis clúster de la matriz de presencia/ausencia de especies/taxones de esponjas, elaborada con las muestras de patín epi-bentónico (símbolos azules) y draga de arrastre (símbolos amarillos) de las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES en los montes submarinos Ses Olives, Ausias March y Emile Baudot del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). Los grupos identificados y sus rangos batimétricos son: sA) 151-458 m; sB) 141-154 m; sC) 97-135 m; sD) 94-193 m; sE) 195-511 m; y sF) 278-740 m. Fuente: Díaz *et al.* (2024a).

Tabla 3.7. Análisis SIMPER de los grupos de muestras identificados en el análisis clúster de la matriz de presencia/ausencia de especies/taxones de esponjas, elaborada con las muestras de patín epi-bentónico y draga de arrastre de las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES en las montañas submarinas del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). S: similitud. Fuente: Díaz *et al.* (2024a).

Grupo	Especies	%S	Σ%S
sA S: 29,9	<i>Jaspis</i> sp2	44,99	44,99
	<i>Heteroxya</i> cf. <i>beauforti</i>	13,94	58,93
	<i>Hamacantha</i> (<i>Hamacantha</i>) sp2	13,27	72,20
	<i>Poecillastra compressa</i>	8,98	81,18
	<i>Tretodictyum reiswigi</i>	7,15	88,33
	<i>Phakellia robusta</i>	6,90	95,23
sB S: 69,8	<i>Poecillastra compressa</i>	6,61	6,61
	<i>Hemiasasterella elongata</i>	6,61	13,23
	<i>Penares helleri</i>	6,61	19,84
	<i>Chelonaplysilla psammophila</i>	6,61	26,45
	<i>Haliclona</i> (<i>Halichoelona</i>) <i>fistulosa</i>	6,61	33,07
	<i>Phakellia robusta</i>	5,00	38,07
	<i>Foraminospongia balearica</i>	5,00	43,07
	<i>Jaspis</i> sp1	4,90	47,97
	<i>Hexadella</i> sp1	4,83	52,80
	<i>Discodermia polymorpha</i>	4,83	57,63
	<i>Dragmatella aberrans</i>	4,71	62,34
	<i>Haliclona</i> sp13	4,71	67,06
	<i>Vulcanella gracilis</i>	3,61	70,67
	<i>Desmacella inornata</i>	3,61	74,27
	Halichondriidae sp2	3,32	77,59
	<i>Tretodictyum reiswigi</i>	3,24	80,83
Dendroceratida sp3	2,37	83,21	
<i>Petrosia raphida</i>	2,37	85,58	
<i>Petrosia</i> (<i>Strongylophora</i>) <i>vansoesti</i>	2,25	87,83	
<i>Haliclona poecillastroides</i>	2,19	90,02	
sC S: 49,6	<i>Poecillastra compressa</i>	18,18	18,18
	<i>Foraminospongia balearica</i>	14,52	32,70
	<i>Calcarea</i> sp6	10,96	43,66
	<i>Hexadella</i> sp1	10,84	54,51
	<i>Petrosia raphida</i>	8,22	62,72
	<i>Pennares euastrum</i>	5,75	68,47
	<i>Jaspis</i> sp1	5,62	74,10
	<i>Haliclona poecillastroides</i>	5,40	79,50
	<i>Discodermia polymorpha</i>	4,36	83,86
	<i>Chelonaplysilla psammophila</i>	3,84	87,70
	<i>Penares helleri</i>	2,20	89,90
<i>Axinella</i> sp2	2,20	92,10	

Grupo	Especies	%S	Σ%S
sD S: 43,7	<i>Spongosorites</i> sp1	21,51	21,51
	<i>Haliclona poecillastroides</i>	16,09	37,60
	<i>Foraminospongia balearica</i>	9,94	47,54
	<i>Polymastia</i> sp3	9,08	56,62
	<i>Hamacantha (Vomerula) falcula</i>	6,11	62,73
	<i>Pachastrella monilifera</i>	5,80	68,53
	<i>Jaspis</i> sp1	5,17	73,70
	<i>Hexadella</i> sp1	5,17	78,87
	<i>Axinella</i> sp7	3,00	81,87
	<i>Hymedesmia (Hymedesmia)</i> sp2	3,00	84,87
	Scopalinidae sp1	3,00	87,88
<i>Timea</i> sp1	2,65	90,53	
sE S: 50,1	<i>Thenea muricata</i>	71,77	71,77
	<i>Desmacella inornata</i>	9,80	81,57
	<i>Desmacella annexa</i>	8,47	90,04
sF S: 47,4	<i>Poecillastra compressa</i>	20,09	20,09
	<i>Desmacella inornata</i>	19,70	39,79
	<i>Thenea muricata</i>	12,58	52,37
	<i>Hamacantha (Hamacantha)</i> sp1	7,70	60,07
	<i>Dragmatella aberrans</i>	7,67	67,74
	<i>Desmacella annexa</i>	7,39	75,13
	<i>Hamacantha (Vomerula) cf megancistra</i>	5,11	80,24
	<i>Tretodictyum reiswigi</i>	3,85	84,09
	<i>Haliclona (Rhizoniera) rhizophora</i>	3,34	87,42
	<i>Hemiasterella elongata</i>	2,00	89,42
	<i>Jaspis</i> sp2	1,94	91,36

Además de estas 4 comunidades de cnidarios y esponjas, se ha modelado los fondos de Maërl/rodolitos, un hábitat formado básicamente por algas calcáreas rodofitas de vida libre, que crecen sobre sustratos sedimentarios. Estos fondos presentan una elevada biodiversidad, comparable a la de fondos de coralígeno (los de mayor diversidad del Hábitat 1170) o la del hábitat prioritario 1120, de fondos de *Posidonia oceanica*. Las principales especies o taxones que conforman este hábitat son *Spongites fruticosus*, *Lithothamnion* spp., *Litophyllum* spp., *Mesophyllum* spp. y *Phymatolithon calcareum*. Esta última especie y *Lithothamnion corallioides* están incluidas en el Anexo V de la DH (especies cuya recogida en la naturaleza y explotación pueden ser objeto de medidas de gestión). Los fondos de rodolitos han sido catalogados como hábitats protegidos por el Reglamento (CE) N° 1967/2006 del Consejo, de 21 de diciembre de 2006, relativo a las

medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo.

También se han modelado las 6 especies o taxones formadoras de hábitats de interés para la conservación que se detallan a continuación (Tabla 3.5):

- *Foraminospongia balearica*: Una esponja descrita por primera vez para la ciencia a partir de muestras recolectadas durante el proyecto INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Díaz *et al.*, 2021), que en esta área es de las especies más abundantes. Se desconoce su presencia en otras áreas del Mediterráneo. Esta especie conforma el hábitat de la LPRE “Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas” y su presencia está estrechamente relacionada con las agrupaciones de esponjas sB, sC y sD, correspondientes con las comunidades de esponjas de las cimas de los montes submarinos del Canal de Mallorca (Figura 3.38; Tabla 3.7; Díaz *et al.*, 2024a).
- *Viminella flagellum*: Las gorgonias látigo pueden formar campos en elevaciones o promontorios de roca circalitoral. Es una especie catalogada como “casi amenazada” por la IUCN que, en nuestra área de estudio, conforma el hábitat “Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Viminella flagellum*”.
- *Eunicella* spp.: Se trata de un género de gorgonias que habitualmente forma agrupaciones densas en fondos rocosos, generando refugio para muchas especies. También están catalogadas como “casi amenazadas” por la IUCN. Estas especies se han encontrado entre 88 y 490 m de profundidad, conformando el hábitat “Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Eunicella* spp”.
- *Tretodictyum reswigi*: Es una esponja masivo-tubular, de la que se conoce poco su distribución, que se ha mostrado muy abundante en fondos rocosos y escarpes de la zona afótica de los montes submarinos del Canal de Mallorca, entre 147 y 511 m de profundidad, donde caracteriza una de sus comunidades de

esponjas (Díaz *et al.*, 2024a). Esta especie conforma el hábitat “Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas”. Su presencia está estrechamente relacionada con la agrupación de esponjas SA, correspondiente con las comunidades de esponjas de las laderas rocosas de los montes submarinos del Canal de Mallorca (Figura 3.38, Tabla 3.7; Díaz *et al.*, 2024a).

- *Gryphus vitreus*: Es un braquiópodo que, en los montes submarinos del Canal de Mallorca, habita en fondos sedimentarios entre 127 y 722 m de profundidad. Las facies de esta especie conforman el hábitat “Fondos batiales de reborde de plataforma con *Gryphus vitreus*”. Según Pérès (1985), en el Mediterráneo estos fondos de grandes braquiópodos se encuentran “especialmente en los estrechos entre islas grandes o entre las islas y el continente” en sedimentos de fango arenoso y restos de tanatocenosis y corales muertos.
- *Isidella elongata*: Denominado popularmente como coral bambú, es un coral que habita fondos batiales sedimentarios del Mediterráneo y que define el hábitat “Fangos batiales con *Isidella elongata*”. Actualmente se encuentra en fondos donde prácticamente no existe pesca de arrastre, por lo que se cree que tiene una baja capacidad de recuperación. Según la IUCN, es el único antozoo considerado como “en peligro crítico” en el Mediterráneo (Otero *et al.*, 2017). Por ello, esta especie está regulada por el Protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo, del Convenio de Barcelona (UNEP/MAP-SPA/RAC, 2018). Además, se reconoce como un ecosistema marino vulnerable (VME, de sus siglas en inglés; Lauria *et al.*, 2017), que la Comisión General de Pesca del Mediterráneo ha recomendado su protección (GFCM, 2019).

En total se han estudiado 12 hábitats bentónicos, ya que el modelado de los 11 hábitats biogénicos detallados antes, se ha completado con el cartografiado de los campos de pockmarks, realizado a partir de la cartografía morfosedimentaria del área de estudio y las observaciones directas. Para más información, ver Apartado 3.2.1.7. Además, se han cartografiado otras 6 especies o grupos de especies que también son potenciales

formadoras de hábitats bentónicos y de interés para la conservación, así como la presencia de arrecifes fósiles de ostréidos:

1. *Dendrophyllia cornigera*, una de las especies de corales de profundidad más destacadas en el Mediterráneo por su contribución a la formación de arrecifes (Otero *et al.*, 2017). Esta especie posee un lento crecimiento lo que la hace vulnerable a impactos antrópicos, especialmente las actividades pesqueras.
2. *Callogorgia verticillata*, una gorgonia de gran porte que se encuentra en el Atlántico y el Mediterráneo, preferentemente en fondos rocosos de diversos tipos en el piso batial. En las Islas Baleares, se ha registrado su presencia en el Canal de Menorca y el Canal de Mallorca, formando comunidades bentónicas de alta biodiversidad. Estos bosques de gorgonias contribuyen significativamente al valor ecológico de los ecosistemas profundos y la vulnerabilidad de *C. verticillata* a impactos antrópicos, especialmente la pesca de fondo, y su lento crecimiento hacen que su recuperación después de perturbaciones sea lenta.
3. El coral *Funiculina quadrangularis*, una especie de pennatuláceo de fondos sedimentarios en forma de látigo que habitualmente forma facies, está catalogada como “vulnerable” por la IUCN (Otero *et al.*, 2017), que también está considerado como un ecosistema marino vulnerable (Lauria *et al.*, 2017).
4. *Madrepora oculata*, una especie de coral de aguas frías considerada como “amenazada” por la IUCN (Otero *et al.*, 2017) e incluida en CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*), más concretamente en su Apéndice II, que incluye especies no necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo, a menos que se controle estrictamente su comercio. Esta especie también está regulada por el Protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo, del Convenio de Barcelona (UNEP/MAP-SPA/RAC, 2018).

5. Facies de crinoideos, un hábitat ampliamente distribuido en los fondos sedimentarios profundos del Mediterráneo, que actúa como refugio de muchas especies de crustáceos y peces (Colloca *et al.*, 2004) que se considera hábitat sensible y EFH (STECF, 2006) y cuya presencia en las Islas Baleares es bien conocida (Ordines y Massutí, 2009).
6. Anthipatharia o corales negros, como *Leiopathes glaberrima*, se encuentran en fondos rocosos. Estos corales, de crecimiento lento y extraordinaria longevidad, pueden alcanzar más de un metro de altura y se consideran indicadores sensibles del estado de conservación de los ecosistemas profundos, siendo vulnerables a perturbaciones ambientales y actividades humanas.
7. Los arrecifes fósiles de ostréidos son estructuras biogénicas carbonatadas, que puede extenderse y albergar espesores de varias decenas de metros. Las especies de moluscos sésiles o incrustantes que dan lugar a formaciones arrecifales están dominadas principalmente por especies del género *Neopycnodonte* y sirven de refugio para una diversa macrofauna, incluyendo equinodermos y crustáceos decápodos.

3.3.2.3. Metodología

El modelado de la distribución espacial de hábitats bentónicos en los montes submarinos del Canal de Mallorca se ha realizado a partir de *Species Distribution Models* (SDM), basados en modelos GAM (*Generalized Additive Models*, Hastie y Tibshirani, 1990) y Maxent (Philips *et al.*, 2006). Los SDM relacionan las presencias de las especies o grupos de especies con factores ambientales y antropogénicos, que pueden influir en su distribución, para extrapolarlas luego en el espacio y/o tiempo (Franklin, 2010). Para el desarrollo de estos modelos se han utilizado hasta 30 variables ambientales (Tabla 3.8): 8 geomorfológicas, 7 sedimentológicas, 12 hidrodinámicas y 3 de presión pesquera, que se detallan a continuación.

- Las variables geomorfológicas y sedimentológicas del fondo marino, son el resultado del análisis de datos y muestras tomadas durante las 4 campañas de

investigación oceanográfica INTEMARES realizadas en el área de estudio. Para más información, ver Apartados 3.1.1., 3.2.1, 4.1.2 y 4.1.3.

- La orientación, que mide la dirección de la superficie del fondo marino, no puede ser utilizada directamente (los datos 0° y 360° representan una misma orientación), por lo que esta variable se dividió en dos componentes tras pasar de grados a radianes: *Eastness* y *Northness* (Tabla 3.8). Esta transformación de la orientación fue procesada mediante cálculos trigonométricos con la herramienta BTM.
- El BPI estima si el fondo marino está en un nivel topográfico alto o bajo con respecto a los fondos circundantes. Este índice se calculó a dos escalas distintas: BPI fino, con un radio interno de 5 celdas y uno externo de 25; y BPI-grueso con 10 y 50 celdas, respectivamente (Tabla 3.9).
- Las variables hidrodinámicas proceden de modelos numéricos de última generación. Para más información, ver Apartados 3.1.2, 3.2.2 y 4.2.
- Los datos de presión pesquera proceden de la caracterización, cartografiado y evaluación de la actividad de la flota de pesca, realizada en el área de estudio por el proyecto INTEMARES a partir de la información obtenida de datos VMS durante el período 2010-2019 (Massutí *et al.*, 2022a). Para más información sobre este sistema de localización de buques pesqueros vía satélite, cuyos registros han sido facilitados por la Secretaría General de Pesca, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación:

<https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/vigilancia-pesquera/control-actividad-pesquera/>.

- Como no se realiza pesca de arrastre en los montes submarinos objeto de estudio, la variable considerada para esta pesquería ha sido la distancia al caladero más próximo, previamente cartografiados por Farriols *et al.* (2017) y Guijarro *et al.* (2020). Hay que tener en cuenta que los artes de arrastre en fondos fangosos provocan la resuspensión de sedimentos y un aumento de turbidez del agua (Palanques *et al.*, 2001;

Kaiser *et al.*, 2002), que genera capas nefeloides, las cuales se pueden propagar por efecto de las corrientes marinas y tener un impacto en los ciclos biogeoquímicos y los ecosistemas de áreas alejadas de las zonas de pesca (Martín *et al.*, 2014).

- o Para estimar el esfuerzo pesquero de la flota que faena con nasas de profundidad y palangre de fondo en los montes submarinos objeto de estudio (Massutí *et al.*, 2022a, 2022b), con el software R versión 4.0.5 se estimaron el número de registros VMS por celdas de 0.01x0.01° (resolución original de estos). Los valores finales usados para estas dos variables ha sido la suma de los registros por celda durante el período 2010-2019, re-escalada a la resolución final de modelado, de 100x100 m, usando la interpolación *Nearest Neighbour*.

Para relacionar la presencia de una especie con variables explicativas (ambientales y de presión pesquera) que pueden influir en su distribución, es importante que la geo-referenciación de la variable respuesta (presencia/ausencia de la especie) coincida con los parámetros ambientales de su ubicación real. Mientras en los muestreos con ROV y trineo fotogramétrico ha sido posible esta localización, en las muestras recogidas con patín epi-bentónico y draga de arrastre no es posible conocer la ubicación exacta de los ejemplares recolectados, que se han ido reteniendo en el copo de la red en algún punto a lo largo del recorrido de estos muestreadores por el fondo marino. Por eso, para minimizar el error de geo-localización, se ha estimado el punto medio de cada muestra para la extracción de las variables ambientales. Además, se han excluido muestreos con recorridos muy largos o con una diferencia de profundidad >50 m entre el inicio y el final del transecto. Dado que la mayoría de nuestros muestreos no sobrepasan los 400 m de longitud, se ha considerado una resolución espacial de 100 m.

Las variables ambientales utilizadas para el desarrollo de los modelos de distribución de especies o grupos de especies, han requerido una estandarización previa en cuanto a la resolución de píxel, límites espaciales y formatos de entrada. Para ello, se han integrado las capas ambientales en ArcGIS 10.8, con el fin de adaptar estos parámetros a los requerimientos de los softwares específicos de modelización de especies. El objetivo

principal de este proceso es que la capacidad predictiva de los mismos genere como resultado modelos de distribución de especies de la zona con la suficiente precisión.

Para las 30 variables ambientales (Tabla 3.8) se estableció una misma resolución espacial, de 100x100 m, definida a partir de las resoluciones originales de estas variables y las limitaciones de la estrategia de muestreo de las especies y comunidades bentónicas, así como de los muestreadores utilizados. Para aquellas capas ambientales con una resolución más fina, se calculó el promedio en 100 m. Las 8 variables geomorfológicas, capas de alta resolución derivadas de las superficies de batimetría y reflectividad, se procesaron utilizando el método de interpolación bilineal *Resample* de ArcGIS 10.8, adecuado para remuestrear datos continuos y que mantiene el promedio ponderado de las cuatro celdas vecinas del ráster de origen, para generar un nuevo ráster de salida que no distorsiona el resultado final. Para aquellas capas con una resolución más grosera, las 7 variables que contienen las características sedimentológicas, se realizó una interpolación de las muestras de sedimentos obtenidas en las campañas INTEMARES. A partir de los datos obtenidos de la granulometría y del contenido en MO y carbonato de los sedimentos, se generaron nuevos mosaicos ráster con el método de interpolación Natural neighbor, de ArcGIS 10.8, para obtener modelos continuos de las características sedimentológicas a 100x100 m de resolución estándar. Las 12 variables hidrodinámicas y las 3 variables de presión pesquera, mantuvieron las resoluciones originales de 100x100 m, que se ajustaban a los estándares establecidos para el procesado de los datos ambientales.

Por otro lado, para la homogeneización de los límites espaciales de las capas ambientales, se estableció una delimitación común para todas las variables, teniendo en cuenta las áreas donde se ha cartografiado y muestreado la zona de estudio. Todas las variables, una vez estandarizadas, se convirtieron a formato ASCII para homogeneizar los formatos de entrada en los modelos GAM y Maxent. En el Anexo II se muestran los mapas de las variables utilizadas en el modelado de la distribución espacial de los hábitats bentónicos en los montes submarinos del Canal de Mallorca.

Tabla 3.8. Variables geomorfológicas (GEO), sedimentológicas (SEDI), hidrodinámicas (HIDRO) y de presión pesquera (PESCA) usadas en el proyecto INTEMARES para el modelado predictivo de hábitats bentónicos de los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). Se muestran los acrónimos definidos y la resolución original de las capas ambientales.

VARIABLES AMBIENTALES		Acrónimo	Resolución
GEO	Profundidad (m)	MDT	16 m
	Pendiente (°)	PEN	16 m
	Reflectividad	RFL	16 m
	Rugosidad	RUG	16 m
	Orientación (<i>Aspect</i>)	ORI	16 m
	Orientación (<i>Eastness</i>)	EST	16 m
	Orientación (<i>Northness</i>)	NOR	16 m
	BPI fino	BPI_F	16 m
	BPI grueso	BPI_G	16 m
SEDI	Contenido (%) materia orgánica	MOR	240,82 m
	Contenido (%) carbonatos	CIN	240,82 m
	% Grava	GRV	185,15 m
	% Arena	ARE	185,15 m
	% Fango (limo y arcilla)	FNG	185,15 m
	Textura según media (D50)	D50	185,15 m
HIDRO	Velocidad media corriente superficial (m/s)	CXS	100 m
	Velocidad máxima corriente superficial (m/s)	CMS	100 m
	Variabilidad corriente superficial (SD)	CVS	100 m
	Dirección corriente superficial (°)	CDS	100 m
	Velocidad media corriente fondo (m/s)	CXF	100 m
	Velocidad máxima corriente fondo (m/s)	CMF	100 m
	Variabilidad corriente en fondo (SD)	CVF	100 m
	Dirección corriente en fondo (°)	CDF	100 m
	Media temperatura en superficie (°C)	TXS	100 m
	Variabilidad temperatura en superficie (SD)	TVS	100 m
	Media temperatura en fondo (SD)	TXF	100 m
	Variabilidad temperatura en fondo (SD)	TVF	100 m
PESCA	Señales VMS flota nasas (nº registros)	NAS	100 m
	Señales VMS flota palangre de fondo (nº de registros)	PAL	100 m
	Distancia caladero arrastre más próximo (m)	DCP	100 m

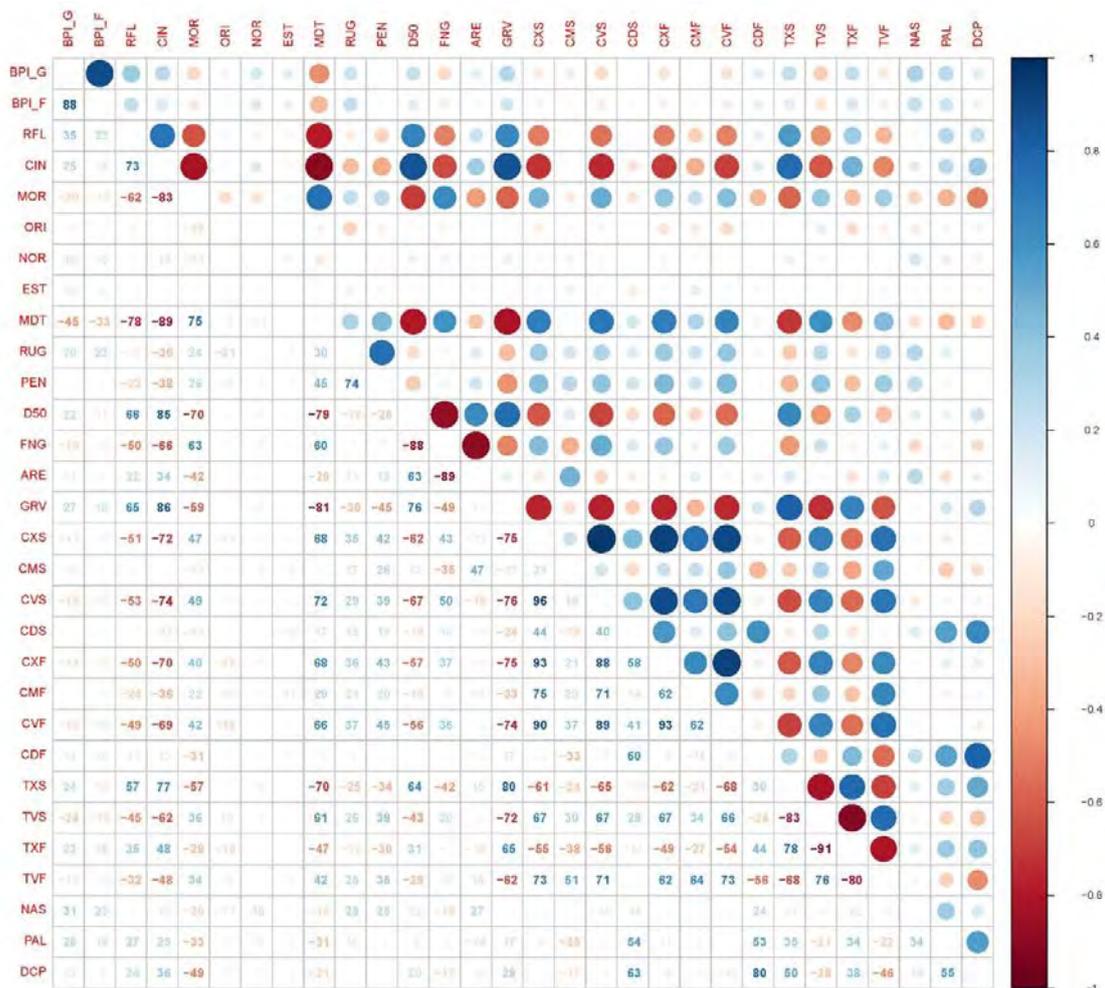
Previo al modelado, para evitar redundancia y colinealidad, se realizó un análisis de correlación entre todas las variables explicativas. Para ello se calculó tanto el coeficiente de correlación de Spearman (Tabla 3.9) como el *Variance Inflation Factor* (VIF, Zuur et al., 2009) y se consideró las variables con un coeficiente de correlación <0.7 y valores de VIF <5 para descartar variables. Así, se descartaron inicialmente las siguientes variables: (i) BPI-fino, correlacionado con el BPI-grueso); (ii) textura según la media D₅₀, correlacionada con el % de carbonatos inorgánicos, el % de grava y arena); (iii) velocidad media, máxima, variabilidad y dirección de la corriente superficial, correlacionadas entre sí y con las corrientes de fondo (se optó por elegir las variables relacionadas con el fondo, considerándose más estrechamente relacionadas con el bentos); (iv) velocidad media y variabilidad de las corrientes de fondo, correlacionadas con la corriente máxima de fondo; (v) dirección de las corrientes de fondo, correlacionadas con la distancia a caladero; y (vi) variabilidad y media de la temperatura en superficie, correlacionadas con la temperatura media en el fondo, considerada más estrechamente ligada al bentos. De esta manera, de las 30 variables iniciales, finalmente se han seleccionado las 14 variables siguientes para el desarrollo de SDM: Profundidad, Pendiente, Rugosidad, Reflectividad, Eastness, Northness, BPI grueso, % Materia Orgánica, % Arena, Velocidad máxima de la corriente del fondo, Temperatura media del fondo, VMS flota de nasas, VMS flota de palangre de fondo y Distancia al caladero de arrastre más próximo. Algunas de estas variables han sido usadas en modelos de distribución de especies bentónicas (p.ej. Stirling *et al.*, 2016; Rodríguez-Basalo *et al.*, 2019; de la Torriente *et al.*, 2018; Downie *et al.*, 2021).

Para aumentar en lo posible la fiabilidad de predicción, los modelos de distribución de las especies o taxones y comunidades seleccionadas se ha construido usando dos metodologías: GAMs (Hastie y Tibshirani, 1990) y modelos de Máxima Entropía (Maxent; Philips *et al.*, 2006). Ambos métodos tienen ventajas y desventajas. GAM requiere un número mayor de registros de presencia (variable respuesta) para trabajar y una selección de variables explicativas más importantes para cada especie o grupo de especies. Por el contrario, Maxent puede trabajar con pocos registros de presencia y, además, utilizar todas las variables explicativas.

Para la elaboración de los modelos GAM se usó el paquete *mgcv* de R (Wood, 2011), con la función *logit* para el ajuste de una distribución binomial. Las variables de cada modelo se seleccionaron con la metodología *backward selection*, descartando las no significativas ($p < 0.05$). Con Maxent se utilizaron todas las variables explicativas no correlacionadas seleccionadas. La evaluación de los modelos GAM y Maxent se realizó con la librería *dismo* de R, mediante validación cruzada, dividiendo las presencias y ausencias de manera aleatoria en dos subgrupos para el entrenamiento del modelo (66.7%) y su evaluación (33.3%). Este proceso se repitió 10 veces y se calculó el *Area Under the Curve* (AUC), una medida del rendimiento del modelo que se estima a partir de su habilidad para distinguir presencias de ausencias. Cada método de modelado resulta en una matriz de probabilidades de ocurrencia de especie o grupo de especies indicadoras de hábitat por cuadrícula, que se transformaron en mapas binomiales, de presencia/ausencia del hábitat, aplicando un umbral calculado durante el proceso de modelado. En este caso, siguiendo con el criterio de aumentar en lo posible la fiabilidad de predicción, se ha tenido en cuenta el valor que maximiza el indicador Kappa (Fielding y Bell, 1997), que limita la probabilidad de presencia de un hábitat más que otros umbrales, como *Prevalence* y *Specificity and Sensivity*". Según Landis y Koch (1977), el valor Kappa se interpreta como aceptable (0.2-0.4) hasta perfecto (> 0.8). Finalmente, la auto-correlación espacial de los residuales se analizó usando variogramas.

Siguiendo este mismo criterio, de aumentar en lo posible la fiabilidad de predicción, para cada especie o grupo de especies se han desarrollado dos modelos en paralelo (GAM y Maxent) y su ensamblaje se ha realizado solapando el resultado de las predicciones binarias (presencia/ausencia) de los dos modelos, considerando como cuadrículas con presencia del hábitat solo aquellas en las que coinciden los resultados de ambos modelos. Para evaluar este ajuste, se han calculado los porcentajes de solapamiento de cuadrículas en las que coinciden los resultados con ambos modelos y del solapamiento de áreas con predicción del hábitat. Finalmente, como área de distribución del hábitat se ha estimado la superficie (km²) a partir del número de cuadrículas en los que ambos modelos predicen la presencia del hábitat.

Tabla 3.9. Correlaciones de Spearman para análisis de colinealidad entre variables ambientales y pesqueras en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). En negrita se muestran las variables con una relación de $\pm 0,7$ o mayor. MDT= Profundidad (m); PEN= Pendiente ($^{\circ}$); RFL= Reflectividad; RUG= Rugosidad; ORI= Orientación ($^{\circ}$); NOR= Northness; EST= Eastness; BPI_F= BPI-fino; BPI_G= BPI-grueso; MOR= Contenido (%) materia orgánica; CIN= Contenido (%) carbonatos; GRV= % Grava; ARE= % Arena; FNG= %Fango; D50= Textura D50; CXS= Velocidad media corriente superficial (m/s); CMS= Velocidad máxima corriente superficial (m/s); CVS= Variabilidad velocidad corriente superficial (SD); CDS= Dirección corriente superficial ($^{\circ}$); CXF= Velocidad media corriente fondo (m/s); CMF= Velocidad máxima corriente fondo (m/s); CVF= Variabilidad velocidad corriente fondo (SD); CDF= Dirección corriente fondo ($^{\circ}$); TXS= Temperatura media superficial ($^{\circ}$ C); TVS= Variabilidad temperatura superficial (SD); TXF= Media temperatura en fondo ($^{\circ}$ C); TVF= Variabilidad temperatura fondo (SD); NAS= VMS flota nasas (n $^{\circ}$ registros); PAL= VMS flota palangre de fondo (n $^{\circ}$ registros); DCP= Distancia caladero arrastre más próximo.



3.3.2.4. Caracterización y representatividad de hábitats

La superficie de cada hábitat se ha calculado tanto con R como con la herramienta *Calculate Geometry Area* de ArcGis 10.8. Para ello, se han tenido en cuenta las cuadrículas en las que ambos modelos Maxent y GAM coinciden en su predicción de presencia del hábitat. El área de cada hábitat se ha estimado a partir de la suma de las superficies de estas cuadrículas.

El área modelada de cada hábitat depende de la extensión de las variables utilizadas en los modelos. Por ello, también se ha calculado: (i) el porcentaje que ocupa el área estimada para cada hábitat respecto de la superficie modelada; (ii) el porcentaje que ocupa esta área modelada respecto del área propuesta como LIC; y (iii) finalmente el porcentaje que representa el área estimada para cada hábitat respecto del área propuesta como LIC.

3.3.3. Relación de los hábitats con variables ambientales y pesqueras

La relación entre la presencia de los hábitats identificados y modelados, y las variables ambientales y pesqueras, se analizó mediante un Análisis de Redundancia (RDA de sus siglas en inglés). Se usó una matriz de presencia/ausencia de estos hábitats en cada una de las muestras analizadas.

El set de variables explicativas utilizadas, son las que han resultado significativas en alguno de los modelos de distribución de hábitats desarrollado: índice de posición batimétrica grueso (BPI_G), Reflectividad (RFL), Contenido (%) de materia orgánica (MOR), Orientación *Northness* (NOR), Orientación *Eastness* (EST), Profundidad (MDT), Rugosidad (RUG), Pendiente (PEN), Velocidad máxima corriente fondo (CMF), Media temperatura en fondo (TXF), Señales VMS flota nasas (NAS), Señales VMS flota palangre de fondo (PAL) y Distancia caladero arrastre más próximo (DCP). Las variables sedimentológicas (contenido en porcentaje de arena, fango y grava) se han factorizado, asignando a cada muestra uno de estos niveles, en función del valor máximo de cada tipo de sedimento. También se ha considerado el factor monte submarino (SO, AM y EB) como variables nominal.

Este análisis canónico del tipo RDA, nos ha permitido analizar la asociación entre especies o hábitats, respecto a sus relaciones con variables ambientales y pesqueras. Para realizarlos se usó el programa CANOCO 5.1 package (ter Braak y Smilauer, 2018).

3.4. Estudio piloto ADN ambiental para la detección de peces

En los últimos años se han desarrollado técnicas moleculares basadas en análisis masivo de ADN, HTS (*High-Throughput Sequencing*) o NGS (*Next-Generation Sequencing*), que permiten una identificación de especies rápida y fiable. Con ello se puede mejorar la detección de especies y, con ello, la estimación de la biodiversidad de los ecosistemas, introduciendo el concepto de DNA metabarcoding (Yu *et al.*, 2012). Una de sus principales aplicaciones es el ADN ambiental (*environmental DNA* o eDNA por sus siglas en inglés), que es el ADN nuclear o mitocondrial liberado por parte de un organismo al ecosistema (Rees *et al.*, 2014). Esta técnica innovadora se basa en la recuperación del material genético liberado naturalmente por las especies en sus entornos (p.ej. sedimentos o columna de agua), sin necesidad de que los organismos estén presentes. El eDNA puede ser particularmente útil con aquellas especies difíciles de detectar usando métodos convencionales de muestreos, como los peces condríctios, grandes depredadores de los ecosistemas marinos que, en algunos casos, son especies amenazadas o en riesgo de extinción.

Durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019 se tomaron muestras de agua en tres estaciones (cima, ladera y base) de cada uno de los montes submarinos (SO, AM y EB). Las muestras se obtuvieron utilizando un muestreador de agua de carrusel (SeaBird), equipado con 24 botellas Niskin. Se realizaron un total de 9 estaciones, con un rango de profundidad entre 130 y 735 m (Tabla 3.10). En cada una de estas estaciones, las botellas Niskin se abrieron en diferentes estratos de profundidad de la columna de agua: superficie, aguas intermedias y por encima del fondo (Figura 3.39). En las estaciones de EB, también se tomaron muestras de sedimentos de la superficie del fondo marino con draga Shipek.

De la muestra de cada botella hidrográfica se filtraron 5 l de agua, usando una rampa de filtración con base de tres posiciones. En cada base se colocó una membrana de 47 mm

de diámetro con un tamaño de poro de 0.45 μm (Membrana MF-Millipore, MERCK). Una vez acabado el proceso de filtrado, se colocó la membrana, con pinzas estériles, en un tubo con rosca estéril con silica gel de 10 ml. El tubo se guardó a -20°C hasta la llegada al laboratorio. De cada muestra de sedimento se obtuvo una sub-muestra de la capa superficial, de aproximadamente 50 g, con su respectiva réplica (100 g en total). Estas muestras se guardaron en tubos estériles de 100 ml y se preservaron en etanol absoluto. Se almacenaron a -20°C hasta la llegada al laboratorio.

Tabla 3.10. Datos de las estaciones de toma de muestras de agua, realizadas durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019 para el estudio piloto de ADN ambiental. P: profundidad.

Estación	Fecha	Monte	Latitud (N)	Longitud (E)	P (m)	Nivel	P muestras agua (m)		
RS_023	12/10/2019	SO	38° 56.91'	01° 59.67'	296	Top	5	150	296
RS_025	12/10/2019	SO	38° 56.18'	01° 58.93'	446	Slope	5	225	446
RS_037	12/10/2019	SO	38° 57.86'	01° 56.58'	616	Base	5	310	616
RS_041	14/10/2019	AM	38° 32.80'	01° 48.44'	628	Base	5	321	628
RS_083	17/10/2019	AM	38° 42.08'	01° 45.77'	352	Slope	5	170	352
RS_105	21/10/2019	AM	38° 47.12'	01° 51.38'	130	Top	5	70	130
RS_138	25/10/2019	EB	38° 48.97'	02° 29.68'	735	Base	5	370	735
RS_150	26/10/2019	EB	38° 40.38'	02° 26.57'	394	Slope	5	195	394
RS_170	28/10/2019	EB	38° 42.29'	02° 28.28'	153	Top	5	80	153

Las extracciones de ADN se realizaron utilizando tampón CTAB (*Cetyltrimethylammonium bromide*) y el protocolo *phenol/chloroform/isoamyl alcohol* (Renshaw *et al.*, 2015). El ADN resultante se purificó con el *Monarch® Cleanup Kit* (New England Biolabs, Frankfurt, Alemania). La concentración de ADN se determinó con el *Qubit 2.0 fluorometer system* (Life Technologies, California, EEUU). Todos los pasos de las extracciones de eADN se realizaron en un área del laboratorio bajo una campana química. El ADN se almacenó a -20°C hasta su posterior análisis.

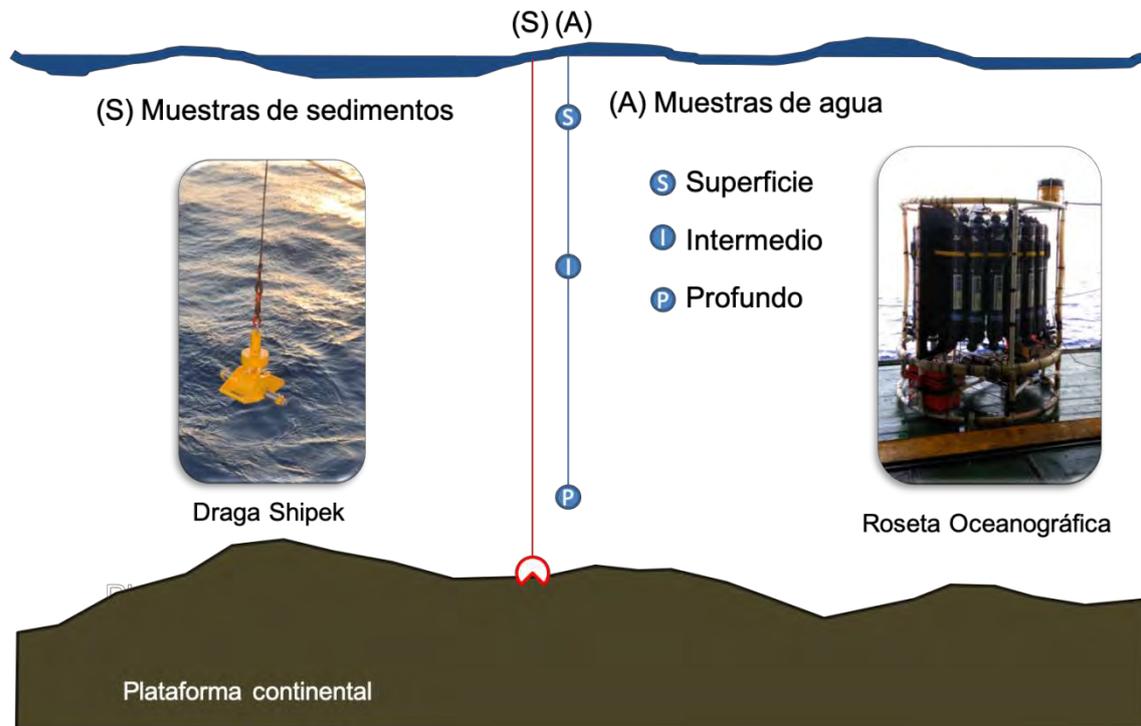


Figura 3.39. Esquema de la estrategia de los muestreos de agua y sedimento de la superficie del fondo marino, obtenidas durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019 para el estudio piloto de ADN ambiental.

El ADN se amplificó con el Primer *pair teleo_F/teleo_R*, dirigido a una región (90-60 bp) del gen mitocondrial 12S rRNA, combinado con el Primer *teleo_blk* (Valentini *et al.*, 2016). El perfil de termociclado para la amplificación por PCR incluyó 3' a 98°C, 40 ciclos de 10'' a 98°C, 30'' a 55°C, 45'' a 72°C y finalmente 10' a 72°C. Los productos de amplificación por PCR se confirmaron con *agarose 2% E-gel* (Life Technologies, California, EEUU). Todos los productos de la PCR se purificaron utilizando *AMPure XP beads* (Beckman Coulter, Indianápolis, EEUU). Para facilitar la demultiplexación de las lecturas de secuencias de Illumina, las muestras se "etiquetaron" utilizando Primers individuales específicos de la muestra, con oligoetiquetas de ocho bases adjuntas, que diferían en al menos tres bases entre las muestras. Las bibliotecas se crearon utilizando el protocolo de biblioteca de secuenciación 12S (Illumina, Illinois, EEUU). Las bibliotecas se cuantificaron mediante el kit de ensayo *Quant-iT dsDNA HS*, utilizando un

Qubit 2.0. Se utilizó la plataforma *Illumina MiSeq* (2x250nt PE v2; Illinois, EEUU) para secuenciar las muestras y demultiplexarlas en función de sus secuencias de códigos de barras.

La calidad general de las lecturas demultiplexadas, sin procesar, se verificó con FASTQC (Andrews, 2010). Los Primers se eliminaron con *cutadapt*, lo que permitió una tasa de error máxima del 20%, descartó pares de lecturas que no contenían las dos secuencias de Primers y retuvo solo aquellas de más de 40 nucleótidos (Martin, 2011). Las quimeras de las lecturas restantes se eliminaron con el algoritmo *uchime-denovo* (Edgar *et al.*, 2011) implementado en *vsearch 1.9* (Rognes *et al.*, 2016).

Las lecturas resultantes se agruparon en OTUs (*Operational Taxonomic Unit*) usando *vsearch*, basado en un umbral de disimilitud fijo del 97% (Rideout *et al.*, 2014). Esta función se realizó con *Qiime 2* (Boylen *et al.*, 2019). La asignación taxonómica de las OTUs resultantes, se evaluó teniendo en cuenta el porcentaje de identidad frente a la colección de nucleótidos de la base de datos NCBI (*National Center for Biotechnology Information*), de la siguiente manera: OTUs con $\geq 97\%$ se identificaron a nivel de especie, OTUs entre 90 y 96% se identificaron a nivel de género y OTUs con al menos 90% se identificaron a nivel de familia.

Los primeros resultados mostraron que en las muestras de agua de mar fue posible detectar taxones correspondientes a peces. Por el contrario, en las muestras de sedimento no se logró detectar taxón alguno correspondiente de peces, por lo que se desestimó su uso.

4. Resultados

4.1. Geología

4.1.1. Provincias fisiográficas

Los datos geofísicos obtenidos, han permitido la definición y caracterización de las principales provincias fisiográficas predominantes en la zona de estudio, que incluyen: plataforma aislada, talud continental superior, talud continental medio y talud continental inferior (Fig. 4.1). El Canal de Mallorca queda configurado como una región deprimida del margen continental, formando una cuenca relativamente asimétrica abierta hacia el suroeste. Se encuentra localizado, principalmente, en el dominio fisiográfico de talud continental medio del margen balear. La cartografía de las distintas provincias fisiográficas se ha realizado basada en criterios morfológicos, teniendo en cuenta el rango batimétrico, la pendiente y la orientación del fondo marino, fundamentalmente, y de forma puntual, perfiles acústicos de ecosonda paramétrica.

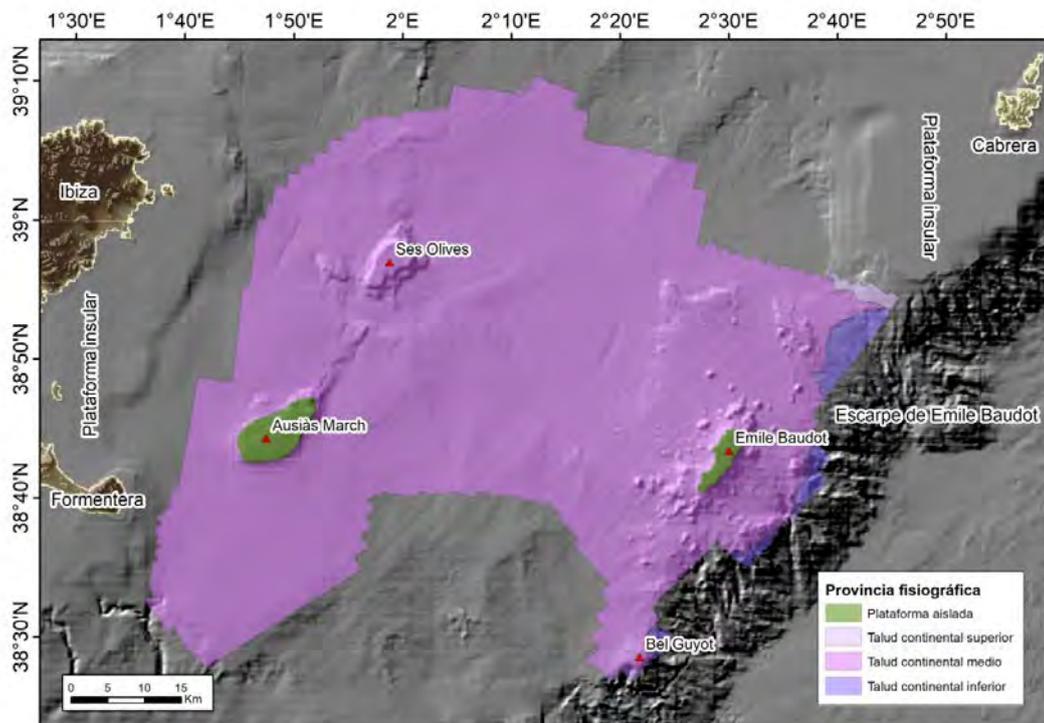


Figura 4.1. Provincias fisiográficas identificadas en la zona de estudio del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Las plataformas aisladas corresponden a las cimas de los montes submarinos AM y EB, que representan las áreas más someras, hasta los 169 m de profundidad, las cuales han sido afectadas, fundamentalmente, por cambios eustáticos del nivel del mar. Su superficie total abarca 75 km² y tienen un rango de pendientes de 0-24,5° (Tabla 4.1). En general, presentan una geometría elongada con tendencias NE-SO, y tienen perfiles batimétricos muy irregulares debido a la presencia de numerosos escarpes (Fig. 4.2).

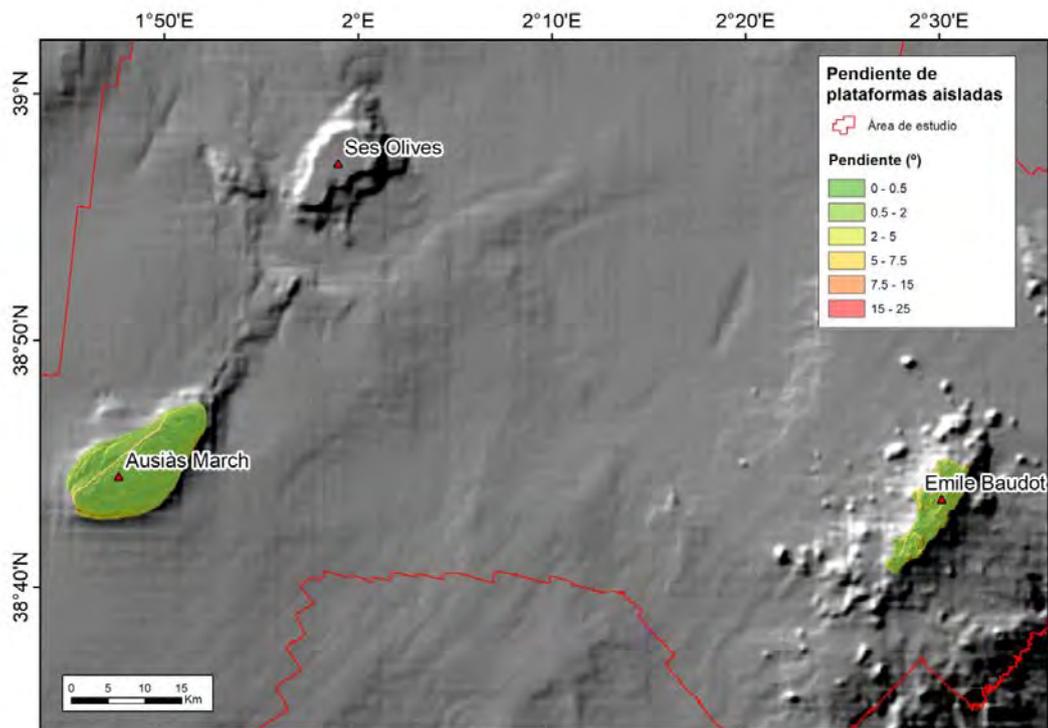


Figura 4.2. Detalle de la pendiente de la provincia fisiográfica plataforma aislada correspondiente a las cimas de los montes submarinos Ausiàs March y Emile Baudot.

La plataforma de AM se ubica entre 86 y 155 m de profundidad, y ocupa un área de 54,12 km². Muestra pendientes dominantes entre 0,5 y 2,8°, aumentando hasta los 16° en la parte central de la plataforma en relación con un escarpe. La plataforma de EB se ubica entre 96 y los 169 m de profundidad y abarca un área de 20,82 km². Presenta pendientes dominantes de 0,5 a 5°, y se caracteriza por el afloramiento rocoso de dos relieves irregulares que se extienden en la zona SO y NE de la plataforma, con pendientes que superan los 20°.

El talud superior se ubica en un pequeño sector nororiental de la zona de estudio, a continuación de la plataforma insular de Cabrera, que se distingue a partir del límite superior en el que comienzan a desarrollarse las cabeceras de los cañones submarinos del Escarpe Emile Baudot en el extremo oriental de la zona de estudio. Esta provincia fisiográfica se extiende entre 310 y 720 m de profundidad y abarca 17 km². No muestra grandes variaciones de pendientes, alcanzando los 19° en sus áreas más escarpadas.

Tabla 4.1. Relación de las principales variables morfométricas de las distintas provincias fisiográficas identificadas en la zona de estudio del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

Provincia fisiográfica	Variables morfológicas			
	Profundidad (m)	Pendiente (°)	Anchura (km)	Área (km ²)
Plataforma aislada	86-169	0-24,5	9,5-12,5	75
Talud continental superior	310-720	0-19	10	17
Talud continental medio	108-1550	0-40	100	4318
Talud continental inferior	415-1733	5-55	62	92

Se ha considerado talud medio toda aquella parte del talud caracterizada por los rasgos morfológicos deposicionales y erosivos principales, que representan la transferencia de sedimento pendiente abajo, desde los ambientes someros de las plataformas insulares de Cabrera-Mallorca e Ibiza-Formentera. Es en esta zona donde se observan los principales procesos transversales al talud. El límite superior del talud medio corresponde al borde distal de las cimas de los montes submarinos (plataformas aisladas), excepto en el caso de SO, ya que este monte se ubica a profundidades mayores a las establecidas en las plataformas. El límite distal en la zona de deslizamientos se ubica en el Escarpe Emile Baudot, exceptuando aquellos deslizamientos que desembocan en la cuenca central ubicada al norte de la zona de estudio. Esta provincia fisiográfica abarca la mayor parte del área de estudio (4318 km²), se ubica entre 208 y 1550 m de profundidad y cuenta con pendientes predominantes de hasta 40°, que corresponden principalmente a las laderas de los montes submarinos y conos volcánicos existentes en este sector (Fig. 4.3).

En la provincia fisiográfica del talud continental inferior se distinguen tres sectores que representan toda aquella porción del talud situada en el Escarpe Emile Baudot, ubicada a profundidades superiores a 415 m en el sector meridional y entre 1050 y 1110 m en los sectores central y septentrional. El borde proximal del talud inferior coincide con el límite superior del escarpe, que se ha determinado en base a un criterio de pendiente y morfología, con pendientes dominantes de hasta 55°. Muestra un área de 92 km² con perfiles batimétricos muy irregulares, que corresponden con ejes de cañones y barrancos submarinos, fundamentalmente.

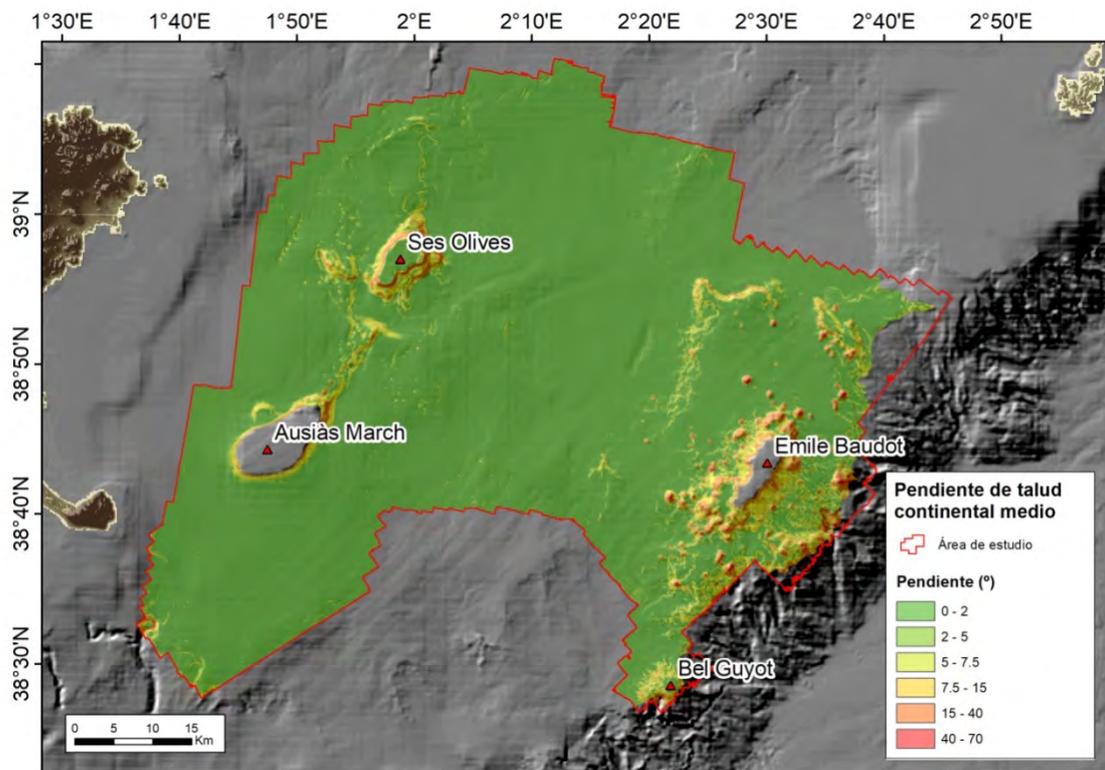


Figura 4.3. Detalle de la pendiente de la provincia fisiográfica del talud continental medio correspondiente a la mayor parte de la zona de estudio del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), donde destacan las altas pendientes de las laderas de los montes y conos volcánicos submarinos.

4.1.2. Caracterización geomorfológica

4.1.2.1. Características básicas

Para la interpretación geológica del área de estudio, se ha realizado una clasificación de los distintos tipos morfológicos en 7 grupos en función de su génesis, que incluye: tipos volcánicos, estructurales o heredados, ligados a escape de fluidos, erosivos, deposicionales, gravitacionales, biogénicos y mixtos, cuando su origen puede presentar distinta naturaleza. La cartografía y caracterización de los distintos tipos morfológicos se ha realizado teniendo en cuenta el rango batimétrico, la pendiente y los perfiles acústicos de ecosonda paramétrica. Atendiendo a la clasificación y cartografía geomorfológica (Fig. 4.4), se pueden realizar las siguientes consideraciones generales respecto a las morfologías identificadas:

- a) Se han identificado 24 elementos morfológicos diferentes, tanto de trazado lineal como de trazado poligonal. Dentro de las morfologías lineales se han obtenido un total de 10 clases: eje de depresión, eje de canal, eje de barranco, eje de cañón principal, cabecera de barranco, cabecera de cañón, escarpe, cresta de onda, cicatriz de deslizamiento y frente de deslizamiento. En las morfologías poligonales se han podido diferenciar 14 clases: monte submarino, colina submarina, cono volcánico, cráter, deslizamiento, bloque deslizado, depósito turbidítico, depósito contornítico, pockmark, campo de montículos, campo de ondas, cañón, surco y otras depresiones (Fig. 4.4).
- b) Hay que tener en cuenta que los valores de las mediciones morfológicas y morfométricas se han realizado dentro de los límites del área de estudio, pudiendo extenderse (y por tanto las medidas serían diferentes) fuera de los límites del área para el mismo elemento morfológico.
- c) Los tipos morfológicos más representativos del Canal de Mallorca son, en sí mismos, los montes submarinos SO, AM y EB (Acosta *et al.*, 2004), pudiéndose distinguir otros relieves positivos, la colina Dimoni, la colina Greixonera (Massuti *et al.*, 2022b) y el guyot Bel. Todos estos relieves presentan una génesis mixta,

- siendo la mayor parte de ellos de origen estructural, a excepción de EB y Bel, que son de origen volcánico.
- d) En estos montes submarinos se distinguen tres sectores bien diferenciados: cima, flanco o ladera y base, estando esta última ligada a los fondos adyacentes. La cima de los montes submarinos está caracterizada por fondo rugoso de material sedimentario de grano grosero o rocoso, donde predominan los escarpes erosivos y montículos carbonatados y/o volcánicos, de distinta forma. Los flancos son fundamentalmente sedimentarios, con mayor pendiente, y están afectados principalmente por fenómenos de inestabilidades sedimentarias, donde apenas hay afloramientos rocosos, exceptuando las laderas de EB, en el cual se han cartografiado diferentes conos volcánicos. Las bases de los montes submarinos presentan una transición gradual, de carácter sedimentario, con el fondo marino del talud continental, sobre todo en el caso de AM, y se caracterizan por la presencia de cicatrices de deslizamientos, depresiones de borde y formas de fondo. En los deslizamientos que afectan a unidades sedimentarias, se han cartografiado con claridad tanto la cicatriz de despegue como la dirección y frente del transporte en masa.
- e) En los fondos adyacentes, el rasgo morfológico más abundante son las depresiones ligadas a escape de fluidos, conocidas como pockmarks, que se distribuyen a lo largo de toda la zona de estudio, aunque podemos diferenciar tres sectores: (i) NO-NE dominado por depresiones de diferente origen, entre las que destacan algún canal de mayor longitud, y por depósitos contorníticos; (ii) central, caracterizado por presentar depresiones elongadas con dirección principal NE-SO, que están formadas por la coalescencia de pockmarks y aprovechadas por la red de drenaje del margen, con deslizamientos y crestas se principalmente al norte; y (iii) SE, dominado por los barrancos y cañones submarinos del Escarpe Emile Baudot, así como por deslizamientos al sur.
- f) En aquellas áreas donde no se ha definido ningún tipo morfológico, el fondo marino es considerado fundamentalmente como fondo plano o ligeramente

inclinado del talud continental medio, en función de la pendiente y rugosidad que las caracterice.

4.1.2.2. Descripción y distribución de tipos morfológicos

La clasificación de los tipos morfológicos presentes en el área de estudio se ha abordado en dos fases: A) una inicial, de aproximación semiautomática, donde se han aplicado herramientas espaciales para la clasificación geomorfológica (*Benthic Terrain Modeler* o BTM, *Hydrology* y *Automatic Pockmark Mapping* o APM); y B) una posterior, consistente en un análisis en profundidad de cada una de las clases obtenidas en la primera fase y completando la interpretación morfológica de manera manual, obteniéndose así los tipos morfológicos definitivos. En este sentido, como resultado de la combinación de ambas fases, se han identificado un total de 24 tipos morfológicos (Tabla 4.1; Fig. 4.4), 10 de los cuales han sido clasificados como morfologías lineales y 14 como morfologías poligonales. A continuación, se hace una descripción de las principales características de los tipos morfológicos más representativos del área de estudio y el análisis de su distribución espacial.

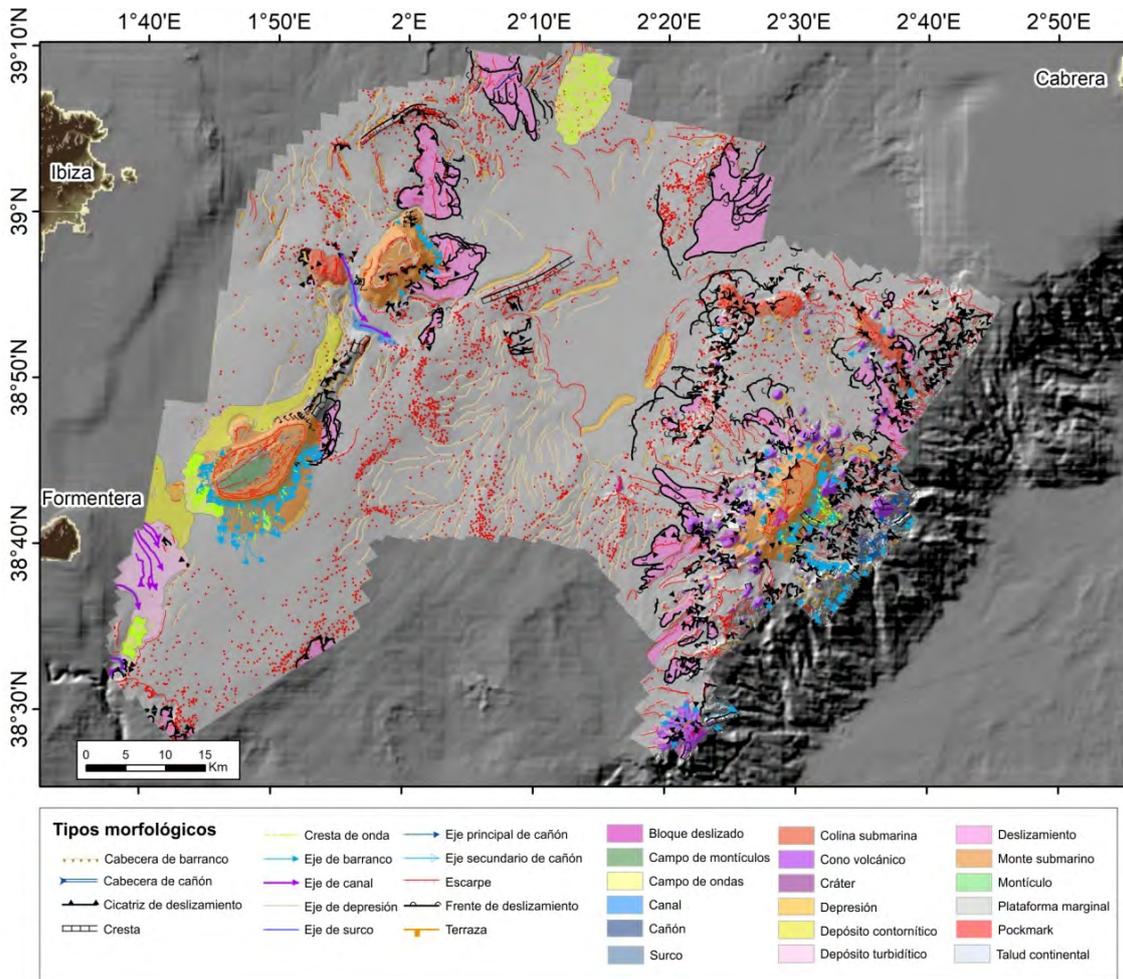


Figura 4.4. Mapa de distribución de los tipos geomorfológicos diferenciados en el área de estudio del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

A continuación, se hace una breve descripción de las principales características de los tipos morfológicos más representativos del área de estudio y el análisis de su distribución espacial:

a) Tipos morfológicos volcánicos

Los tipos morfológicos volcánicos de mayor relevancia corresponden con el monte submarino EB, un campo de conos volcánicos que lo rodea denominado "Campo volcánico del suroeste de Mallorca" (Acosta *et al.*, 2005), dos colinas submarinas al NE de este monte y la colina Bel guyot, al SE de la zona de estudio. Los montes submarinos

son morfologías aisladas de relieve positivo que se elevan sobre el fondo oceánico más de 100 m (Würtz and Rovere, 2015; Casalbore, 2018) y que actualmente no sobresalen por encima de la superficie de agua. Presentan cimas cónicas, compuestas o aplanadas, siendo estos últimos los considerados guyots, y normalmente son de carácter volcánico.

EB es el monte submarino de mayor envergadura del área de estudio (Fig. 4.5), y corresponde con un guyot volcánico con orientación NNE-SSO, habiendo sido datadas las rocas en una edad Pleistocena (Acosta *et al.*, 2004). Se localiza a lo largo del escarpe de mismo nombre y dirección. Cubre un área de ~105 km² y su cima se localiza entre 94 y 150 m de profundidad. Está constituido por diversos edificios volcánicos, parcialmente visibles en la cima erosionada del monte, la cual se caracteriza por presentar varios niveles de terrazas erosivas entre 100 y 150 m de profundidad y de un cono volcánico de 130 m de relieve sobre el sector más oriental (Fig. 4.5).

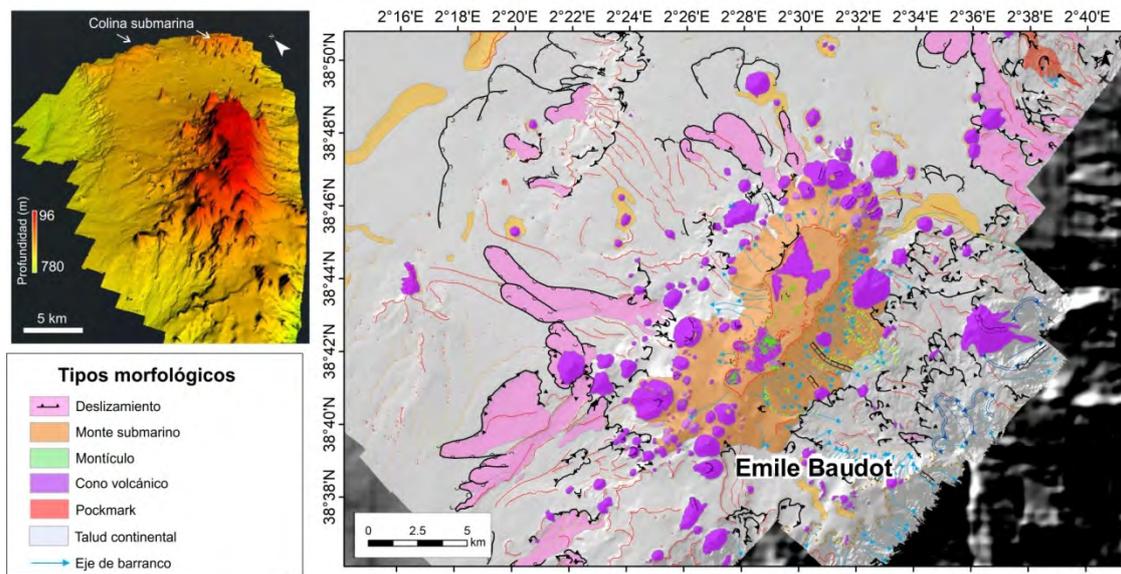


Figura 4.5. Detalle del mapa morfológico del monte submarino Emile Baudot, donde se delimita el monte submarino y los principales rasgos morfológicos en su entorno, como es la presencia de un campo de conos volcánicos, de montículos carbonatados, pockmarks y deslizamientos principalmente.

El flanco de EB presenta laderas con pendientes de hasta 60° y un desnivel de hasta 600 m. El “Campo volcánico del suroeste de Mallorca” se distribuye a lo largo del talud y

fondos adyacentes entre 215 y 915 m de profundidad, principalmente en los flancos norte y sur del monte, con densidades de hasta 2,25 conos por km² (Fig. 4.6). Este campo comprende al menos 242 conos, que en ocasiones presentan cráteres en sus cimas. Se elevan del fondo marino entre 25 y 420 m de altura y presentan diámetros entre 140 y 1785 m. Tienen mayoritariamente formas cónicas, con perímetros muy irregulares debido a fenómenos erosivos y de inestabilidades en sus flancos, que generan depósitos en sus bases (Fig. 4.6).

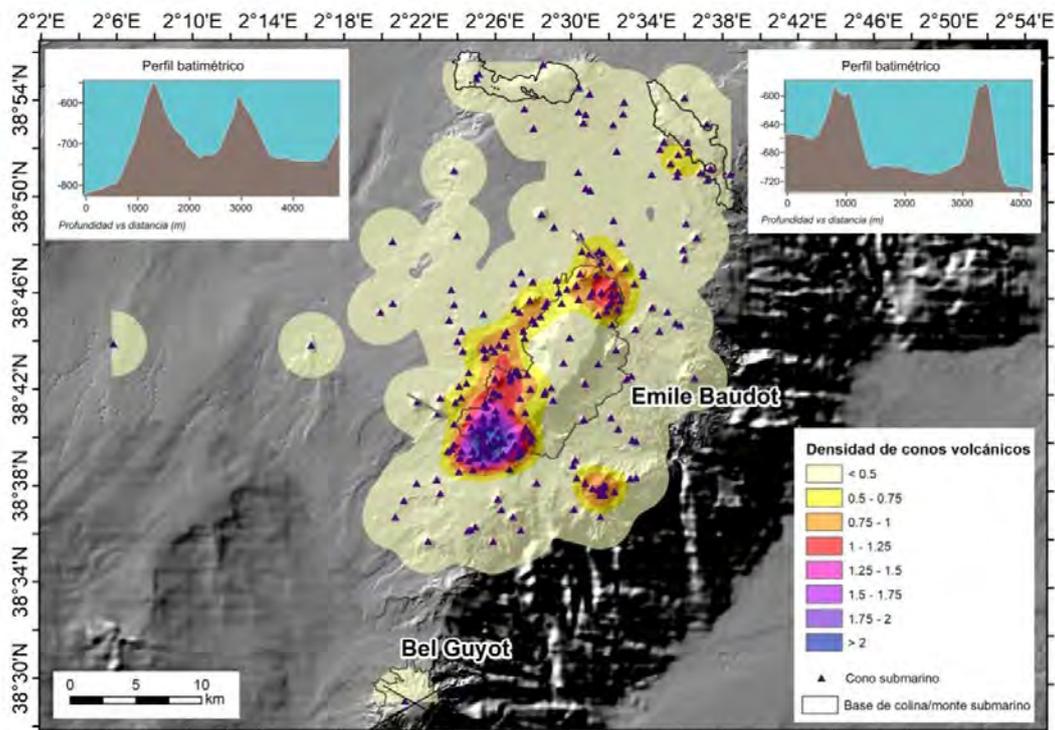


Figura 4.6. Mapa de densidades de conos volcánicos en el entorno del monte submarino Emile Baudot, donde se delimita el monte submarino y las colinas submarinas. El centroide de los conos volcánicos se representa con un triángulo.

El guyot Bel se localiza sobre el extremo suroeste del Escarpe Emile Baudot, en el sector SE de la zona de estudio. Cubre un área de 19 km² y su cima, de carácter aplacerado por estar cubierta de sedimentos, se encuentra entre 903 y 940 m de profundidad, elevándose una media de 150 m sobre el fondo marino. Tiene laderas con valores de pendiente altos (~35°), que se caracterizan por la presencia de barrancos submarinos y depósitos de deslizamiento. Su base tiene una forma muy irregular en planta.

Otros relieves volcánicos de menor envergadura son las colinas submarinas. Las dos colinas volcánicas se localizan al norte del EB, tienen orientaciones ONO-ESE y NO-SE, y son transversales al escarpe de mismo nombre. Presentan dimensiones muy similares, cubren un área de $\sim 20 \text{ km}^2$ y sus cimas se encuentran a 625 y 525 m de profundidad. Muestran desniveles en torno a $\sim 200 \text{ m}$ sobre el fondo marino, con valores medios de pendiente de 30° y longitudes entre 9,2 y 12,5 km (Figs. 4.4 y 4.6).

b) Tipos morfológicos estructurales

Los rasgos morfológicos estructurales identificados incluyen los montes SO y AM, las colinas submarinas Greixonera y Dimoni y los escarpes, depresiones y crestas de tipo estructural (Figs. 4.4 y 4.7). De manera generalizada, los tipos morfológicos de mayor tamaño corresponden a la configuración neógena-cuaternaria del Promontorio Balear y presentan una orientación general NE-SO, destacando la alineación estructural constituida por los montes SO y AM, de hasta 40 km de longitud, y el propio escarpe tectónico de Emile Baudot.

SO se localiza al noroeste del área de estudio y cubre un área de 57 km^2 . Este monte corresponde con un alto estructural con orientación NE-SO y se caracteriza por una cima tabular con una pendiente media $< 2^\circ$, una longitud de 6,5 km y una anchura de 3,3 km. La cima se localiza entre 225 y 350 m de profundidad y presenta un fondo muy irregular, constituida por numerosos montículos carbonatados, afloramientos rocosos y depresiones que le infieren un aspecto rugoso (Fig. 4.7A).

Las laderas de SO presentan pendientes de hasta 40° y un desnivel de 375 m en su extremo sur y de hasta 725 m en su extremo norte, uniéndose a los fondos circundantes. Los flancos tienen menor anchura en los sectores noroeste y sureste del monte, y se caracterizan por suaves espolones dirigidos hacia el suroeste, norte y noreste del monte. Precisamente en esta última dirección se produce el desarrollo de una cuenca, donde se alcanzan más de 1000 m de profundidad. En esas laderas se diferencian varias cicatrices de deslizamientos, destacando una lineal que atraviesa toda la ladera suroeste, así como otra con forma de anfiteatro en su flanco sureste. Estas cicatrices tienen asociadas depósitos de deslizamientos, que se han transportado

hacia el sureste, a profundidades de 900 m. La base de SO presenta una forma trapezoidal entre 600 m en su flanco sur y 950 m en su flanco norte, alcanzando 10 km de largo y 6,4 km de ancho.

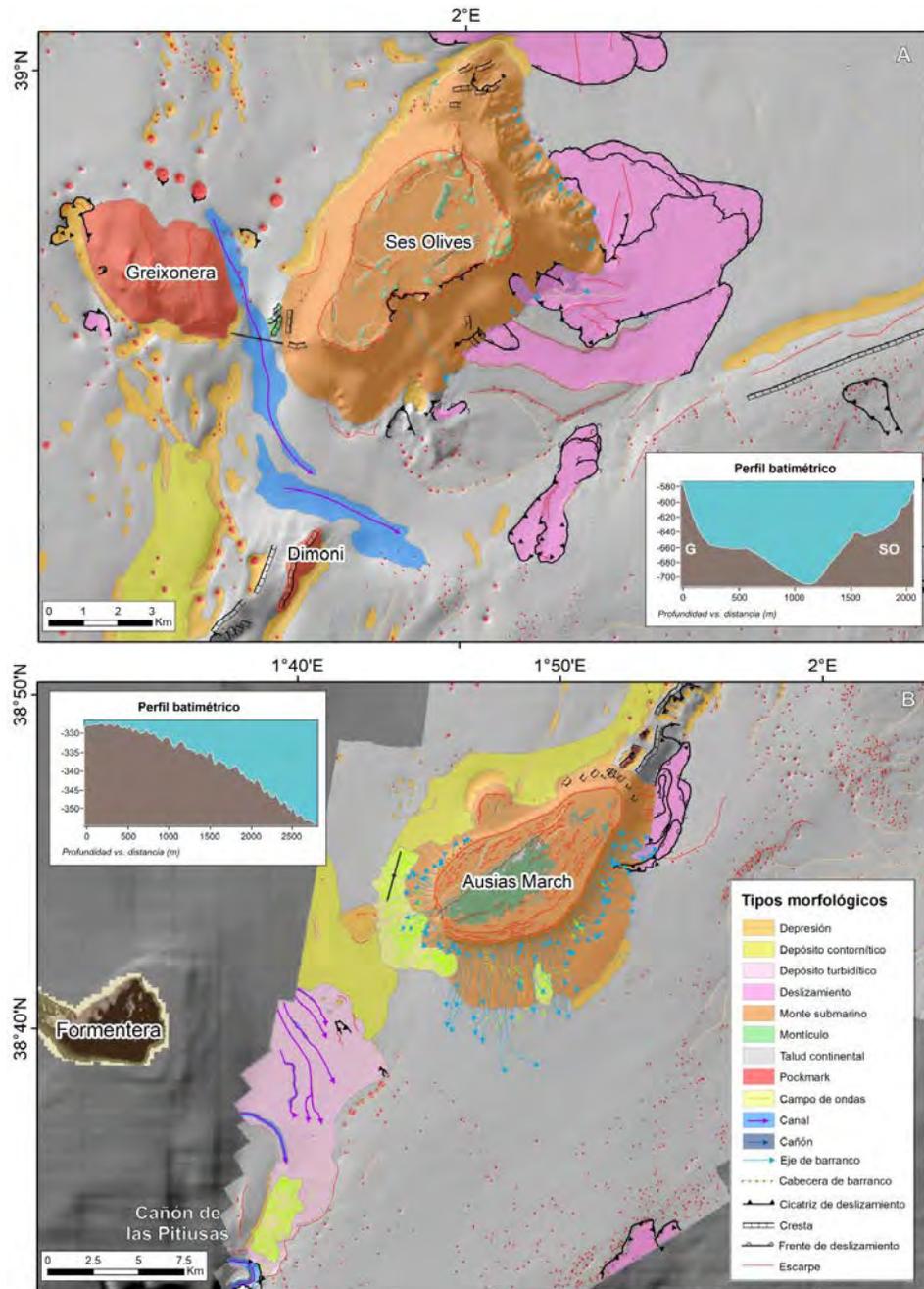


Figura 4.7. Mapa de detalle donde se diferencian los montes y colinas submarinas de origen estructural, así como los rasgos erosivos y deposicionales que afectan a los montes submarinos Ses Olives (A) y Ausias March (B), y la red de canales turbidíticos al sureste de Formentera.

Por su parte, el monte AM se localiza al suroeste del Canal de Mallorca y tiene un área de 124 km². Presenta una cima tabular y elongada en dirección NE-SO, de 12 km de largo y 6,5 km de ancho, partida de forma longitudinal por un escarpe de falla de 64 m de altura en su extremo sur y 21 m en su extremo norte. La cima está situada entre 86 y 115 m de profundidad, lo que le confiere características de plataforma aislada. Esta se caracteriza por un promontorio septentrional, en dirección NE-SO, que casi lo enlaza con So, pero situado a mayor profundidad (225-290 m) y con una serie de escarpes aterrazados, de 1 a 5 m de altura, entre el límite de la cima y el inicio de la pendiente de las laderas (Fig. 4.7B).

Las laderas de AM son muy estrechas hacia el norte y tendidas al sur, con pendientes máximas de 22 y 25°, respectivamente y una altura máxima de 265 m. Presenta pendientes máximas de 55° en el flanco inferior nordeste, donde nace el promontorio, el cual se extiende más de 9 km hacia el NE y alcanza hasta 90 m de altura. En el flanco oriental se observan pequeñas cabeceras de barrancos de forma redondeada y poco desarrolladas, entre 400 y 500 m de longitud, que se localizan en el borde de la plataforma. En su parte inferior se distinguen evidencias de inestabilidades sedimentarias, probablemente relacionados con deslizamientos, que se extienden hasta 680 m de profundidad. La base de AM en su ladera occidental se fusiona con otro pequeño promontorio de forma semicircular, entre 80 y 140 m de altura, con una longitud máxima de 15,2 km y una anchura de 9,65 km, mientras que en dirección S-E no existe una distinción clara entre la base y el talud, sino que se distinguen evidencias de inestabilidades sedimentarias y campos de ondas sedimentarias.

Las principales colinas se encuentran en el entorno de estos dos montes submarinos. Al oeste de SO se distingue un alto estructural de forma alargada en dirección NO-SE, llamado Greixonera, que cubre 13 km² y tiene 230 m de altura, 6 km de longitud y 1.5 km de ancho (Fig. 4.7A). Este relieve posee una pendiente máxima de 44°, representada por los escarpes que se localizan en su cima. Está segmentado transversalmente, lo que le confiere un aspecto irregular en planta y donde destacan dos grandes escarpes rectilíneos en dirección N-S y una zona aplacerada, de no más de 6° de pendiente, entre ambos. Hacia el norte se distinguen depósitos procedentes del mismo, que se

extienden más de 2 km. Por su parte, la colina submarina Dimoni se localiza al este del final del promontorio que une SO y AM. Con una altura de 300 m, 5 km de longitud y 900 m de anchura, cubre un área de 1,4 km². Se caracteriza por una cima cónica y laderas escarpadas de hasta 35° de pendiente.

Las crestas son relieves positivos alargados que en la zona de estudio constituyen estructuras longitudinales de orientación ENE-OSO, destacando una septentrional situada entre SO y la isla de Mallorca de 15 km de longitud y 1 km de anchura, generando un relieve comprendido entre los 25 y 75 m, y otra meridional al sureste del monte SO de 20 km de longitud, 4 km de anchura y que genera un relieve entre 50 y 75 m. Ambas son interpretadas como la expresión morfológica de pliegues anticlinales que deforman las unidades sedimentarias cuaternarias y la superficie actual del fondo marino (Fig. 4.8).

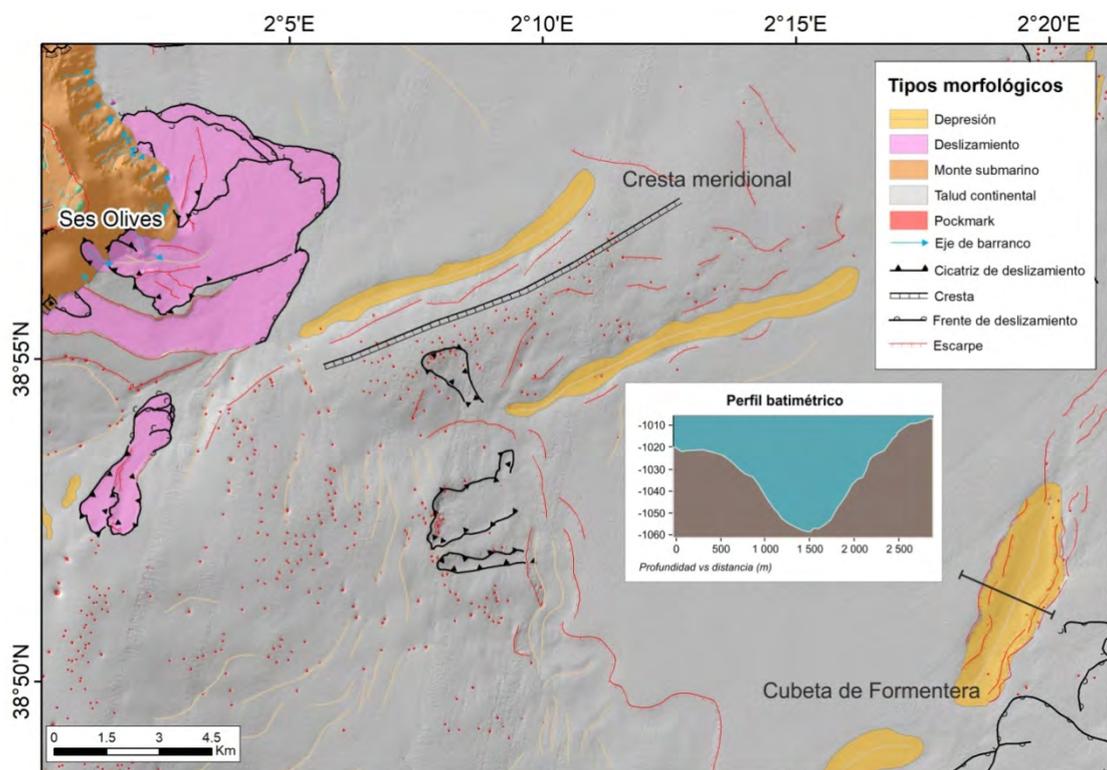


Figura 4.8. Mapa de detalle donde se diferencian los principales rasgos estructurales del tipo crestas y depresión tectónicas, localizados al sudeste del monte submarino Ses Olives.

Los escarpes estructurales se definen como la línea que marca una ruptura abrupta del terreno, generando un salto vertical y delimitado por una pendiente muy pronunciada. Estos se localizan principalmente en la cima de AM o están relacionados con crestas o depresiones estructurales. Son fundamentalmente rectilíneos y tienen direcciones predominantes de tipo NE-SO y NNE-SSO cuando están asociados a las crestas, NE-SO en la cima de AM y NO-SE a NE-SO en SO. Tienen longitudes variables entre 0,5 y 20 km, con promedios de 3,8 km y desniveles asociados que varían entre 3 y 28 m, destacando los escarpes que limitan las estructuras de gran escala, y que en los registros de sonda paramétrica se pueden observar como un salto vertical que rompe la continuidad de los reflectores que indica la presencia de fallas afectando al subsuelo marino. Por su parte, el Escarpe Emile Baudot, que abarca un área mayor que la correspondiente a este estudio, tiene una longitud de 234 km con desniveles que varían entre 1450 y 1900 m.

Las depresiones de tipo estructural presentan una orientación similar NNE-SSO a NE-SO y se localizan principalmente al norte del área de estudio, en las inmediaciones de las crestas tectónicas y al noroeste de EB, siendo denominada una de estas últimas Cubeta de Formentera (Fig. 4.8; Canals *et al.*, 1982). Presentan formas rectilíneas, delimitadas por uno o dos escarpes, y longitudes comprendidas entre 1 y 10 km, anchuras entre 0,5 y 1 km e incisiones de hasta 35 m de profundidad (Vázquez *et al.*, 2022).

c) Tipos morfológicos asociados a escape de fluidos

El principal tipo morfológico asociado a escape de fluidos desde el subsuelo, que caracteriza el área de estudio son los pockmarks. Con el fin de determinar tanto el trazado como las principales características de los pockmarks presentes en el área de estudio, se ha usado la herramienta semiautomática APM (Fernández-Salas *et al.*, en preparación), cuyo resultado ha sido la diferenciación de un total de 3593 pockmarks (Fig. 4.9). Cabe mencionar que, por razones de resolución de la batimetría, los errores propios de la adquisición de los datos y las propiedades particulares del método de cartografiado espacial semiautomático, los pockmarks con dimensiones menores a

0.00010 km² de superficie (100 m²) no se han incluido en este estudio y otros han sido cartografiados de manera manual aislando un total de 3930 pockmarks.

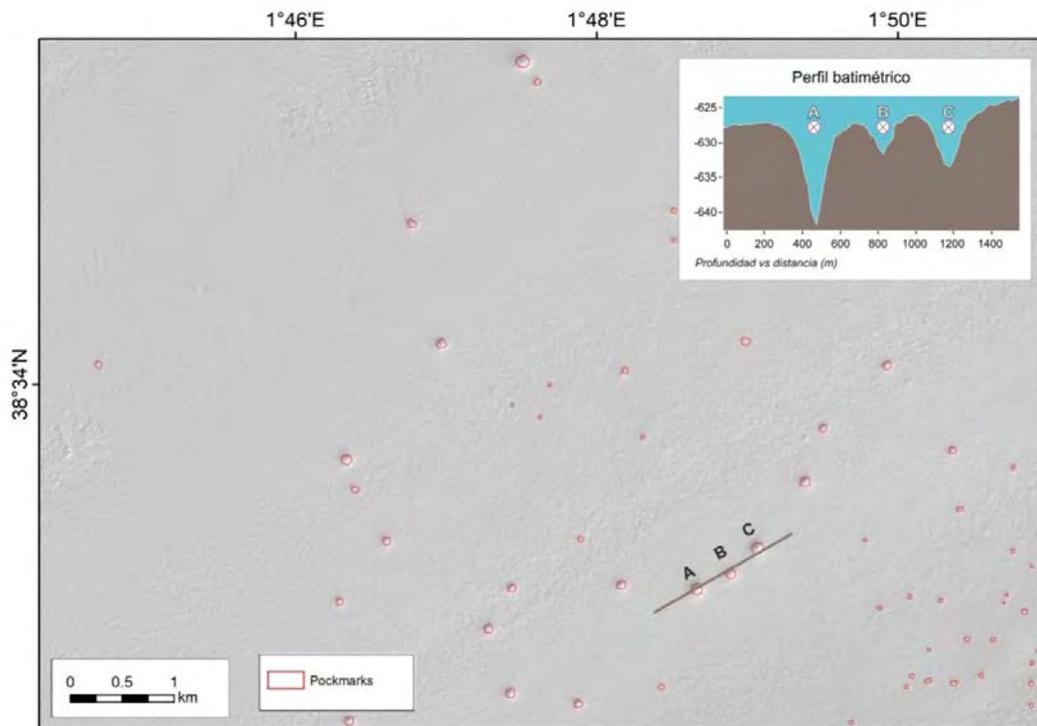


Figura 4.9. Mapa del resultado de la aplicación del módulo de herramientas APM (*Automatic Pockmark Mapping*) al campo de pockmarks localizado al sur de Ausias March. En él se muestra el perímetro de cada uno de los pockmarks diferenciados y un perfil batimétrico de tres de ellos.

Los pockmarks son depresiones con formas distintas (circulares, elípticas, asimétricas o elongadas) que se relacionan con la expulsión de fluidos, ya sean recientes o relictos, relacionados con reservorios de hidrocarburos, deslizamientos submarinos y terremotos (Hovland and Judd, 1988; Judd and Hovland, 2007; Chen *et al.*, 2015). En el área de estudio, la mayoría de ellos son circulares en planta (Fig. 4.10), ocupan un área total de 16 km² e individualmente ocupan superficies de hasta 0.18 km². Su altura varía entre 1 y 20 m y se encuentran a profundidades entre 301 y 1178 m.

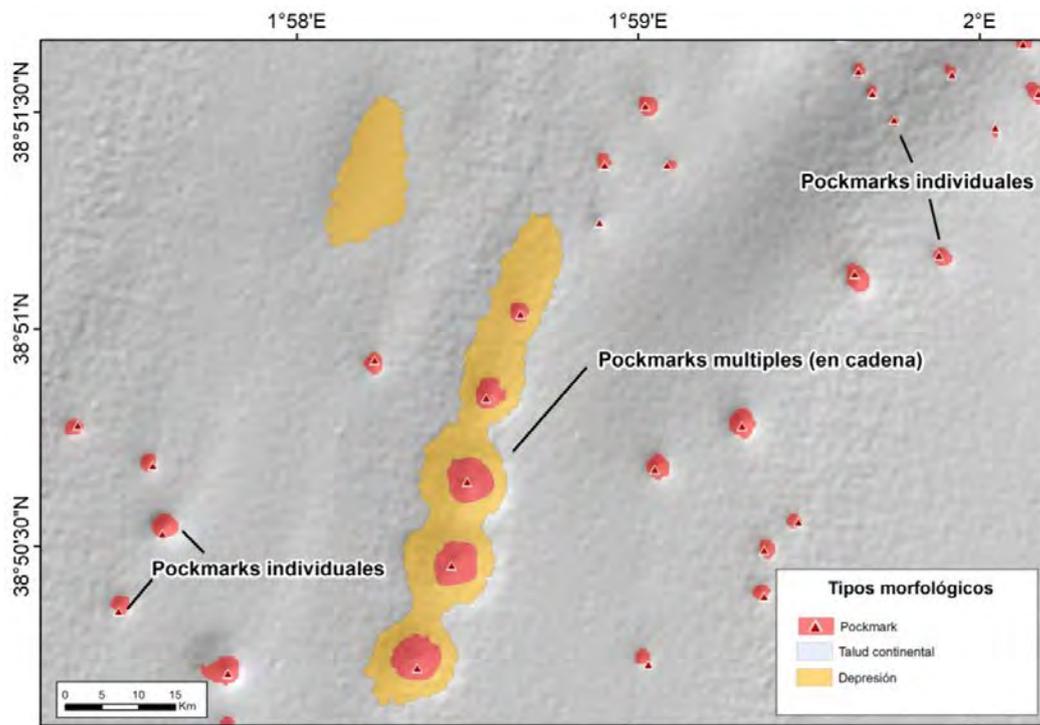


Figura 4.10. Mapa de detalle del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), donde se diferencian los pockmarks clasificados como individuales o múltiples (formando cadenas) en depresiones originadas por la acción de las corrientes de fondo.

Los pockmarks aparecen fundamentalmente como unidades aisladas, aunque en ocasiones se presentan en pequeños grupos o como cadenas de pockmarks. Se han encontrado 3500 pockmarks de manera aislada y 430 formando grupos y cadenas de pockmarks (Fig. 4.8). Se disponen espacialmente formando tres campos diferentes, que se extienden casi 1000 km² por los fondos sedimentarios del área de estudio, exceptuando los propios montes submarinos, comprendiendo concentraciones de 1 hasta 6,8 pockmarks por km² (Fig. 4.11). Estos campos de pockmarks presentan distintos contextos morfogenéticos, que se detallan a continuación:

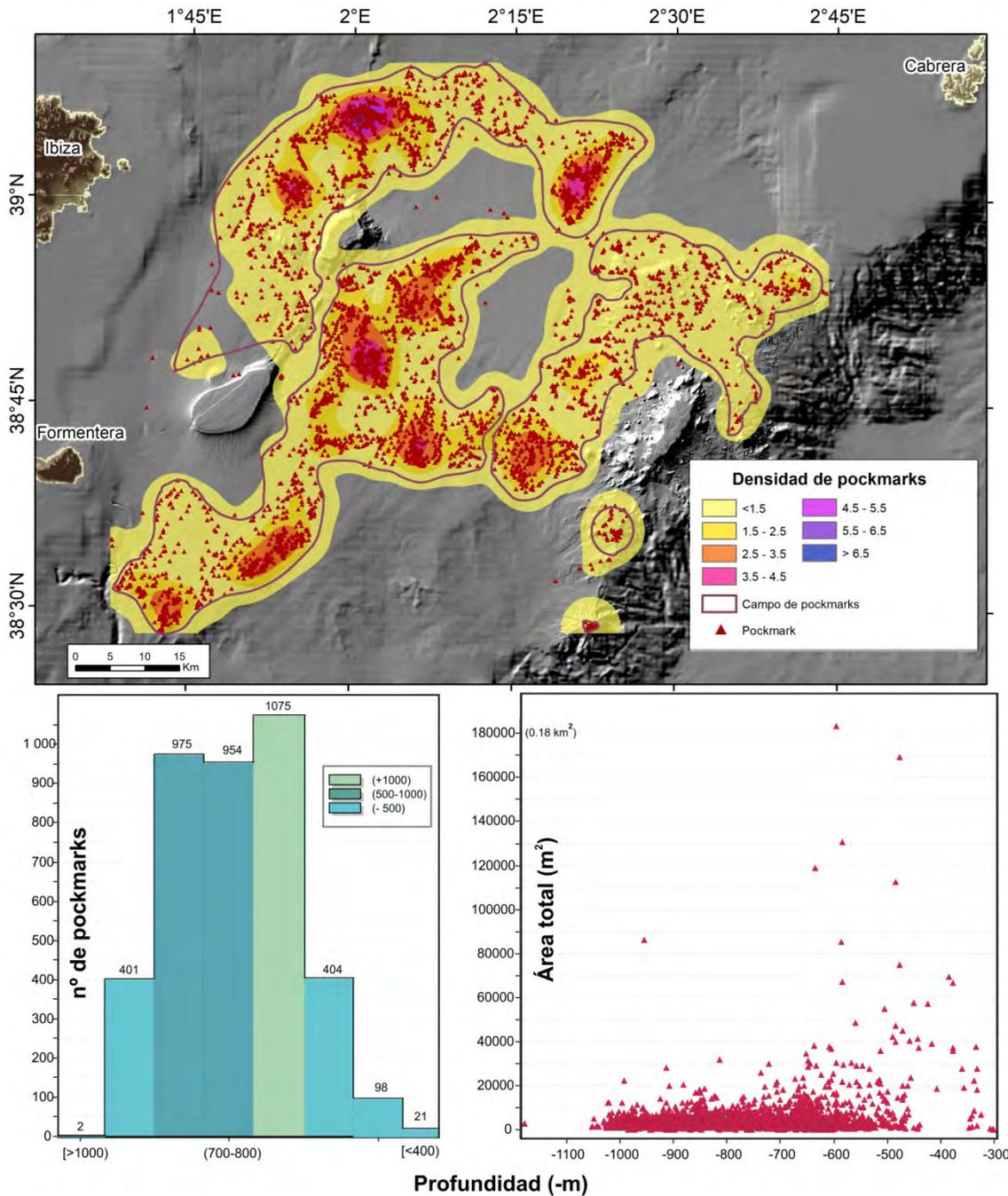


Figura 4.11. Mapa de densidades de pockmarks en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). En él se muestra el centroide de cada pockmark y los tres campos de pockmarks identificados.

- El campo noroeste engloba 1287 pockmarks entre 327 y 1025 m de profundidad, con la concentración más alta de todo el área de estudio, localizada al norte

deSO (hasta 300 pockmarks en un área de $\sim 100 \text{ km}^2$; Fig. 4.11). Estos pockmarks se encuentran principalmente sobre cicatrices y depósitos de deslizamiento localizados al norte de SO, así como en cadenas de pockmarks encajados en surcos y depresiones erosivas de orientación NE-SO, que en ocasiones, se desarrollan sobre depósitos contorníticos en las inmediaciones de las colinas submarinas de Greixonera y Dimoni.

- El campo central incluye 1723 pockmarks que van desde 458 a 1029 m de profundidad. Estos pockmarks se localizan sobre depresiones erosivas, de hasta 11 km de longitud, que atraviesan todo el talud continental medio con una orientación NE-SO, creando redes de canales erosivos que desembocan en el Escarpe Emile Baudot, así como al sur de AM, sobre un fondo aplacerado sedimentario de gran extensión.
- El campo sureste engloba 905 pockmarks desde 490 a 1178 m de profundidad, que se localizan en el entorno de EB, principalmente en los fondos cercanos a sus laderas norte, este y sur. Se caracterizan por su diseminación y estar situados cerca de escarpes y depresiones estructurales, así como pequeñas cicatrices de deslizamientos.

El hecho de que los pockmarks aparezcan en los fondos sedimentarios adyacentes a los montes submarinos y otros tipos morfológicos estructurales y ligados a inestabilidades sedimentarias, hace que se asocien a: (i) la presencia de fallas en profundidad, por donde se facilita la expulsión de fluidos con sobrepresión (gas o agua) y cuya huella en superficie sea la formación de estas depresiones (Acosta *et al.*, 2013), aunque durante la toma de datos y muestras en las campañas de investigación oceanográfica de este proyecto, no se ha tenido evidencia de emanaciones de gas activas; y (ii) la diagénesis resultado del proceso de compactación, especialmente en arcillas, en que se genera un aumento de la presión de fluidos en los sedimentos, favoreciendo el escape de estos fluidos (salmuera), que en ocasiones están asociados a los eventos de deslizamientos, de forma que las cicatrices de estos movimientos en masa podrían utilizar los pockmarks como puntos de debilidad estructural. Por lo tanto, estos pockmarks posiblemente son rasgos relictos y que se haya mantenido su morfología en el tiempo

por la acción de las corrientes de fondo imperantes en el área de estudio. Este tipo morfológico presenta especial interés, puesto que conforma un hábitat de interés comunitario (HIC 1180: Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases).

d) Tipos morfológicos erosivos

Entre los principales rasgos erosivos identificados, cabe destacar los sistemas de cañones submarinos existentes en el Escarpe Emile Baudot y talud insular de Formentera. También los sistemas de barrancos que afectan a las laderas de los montes submarinos y los canales y depresiones erosivas que se extienden por los fondos adyacentes del Canal de Mallorca (Figs. 4.4 y 4.7 y 4.12).

Los sistemas de cañones submarinos presentes en la zona de estudio tienen una extensión muy poco representativa, y ninguno ha sido cartografiado en su totalidad. Son valles excavados principalmente en el talud continental (pudiendo encontrarse su cabecera en la plataforma continental insular) y juegan un papel fundamental en la transferencia de sedimento desde ambientes someros hacia zonas profundas. Estos grandes valles se definen como morfologías de relieve negativo, de geometría en planta de forma elongada y con perfiles en forma de V (cuando están más erosionados) o U (más colmatados de sedimento). Entre los principales elementos arquitectónicos de un cañón submarino podemos diferenciar longitudinalmente: (i) la cabecera de cañón, que es la cicatriz que limita un cambio brusco de pendiente en su parte más somera, dando lugar a un salto vertical que suele presentar forma dendrítica en planta; y (ii) el eje del cañón, que es la incisión axial a favor de la pendiente, de forma rectilínea o sinuosa en planta, que constituye la mayor extensión longitudinal sobre la que tiene lugar el transporte sedimentario.

En la zona de estudio destacan dos cabeceras de cañón que se desarrollan al este, en relación con el Escarpe Emile Baudot y una serie de canales erosivos, de origen turbidítico, que se observan transversales al talud del sur de Formentera. El mayor de ellos correspondiente a la parte distal del Cañón de las Pitiusas (Fig. 4.7B).

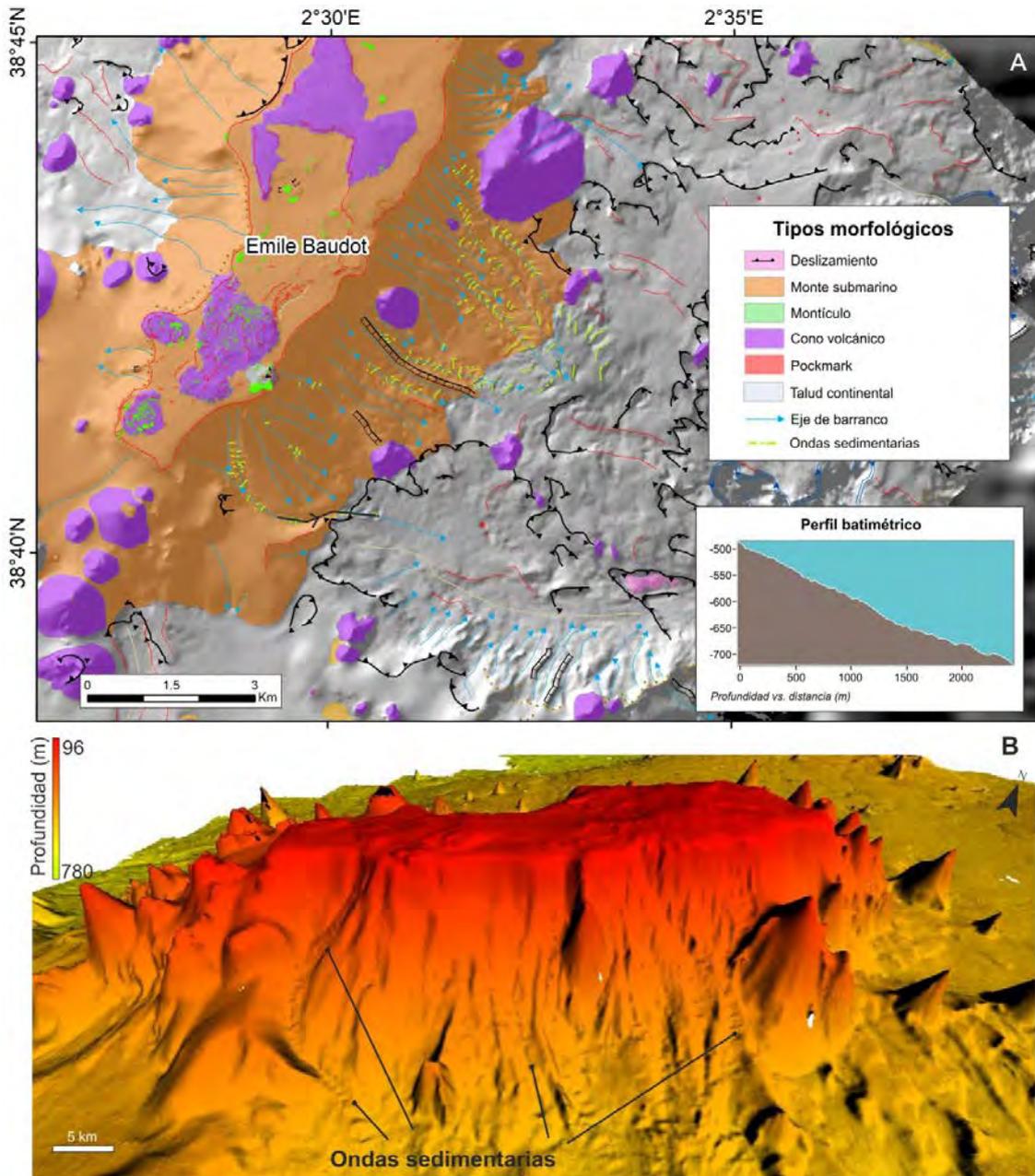


Figura 4.12. Mapa de detalle donde se diferencian los principales rasgos erosivos y deposicionales que afectan al monte submarino Emile Baudot.

Las cabeceras de cañón se desarrollan a partir de 1050 m de profundidad, tienen una longitud que varía entre 5 y 10 km, y presentan forma de anfiteatro en planta. Los canales están inmersos en un abanico deposicional turbidítico y se desarrollan, paralelos entre sí, a partir de 340 m de profundidad hasta 720 m. Tienen longitudes

entre 2,8 y 7 km, y presentan formas rectilíneas a sinuosas según van ganando profundidad. El relieve negativo de estos valles va desde 1 a 10 m, con la excepción de la incisión del Cañón de las Pitiusas, que llega hasta 90 m (Fig. 4.7B).

Hacia el norte del área de estudio se distingue otra zona con presencia de canales, localizada entre SO y Greixonera, que se desarrollan entre 590 y 670 m de profundidad. Tienen una longitud entre 3,5 y 8 km y su relieve negativo es muy irregular a lo largo de su trazado, desde 15 a 75 m. Los canales localizados entre estos relieves batimétricos están considerados canales contorníticos, fruto de la acción erosiva de la masa de agua LIW (*Levantine Intermediate Water*) a su paso sobre el fondo marino, cuya dirección predominante es hacia el SO, lo que explica la orientación de estas depresiones, principalmente NO-SE (Fig. 4.7A).

Otros procesos de erosión y transporte de sedimento desde las zonas más someras de las cimas de los montes submarinos hacia el talud, generan la formación de otros sistemas de valles submarinos, a menor escala, como son los barrancos submarinos. Se han identificado 93 barrancos submarinos, que se desarrollan fundamentalmente en la ladera norte de SO, laderas sudeste y suroeste de AM (Fig. 4.7), ladera norte del guyot Bel y las laderas este y oeste de EB (Fig. 4.12).

Por último, se han identificado 255 depresiones, que se extienden principalmente en los fondos colindantes al norte de SO y entre AM EB, y se forman en zonas donde predominan los pockmarks, cubriendo profundidades desde 335 a 1002 m. Presentan longitudes entre 198 y 1086 m, con áreas desde 0,1 a 10 km² y pequeñas incisiones en torno a 1-5 m de relieve. Se distribuyen de manera general subparalelas entre ellas, siguiendo orientaciones NO-SE al norte de SO y NE-SO al sur de la zona de estudio (Fig. 4.7). El origen de estas depresiones está íntimamente ligado a la erosión producida por corrientes de fondo e inestabilidades sedimentarias que modifican la forma de los pockmarks (Fig. 4.10), que en algunos casos se fusionan, creando estas depresiones a modo de canales irregulares y con el tiempo se profundizan, desarrollando mayores incisiones y fondos más suavizados. En este sentido, esta geoforma evidencia como las corrientes de fondo y los procesos gravitacionales pueden interaccionar, formando

depresiones irregulares y con distinta orientación en ambientes profundos, cuando ya existe una erosión previa generada por procesos de expulsión de fluidos.

e) Tipos morfológicos deposicionales

Entre las principales formas deposicionales existentes en la zona de estudio destacan los depósitos contorníticos, los depósitos turbidíticos y los campos de ondas sedimentarias. A continuación se describen estas estructuras.

Los depósitos contorníticos son grandes acumulaciones de sedimento, generadas por la acción de las corrientes de fondo, que se desplazan generalmente de forma paralela al margen continental, erosionando, transportando y depositando materiales del fondo marino. Uno de los depósitos observados domina todo el sector oeste, adosado a AM y a las crestas que se desarrollan al norte de este monte submarino, cubriendo un área de 42,5 km² (Fig. 4.7). Se sitúa a 335-525 m de profundidad y presenta una forma elongada en planta, con 24 km de longitud y 2 km de media en anchura. El otro depósito se localiza al sur del primero, desarrollándose entre los depósitos turbidíticos procedentes de los barrancos submarinos del sur de Formentera y el campo de ondas al sur de AM. Ocupa un área de ~25km² y presenta una forma muy irregular en planta, resultado de su encajamiento entre otros tipos morfológicos, con una dimensión de 6 km de longitud y 2,8 km de anchura.

Los depósitos turbidíticos son grandes acumulaciones sedimentarias, transportadas por la acción de corrientes de turbidez desde zonas someras hasta zonas profundas del talud continental a través de sistemas de cañones, barrancos o canales submarinos. Los depósitos turbidíticos presentes en la zona de estudio, se relacionan con el sistema de canales y barrancos al sur de Formentera y representan una extensión lobular desde 350 a 615 m de profundidad, con orientación NE-SO, ocupando una superficie de 55 km².

Las corrientes de fondo son también responsables de la presencia del campo de ondas sedimentarias al sur de AM. Las ondas sedimentarias se desarrollan fundamentalmente en la base de este monte submarino, a lo largo de un área de aproximadamente 16 km²

y a profundidades comprendidas entre 270 y 425 m (Fig. 4.7). De manera general, se observa un cambio de orientación de E-O a NE-SO conforme aumenta la profundidad. Se han identificado otras dos zonas de campos de ondas, relacionadas con los flujos turbidíticos existentes en la red de canales al sur de Formentera y asociadas a los barrancos submarinos existentes en las laderas sur de AM y EB, fundamentalmente, donde estas formas de fondo se desarrollan por el confinamiento de los flujos de sedimentos a través de los barrancos que los transportan desde la cima a los fondos adyacentes (Fig. 4.12). La longitud de onda varía entre 20 y 60 m, y presentan alturas entre 1 y 3 m en el caso de las ondas ligadas a corrientes de contornos, y entre 0,5 y 1,5 m en el caso de las ondas asociadas a corrientes turbidíticas, con perfiles muy asimétricos (Figs 4.7 y 4.12).

f) Tipos morfológicos biogénicos

Los campos de montículos que se desarrollan en las cimas de los tres montes submarinos SO, AM y EB son el principal rasgo biogénico del Canal de Mallorca (Figs. 4.4 y 4.13). Los montículos se definen como pequeñas elevaciones del terreno, que se presentan de forma aislada o agrupada (campo de montículos). Pueden ser superficiales o encontrarse enterrados (cubiertos de sedimento) y pueden ser estructuras relictas o contemporáneas. Se le atribuye un posible origen mixto entre estructural, erosivo y volcánico, y con bioconstrucciones superpuestas, que dan lugar a la presencia de formas monticulares (probablemente, montículos carbonatados y/o con presencia de rodolitos). En el Canal de Mallorca se han identificado más de 1100 montículos carbonatados y un gran campo que se extiende a lo largo de la cima de AM.

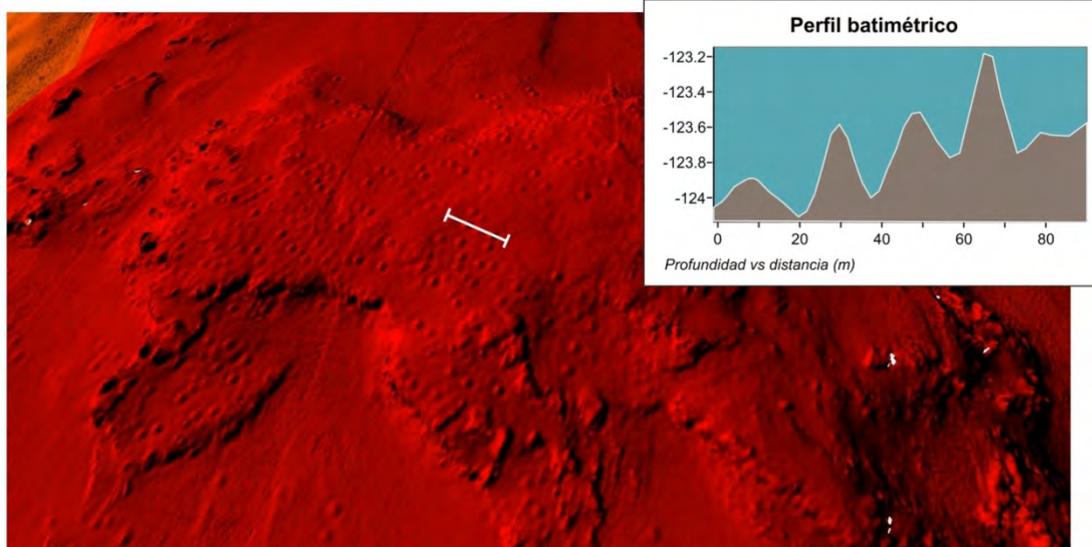
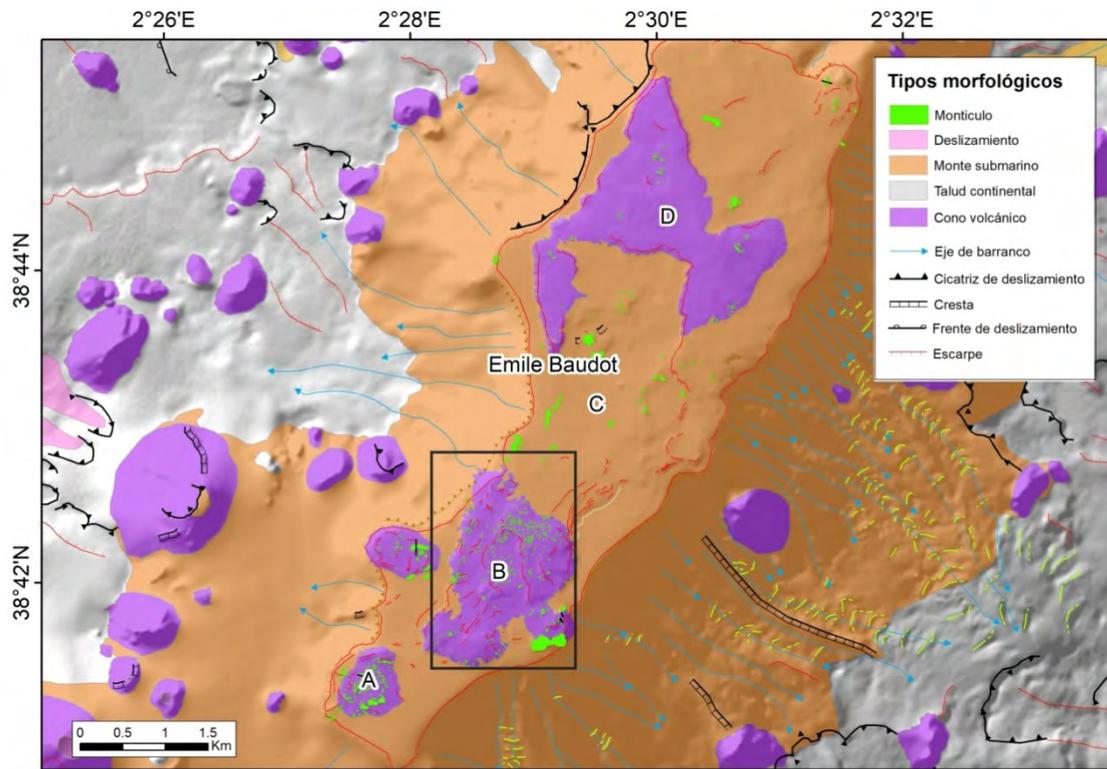


Figura 4.13. Mapa de detalle de la cima del monte submarino Emile Baudot, donde se diferencian los distintos montículos de morfología elongada y circular.

En la cima de SO se han identificado 225 montículos que se desarrollan principalmente de manera aislada, se ubican a profundidades de 235-300 m y cubren una superficie de 1.46 km² (Fig. 4.7A). Presentan formas redondeadas y elongadas en dirección NE-SO principalmente, longitudes variables entre 10 y 200 m, aunque pueden unirse alcanzando los 980 m de largo, con alturas entre 1 y 15 m.

La cima de AM se caracteriza por presentar en su área central un campo de montículos de 14 km^2 , que se localiza entre 105 y 120 m de profundidad. Este campo presenta un patrón globular y tiene una longitud de 7 km, una anchura de 2,5 km y una altura variable entre 5 y 15 m (Fig. 4.7B). Hacia el norte de la cima se han identificado más de 100 montículos circulares y elongados de menor tamaño y relieve que cubren un área de $0,35 \text{ km}^2$.

Por último, en la cima de EB se han identificado cerca de 800 montículos, que cubren un área de $0,3 \text{ km}^2$, distribuidos entre 122 y 168 m de profundidad. Estos montículos se concentran principalmente en cuatro zonas de la cima (A, B, C y D en Fig. 4.13), que coinciden con elevaciones interpretadas como conos volcánicos truncados, siendo muy numerosos en las zonas más occidentales y menos numerosos en las más orientales (Fig. 4.13). Se caracterizan por presentar formas muy irregulares y elongadas, con longitudes hasta 200 m y alturas entre 2 y 6 m, que se localizan de forma diseminada a través de las 4 zonas, mientras que los montículos circulares tienen longitudes entre 4,5 y 16,5 m, alturas comprendidas entre 0,2 y 1,65 m y se concentran en la zona B (Fig. 4.13), generando un aspecto muy rugoso del fondo marino en el que se desarrollan.

g) Tipos morfológicos gravitacionales

Los tipos morfológicos gravitacionales dominantes incluyen los deslizamientos submarinos, muy abundantes en la zona de estudio (Figs. 4.4 y 4.14). Son desprendimientos de tierra a lo largo de una superficie de ruptura, es decir, movimientos de sedimento y rocas debido a inestabilidades en el talud, que por gravedad, se deslizan a lo largo de un plano. Las causas pueden ser variadas: acumulación de carga sedimentaria, terremotos, presencia de hidratos de gas, acción de las corrientes, filtración de agua, etc., y no requieren necesariamente grandes pendientes para poder generarse. Son fundamentales en el modelado de los márgenes continentales, porque remueven y transfieren grandes cantidades de sedimento hacia medios marinos más profundos de forma gravitacional a favor de la pendiente, siendo por lo tanto muy comunes en los taludes continentales y en áreas específicas como los montes submarinos. El deslizamiento abarca desde la cicatriz o cabecera hasta el frente

del depósito. La cicatriz del deslizamiento marca la zona de despeque de la masa deslizada y el frente representa el final del depósito en el que se genera un relieve sobre el fondo marino actual. En la zona de estudio los deslizamientos cartografiados se localizan a lo largo de todo el talud continental, y tienen su origen tanto en las laderas de los montes y colinas submarinas como en los fondos adyacentes, asociados a los escarpes y crestas estructurales principalmente, y a las cabeceras de barrancos y cañones submarinos con menos relevancia. De manera general, la extensión de la zona de deslizamientos abarca un área de 303 km², aunque no se han podido cartografiar todos ellos al completo, ya que la delimitación del área de estudio impide ver en algunos casos las cicatrices y en otros los límites completos de la masa deslizada (Fig. 4.14). En los perfiles del subsuelo se ha observado también la presencia de estos deslizamientos, enterrados por unidades sedimentarias más modernas, lo cual podría indicar que es un proceso común en la evolución de este margen continental durante el Cuaternario.

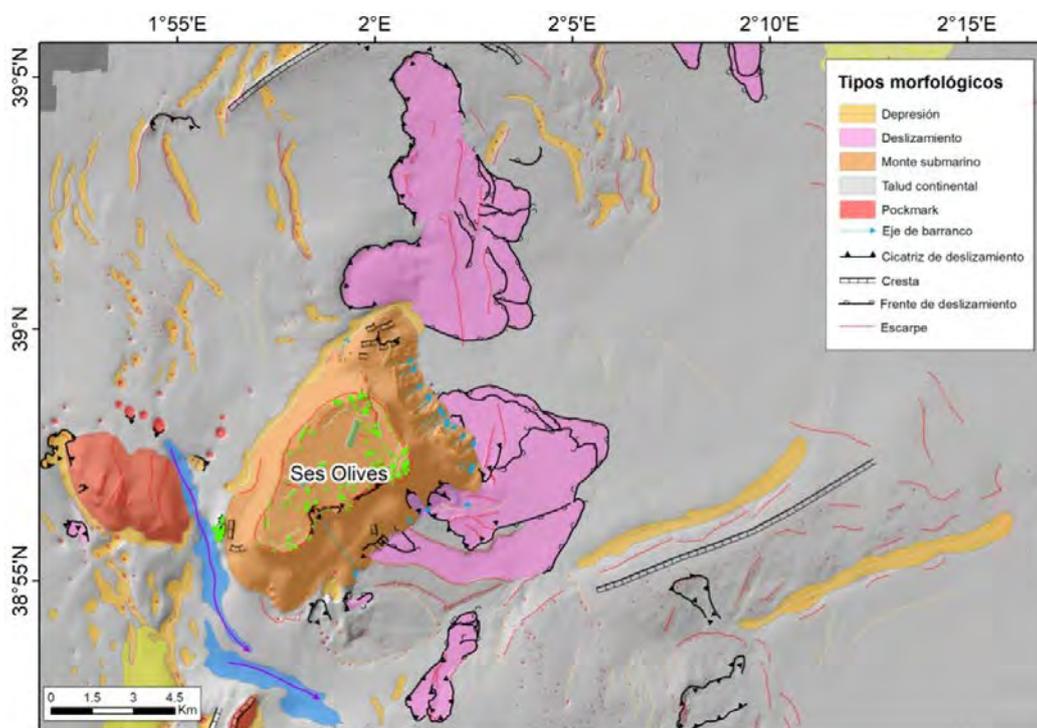


Figura 4.14. Mapa de detalle de los principales deslizamientos submarinos que afectan al monte submarino Ses Olives y a los fondos adyacentes.

Las cicatrices de deslizamientos se han identificado en las cimas de SO y EB y en sus fondos adyacentes. Dos cicatrices están localizadas al sudeste de la cima de SO, a una profundidad entre 270 y 300 m, y otras dos al noroeste de la cima de EB, entre 150 y 175 m de profundidad. Estas cicatrices tienen forma semicircular, con longitudes entre 1,7 y 2,5 km, hasta 5 km. Las cicatrices que se identifican en los fondos adyacentes son más numerosas, destacando aquellas asociadas a pockmarks en el sector situado más al norte del área de estudio.

Los cuerpos de deslizamientos se extienden entre 1 y 11 km desde las cicatrices y generan relieves sobre el fondo marino de más de 20 y hasta 50 m de espesor en los perfiles sísmicos, identificándose apilamientos de, al menos, 4 episodios diferentes (Figs. 4.4, 4.7 y 4.14). En este sentido, la superficie afectada por las inestabilidades sedimentarias es del orden del 10% del área de estudio (500 km²), relacionadas principalmente con procesos tectónicos y de expulsión de fluidos.

4.1.3. Caracterización sedimentológica

En el Canal de Mallorca, las muestras de sedimentos superficiales recolectadas durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES se distribuyen entre 86 y 1062 m de profundidad, de manera heterogénea, sin un patrón definido. Teniendo en cuenta los principales tipos morfológicos definidos en el Apartado 4.1.2, la mayoría de las muestras de sedimento se encuentran ubicadas en las cimas y laderas de los montes submarinos SO, AM y EB, distribuyéndose el resto en los fondos adyacentes, que incluyen los distintos campos de pockmarks y otros tipos morfológicos que se extienden a lo largo de todo el talud medio, como los deslizamientos o campos de ondas sedimentarias, entre otros (Fig. 4.15). En los siguientes apartados, se describen las principales características texturales y geoquímicas de los sedimentos muestreados en el Canal de Mallorca.

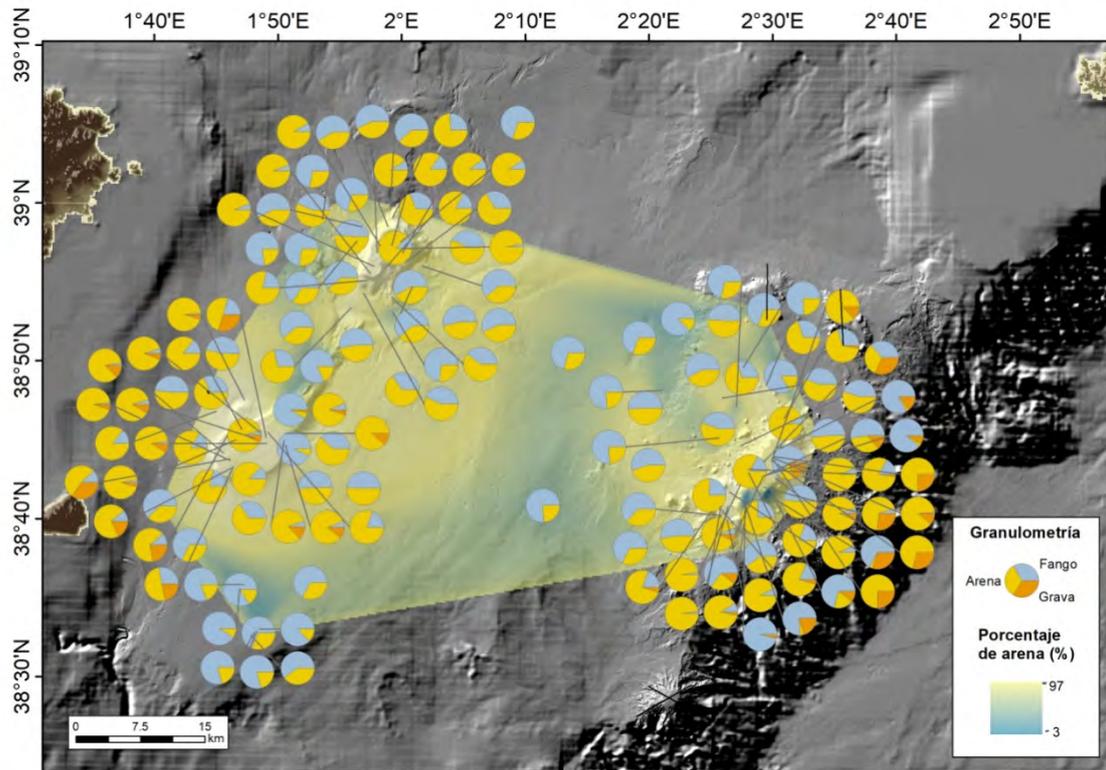


Figura 4.15. Distribución espacial de las principales fracciones texturales en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

4.1.3.1. Distribución espacial de las principales fracciones texturales

Las principales fracciones texturales que se han utilizado para caracterizar el sedimento superficial del Canal de Mallorca son el contenido en grava, arena y fango, ya que su representación en los diagramas ternarios de Folk (1954), Connor *et al.* (2006) y Long (2006), permiten clasificar los sedimentos de acuerdo con los porcentajes relativos de dichas fracciones. El mayor porcentaje de los sedimentos analizados son finos (<2 mm) y varían desde fango, fango arenoso, arena fangosa y arena (según Folk, 1954; Fig. 4.16A), que en el diagrama textural para hábitats equivaldrían a sedimentos de tipo fango y fango arenoso a arena y arena fangosa (según Connor *et al.*, 2006 y Long, 2006; Fig. 4.16B). Se observa la existencia de sedimentos con textura de limo arenoso y, en menor medida, limo y arena limosa en función de su porcentaje en limo (Connor *et al.*, 2006; Long, 2006). Las muestras con contenidos variables en grava >5% presentan diferentes texturas en función de los porcentajes relativos de arena y fango, pudiendo

clasificarse como sedimentos mixtos (Connor *et al.*, 2006; Long, 2006) en los que predomina la arena fango-gravosa, la arena gravosa y el fango gravoso (Folk, 1954). En la zona de estudio, los sedimentos clasificados como gruesos (Connor *et al.*, 2006; Long, 2006) se caracterizan por presentar una textura mayoritariamente de arena gravosa, arena fango-gravosa y fango gravoso y, en muy bajo porcentaje, grava fangosa y fango gravoso (Folk, 1954).

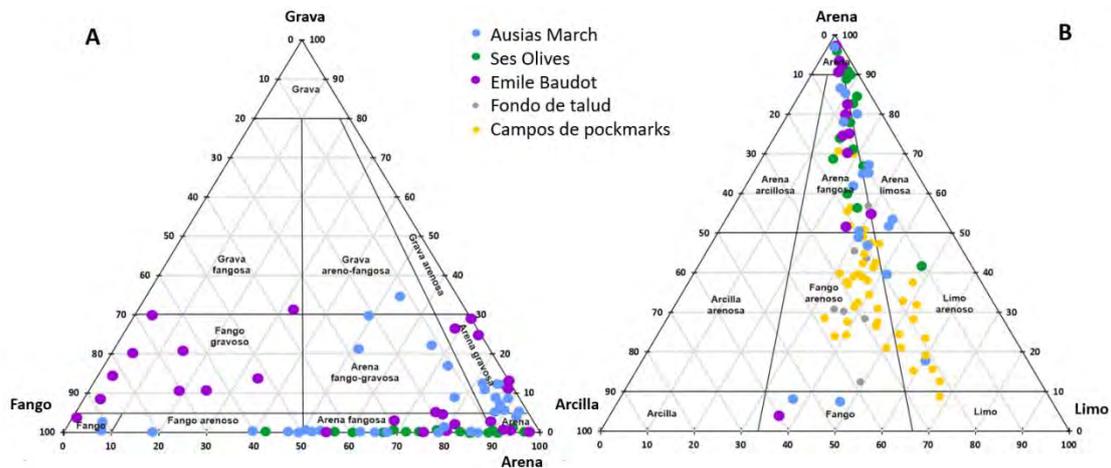


Figura 4.16. Textura de las muestras de sedimento analizadas durante el proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), según los diagramas ternarios propuestos por: (A) Folk (1954); y (B) Connor *et al.* (2006) y Long (2006); en función del porcentaje (%) de frecuencia de grava, arena y fango, diferenciando las muestras recolectadas en los montes submarinos Ses Olives, Ausias March y Emile Baudot, los campos de pockmarks y los fondos adyacentes del talud continental medio.

Para realizar una caracterización general de la zona de estudio, se han analizado los resultados texturales mediante diversos algoritmos de interpolación (*Natural Neighbor*, *Inverse Distance Weighted: IDW*; *Kriging*), limitando en *Environment Settings* la extensión de procesamiento y poniendo un límite espacial en el análisis de rásteres. Los resultados de las diferentes zonas han sido agrupados en un solo ráster para cada parámetro (tamaño medio de grano, mediana o Q_{50} y *sorting*) mediante la herramienta *Mosaic to new raster*, para tener una escala de variación homogénea entre todas las zonas y poder observar la variación a escala regional, aunque limitada a una capa discontinua. La comparativa entre los distintos métodos de interpolación ha mostrado

el método de interpolación *Natural Neighbor* como el que se ajustaba mejor a los datos existentes y a las estructuras geológicas ya conocidas sin generar grandes artefactos. Sin embargo, para una mejor visualización de los valores puntuales para cada parámetro analizado, para el contenido en arena de toda la zona de estudio se ha decidido utilizar como mapa base una capa ráster continua, generada mediante *kriging*, ya que el contenido en grava es bastante bajo en la zona y el contenido en fango es inversamente proporcional al de arena. Teniendo en cuenta las observaciones realizadas durante el muestreo de sedimentos en las diferentes campañas y los resultados obtenidos en laboratorio, las principales características de los sedimentos, de acuerdo con las zonas establecidas anteriormente (montes submarinos SO, AM y EB, fondos adyacentes del talud medio y campos de pockmarks y deslizamientos, entre otros) serían las siguientes.

Las cimas de los tres montes submarinos están dominadas por la existencia de arenas medias-gruesas bioclásticas, mientras en sus flancos el sedimento pasa a ser más fangoso, según aumenta la profundidad. En las zonas más profundas del talud existen fondos caracterizados por sedimentos fango-arenosos y de arenas finas, con material bioclástico: bivalvos, pterópodos, erizos y, en ocasiones, rodolitos (Fig. 4.16).

Los sedimentos asociados a la cima de SO están dominados por la existencia de arenas medias-gruesas bioclásticas, con una media del contenido en arena del 90%, clasificados como sedimentos con textura arena y arena fangosa, asociados a los montículos observados en la cima entre 235 y 300 m de profundidad (Fig. 4.17). En la cima existen también afloramientos rocosos y campos de montículos carbonatados, que se corresponden con rocas sedimentarias. Hacia sus flancos, el sedimento pasa a ser más fangoso según aumenta la profundidad, con menor porcentaje en arena (68% en promedio) y mayor porcentaje en fango (32%), con texturas tipo fango arenoso con pequeños bioclastos y fragmentos líticos en las zonas más someras (<250 m de profundidad), hasta un fango de aspecto coloidal saturado en agua hacia las zonas más profundas, debido a que se trata de sedimento muy reciente, que aún no ha sufrido pérdida de agua ni compactación. Bajo estas capas de sedimento superficial de poco espesor (<2 cm) se observa un fango homogéneo más compacto y plástico.

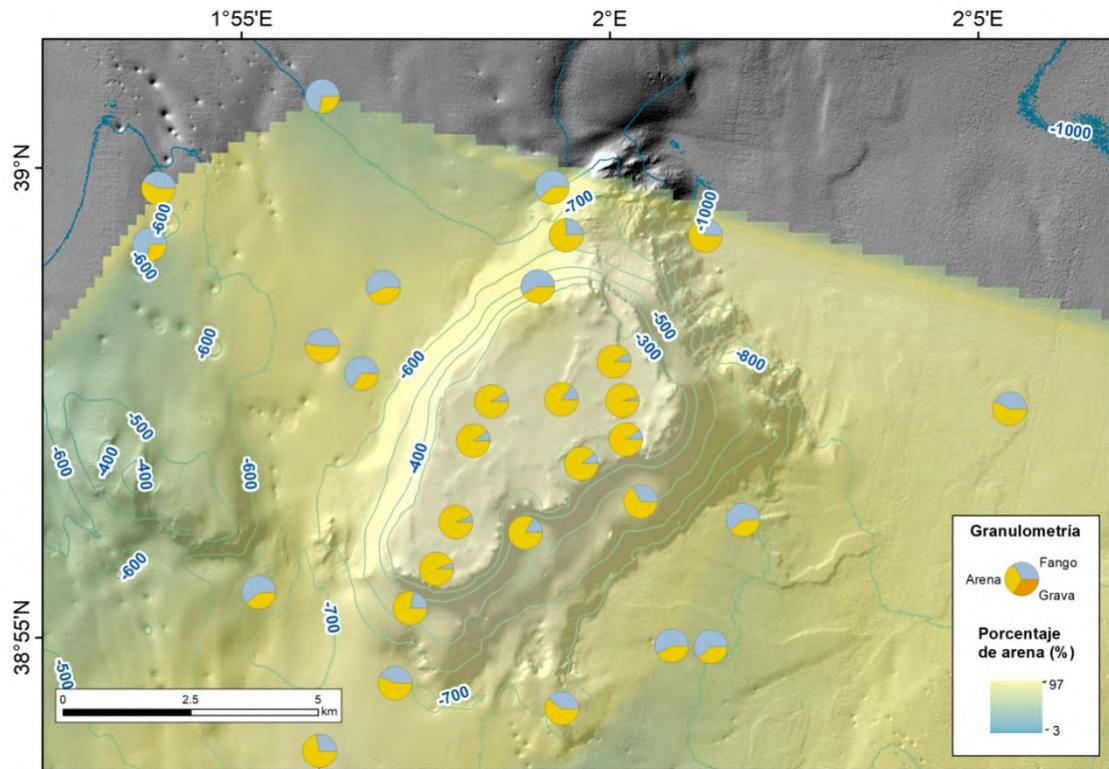


Figura 4.17. Distribución espacial de las principales fracciones texturales en el monte submarino Ses Olives.

Los sedimentos correspondientes a la cima de AM son más gruesos que en SO (Fig. 4.18), observándose sedimentos gruesos y mixtos con texturas que van, principalmente, desde la arena gravosa (con máximos del 35% en grava) a arena fango-gravosa (hasta el 28% en fango). En las laderas y áreas adyacentes a AM los sedimentos son más finos, con texturas desde el fango a la arena limosa (hasta 36% en limo), disminuyendo su tamaño de grano con textura de tipo limo arenoso (hasta 61% en limo) hacia la colina Dimoni. Existen afloramientos rocosos en el promontorio septentrional de AM y en el espolón situado al norte del mismo.

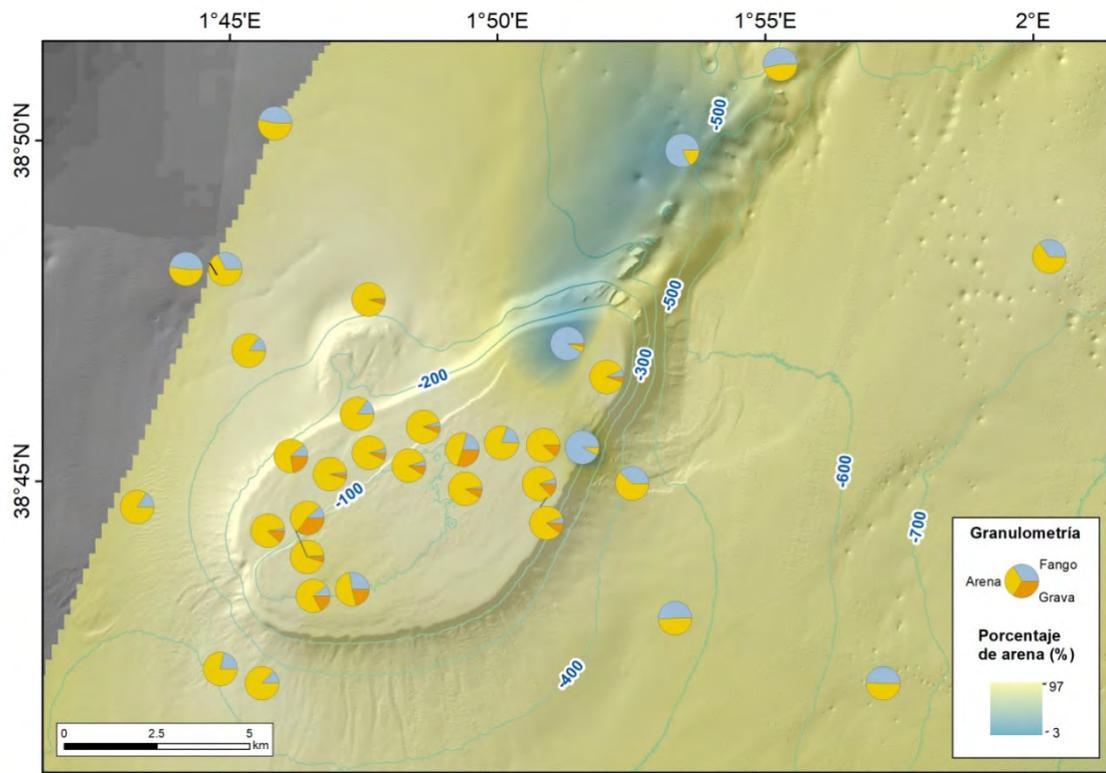


Figura 4.18. Distribución espacial de las principales fracciones texturales en el monte submarino Ausias March, el espolón rocoso al norte y la colina Dimoni.

La textura de los sedimentos superficiales en EB es bastante heterogénea. Sobre la zona más somera del monte submarino (<200 m de profundidad), que abarca la cima y la parte superior de las laderas, se deposita una capa de sedimentos gruesos (Fig. 4.19), que van desde la arena gravosa (hasta 92% de contenido en arena) y sedimentos mixtos de fango gravoso (hasta 83% en fango) a sedimentos tipo arena (hasta 98% en arena) y arena fangosa (hasta 48% en contenido en fango) en algunas zonas de la cima. Del mismo modo, las arenas y las arenas fangosas se observan en los flancos de EB y en sus áreas adyacentes con conos volcánicos (Fig. 4.19). Se han localizado afloramientos rocosos en la cima, laderas y en el entorno del EB, pero en este caso se corresponden con rocas de origen volcánico.

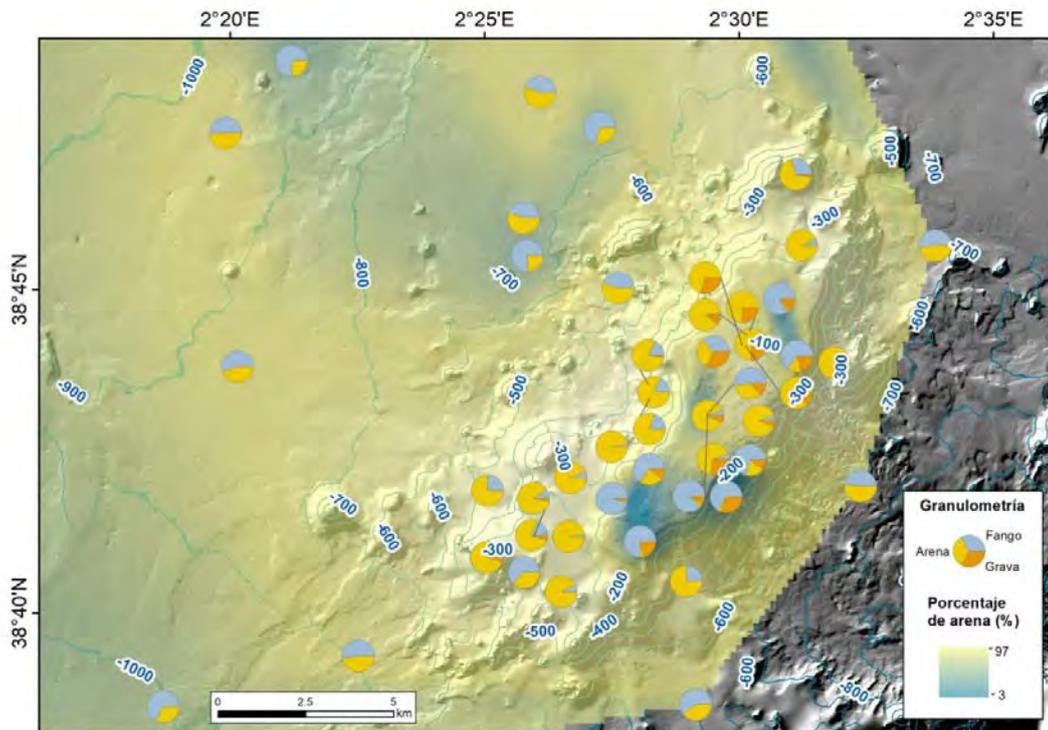


Figura 4.19. Distribución espacial de las principales fracciones texturales en el monte submarino Emile Baudot y en los conos volcánicos de los fondos adyacentes.

En los fondos adyacentes se han muestreado diferentes tipos morfológicos de gran importancia, entre los que diferenciamos fundamentalmente los campos de pockmarks que rodean a los montes submarinos, los campos de ondas sedimentarias y los deslizamientos. En general, los sedimentos de estas depresiones son principalmente de tipo fango-arenoso (Fig. 4.15) y no presentan evidencias de emisión de fluidos. El campo de pockmarks ubicado al sur de AM está constituido principalmente por fango-arenoso y limo arenoso, con 53% en promedio de contenido en limo y 22 y 25% de contenido en arcilla y arena, respectivamente (Fig. 4.15). El campo de pockmarks observado al noroeste de SO presenta sedimentos de textura fango arenoso, donde el contenido en limo (40% de valor medio) es mayor que la arcilla (23%) y la arena (37%). Por último, el campo de pockmarks localizado al norte de EB es de tipo fango-arenoso, que cambia a sedimentos más gruesos, principalmente arenas fangosas hacia áreas más al norte. Como valor medio, el sedimento está caracterizado por unos porcentajes de 42, 36 y 22% de contenido en arena, limo y arcilla, respectivamente. La principal diferencia entre los campos de pockmarks cartografiados es el contenido en limo y

arena, mientras que el contenido en arcilla es similar en todos ellos. Las texturas más gruesas se han observado en el campo de EB, mientras que las más finas se observan en el campo al sur de AM.

De los once testigos de gravedad recuperados en pockmarks, se seleccionó uno de ellos (TGog) para su estudio sedimentológico, mineralógico y geoquímico. El testigo TGog se compone de 246,5 cm de sedimentos formados por alternancias de arcilla, limo y niveles de arena fina (Fig. 4.20), cuyos índices geoquímicos Si/Ti y Ca/Ti revelan la existencia de niveles más enriquecidos en sílice, que visualmente se ha relacionado con la presencia de mayor contenido en cuarzo, así como de niveles más carbonatados asociados al contenido fósil calcáreo. Los niveles más empobrecidos en Si/Ti y Ca/Ti se relacionan con sedimento más arcilloso, con menor contenido fósil y partículas de cuarzo, y más enriquecido en aluminosilicatos.

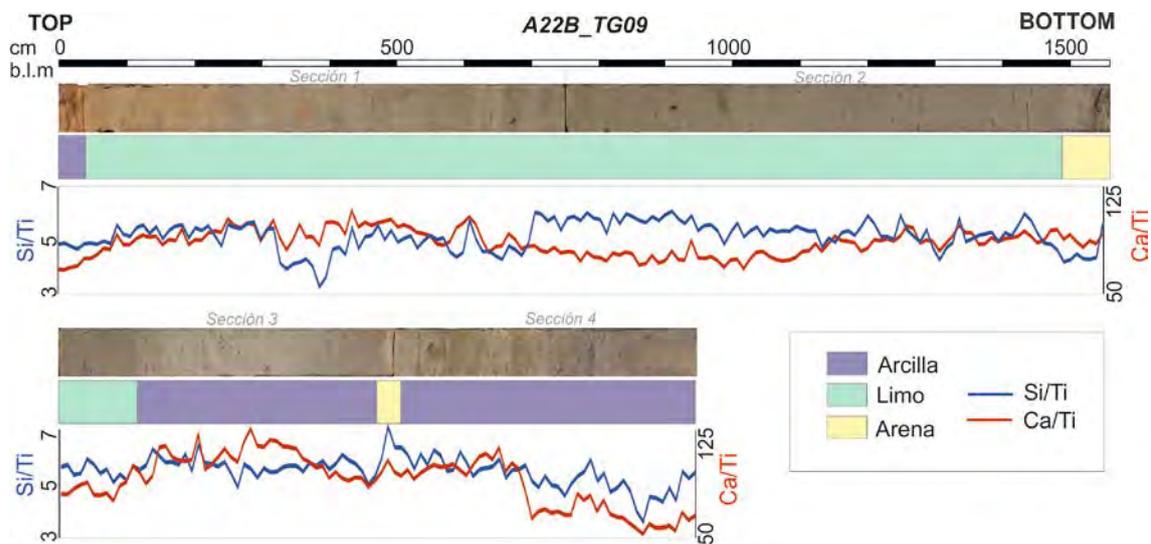


Figura 4.20. Testigo de gravedad TGog obtenido en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el proyecto INTEMARES, donde se muestra en colores los diferentes intervalos texturales que se han identificado y la distribución en profundidad de los índices geoquímicos Si/Ti y Ca/Ti.

Los campos de ondas de sedimento, localizados principalmente al sur y sureste de AM, presentan una textura arena fangosa (con un valor medio de 83% en contenido en arena), siendo la fracción fina predominante el limo, con valores medios de 10%, siendo la fracción arcilla la menos presente (6% en promedio). La fracción grava no se

encuentró en ninguna de las muestras. Por su parte, algunas muestras de sedimento recopiladas sobre depósitos de deslizamientos, muestran sedimentos con textura fango-arenosa con limo (hasta 50%) como fracción fina predominante (Fig. 4.18).

4.1.3.2. Distribución espacial de parámetros granulométricos

Como se ha descrito anteriormente en la metodología (Apartado 3.1.1.2), a partir del análisis granulométrico de los sedimentos se han calculado una serie de parámetros granulométricos, que permiten conocer el comportamiento general del conjunto de las variables medidas e interpretar tendencias dinámicas del área estudiada. Se han realizado diferentes cartografías que muestran la distribución de los parámetros más representativos en la zona de estudio.

Según los resultados obtenidos a partir de las fórmulas propuestas por Folk y Ward (1957) para el cálculo de los parámetros granulométricos, la zona de estudio se caracteriza de manera general por unos valores de tamaño medio de grano, calculados a partir del parámetro D₅₀ o mediana, que oscilan entre 2,92 y 1260 μm (desde limo muy fino a arena muy gruesa, respectivamente; Fig. 4.21). El valor promedio de este parámetro en la zona de estudio se encuentra en el rango de la arena fina (185 μm). En general, se observa un aumento del tamaño medio de grano desde la cima de los montes hacia los fondos adyacentes del talud medio (Fig. 4.21). El valor de D₅₀ es mucho más representativo que el valor de la media para describir la variabilidad del tamaño medio de las partículas en la zona de estudio, por lo que se describe únicamente este valor y su distribución espacial.

La cima de AM muestra los valores medios de D₅₀ más altos, en el rango de la arena gruesa (545 μm), seguidos de la cima de EB en el rango de la arena media (259 μm) y la cima de SO en el rango de la arena fina (220 μm). Los flancos de los montes submarinos, así como los fondos adyacentes del talud medio muestran un valor medio de D₅₀ mucho menor que las cimas, en el rango de la arena muy fina (113 μm).

El valor correspondiente a la arena muy gruesa (2-1 mm), se observa puntualmente en la cima de EB, mientras que los valores asociados a la arena gruesa (1-0,5 mm) se

distribuyen mayoritariamente en la cima de AM y, en menor medida, en la cima de EB. La arena media, con valores de D₅₀ que varían entre 500 y 250 μm , se observan principalmente en la cima de AM y EB, y puntualmente en sus flancos, así como minoritariamente en la cima de SO. Los valores correspondientes a la arena fina (250-125 μm) predominan en la cima de SO y, en menor medida, en la cima de AM y EB, así como en el flanco nordeste y sudeste de ambos montes submarinos. La arena muy fina, con valores entre 125 y 63 μm , se distribuye en los fondos adyacentes cercanos a los montes submarinos. A medida que aumenta la profundidad hacia los fondos del talud medio, el tamaño de partícula se hace más fino, dominando los valores de D₅₀ correspondientes al limo (63-4 μm). En la cima de EB, se observan también valores correspondientes al limo (63-4 μm) y a la arcilla gruesa (4-2 μm).

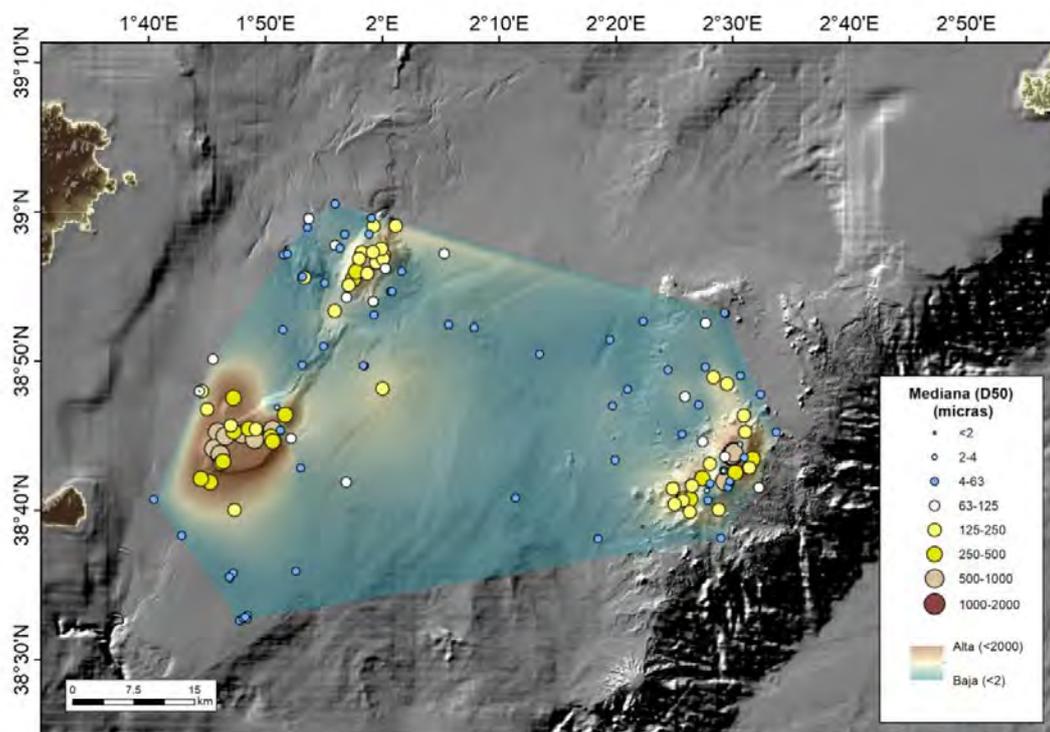


Figura 4.21. Distribución del tamaño medio de grano, estimado a partir de la mediana (D₅₀) en los sedimentos superficiales del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el proyecto INTEMARES.

El parámetro granulométrico relacionado con el grado de selección, o *Sorting* (σ), está condicionado por la mezcla de partículas de diferente tamaño y, por tanto, refleja la

heterogeneidad en los sedimentos. La mayor parte de las muestras de sedimento presenta un grado de selección muy pobre ($\sigma > 4$), tanto en la cima de AM y EB, como en sus flancos y sobre todo en los fondos adyacentes del talud medio. En la cima de SO y en determinadas zonas de la cima de EB, se observan sedimentos con un grado de selección pobre ($\sigma = 2-4$). Únicamente en dos muestras, obtenidas en el flanco suroeste de EB, se observan valores de *Sorting* (σ) moderados, entre 1,62 y 2 (Fig. 4.22).

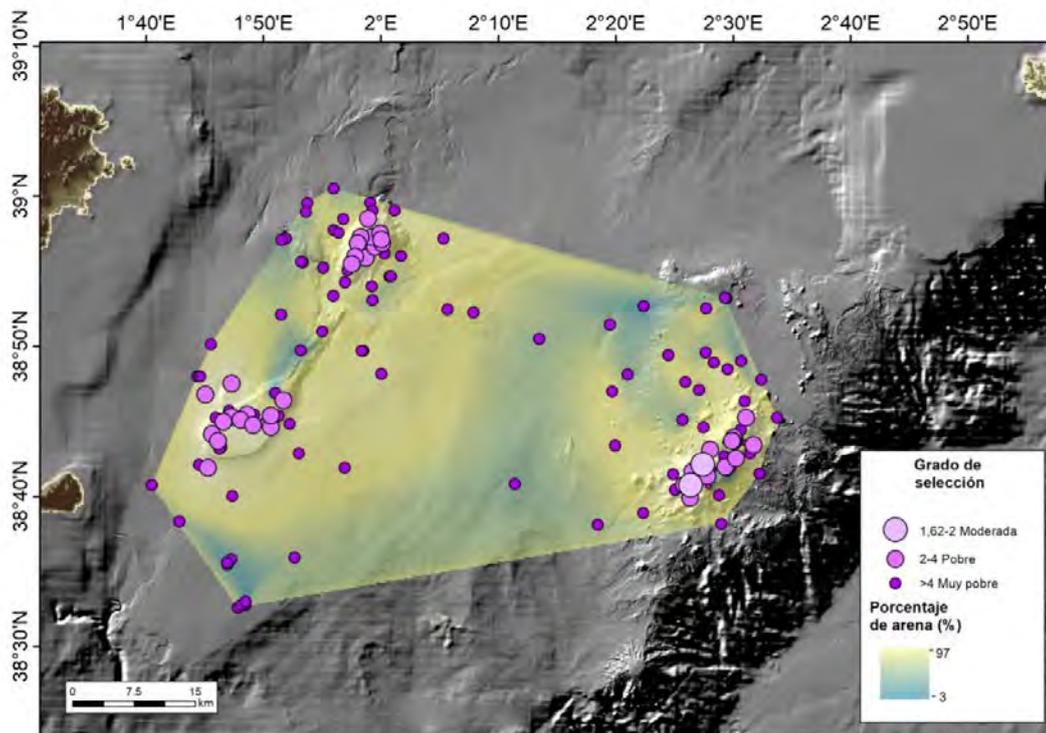


Figura 4.22. Distribución espacial de los valores del grado de selección, o *Sorting*, estimados en los sedimentos superficiales del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el proyecto INTEMARES.

4.1.3.3. Distribución espacial del contenido en carbonato

La distribución espacial del contenido en carbonato inorgánico de los sedimentos está muy relacionada con la distribución de arena y grava en los sedimentos (Fig. 4.15), evidenciando que su origen está ligado, principalmente, a la presencia de partículas bioclásticas. Los valores del contenido en carbonato (carbono inorgánico) de los sedimentos superficiales del área de estudio varían entre 19,5 y 52,5%, con un valor medio de 27,9% (Fig. 4.23). Su distribución espacial muestra los valores máximos

(>43%) en las cimas de AM y EB, extendiéndose en sus flancos hasta 250 m de profundidad. De manera general, la distribución del contenido en carbonato es opuesta a la distribución del contenido en materia orgánica (Fig. 4.24). Los valores intermedios (43–34%) se distribuyen desde 250 a 350 m de profundidad, incluyendo la cima de SO. El resto del área de estudio, a partir de 350 m de profundidad, está cubierta por sedimentos con bajo contenido en carbonato (<34%), observándose los valores mínimos en los fondos del talud continental medio.

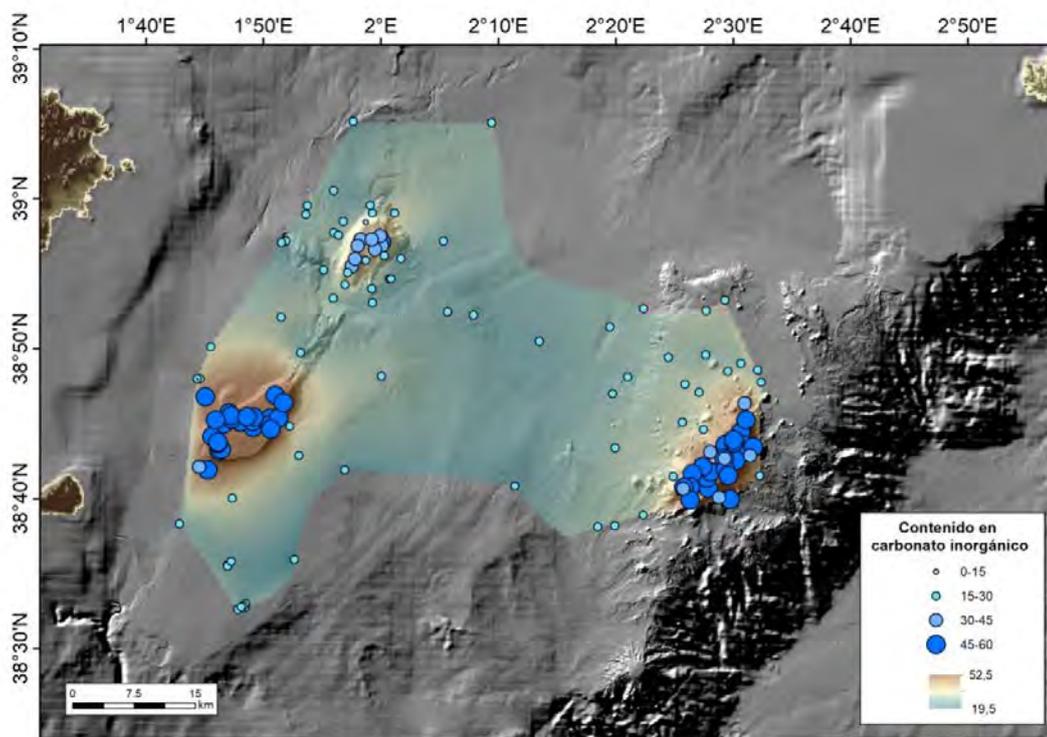


Figura 4.23. Distribución espacial de los valores del contenido en carbonato, estimados en los sedimentos superficiales del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el proyecto INTEMARES.

4.1.3.4. Distribución espacial del contenido en materia orgánica

La distribución espacial del contenido en materia orgánica en los sedimentos, está claramente relacionada con la proporción de fango (Fig. 4.15), ya que tiende a acumularse en sedimentos más finos. Los valores del contenido en materia orgánica de los sedimentos superficiales del área de estudio varían entre 4 y 14,3%, con un valor medio de 10,4% (Fig. 4.24). Los valores mínimos (4,6–9,3%) se observan en los

sedimentos de las cimas de los tres montes submarinos (SO, EM y EB), extendiéndose a lo largo de sus flancos hasta 300–350 m de profundidad. El resto del área estudiada muestra valores de intermedios a altos de contenido en materia orgánica (9,3–14,3%), observándose los valores máximos en los fondos más profundos del talud medio.

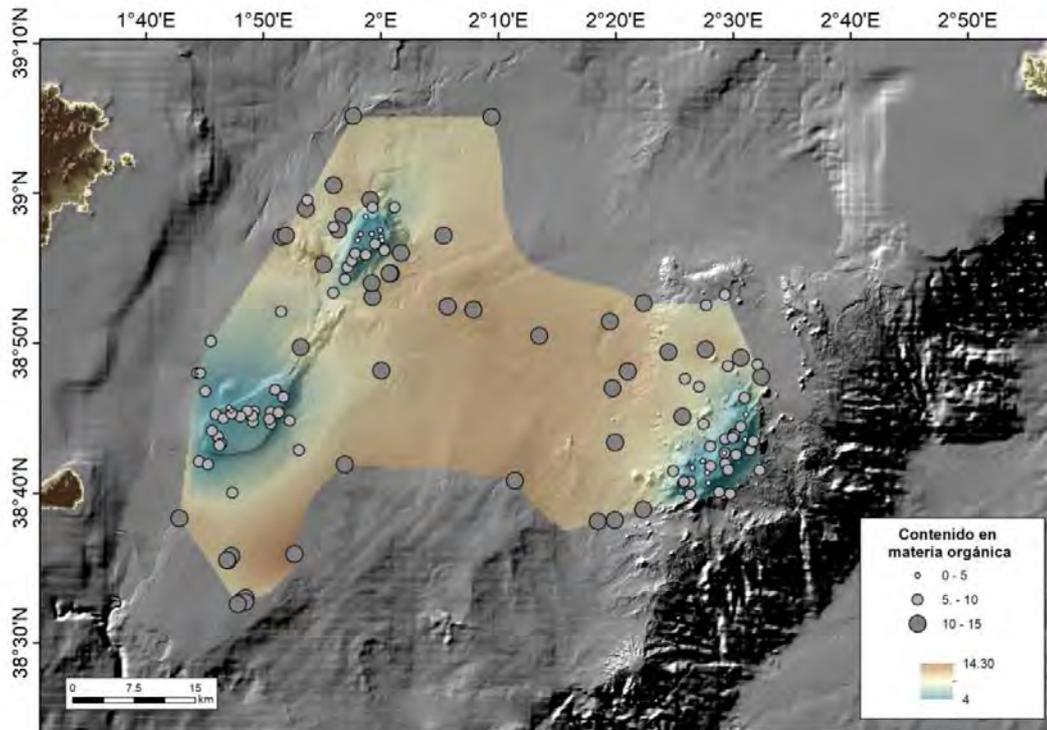


Figura 4.24. Distribución espacial de los valores del contenido en materia orgánica, estimados en los sedimentos superficiales del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el proyecto INTEMARES.

4.1.3.5. Tipos de sustrato

Para catalogar los distintos tipos de sustrato, se ha utilizado la información de la batimetría y reflectividad del fondo obtenida con ecosonda multihaz, de los perfiles de ecosonda paramétrica y su correlación con los resultados de los análisis granulométricos obtenidos con los muestreos directos realizados con dragas y, de manera complementaria, la integración de la información analizada de los transectos de vídeo con vehículos de observación remota. La información obtenida con la batimetría y la reflectividad y los perfiles de ecosonda paramétrica nos permiten discriminar de manera fiable entre sustratos duros (consolidados) y sustratos blandos

(no consolidados). Los muestreos directos son el método más fiable para determinar la naturaleza y textura de los sedimentos superficiales, aunque es posible que existan sustratos secundarios, normalmente sedimentarios, que tapicen y enmascaren la presencia de un sustrato primario rocoso. Cuando nos enfrentamos a capas centimétricas de sustrato sedimentario, el análisis de video puede resolver este problema, ya que aporta información sobre la naturaleza del sustrato inmediatamente inferior (normalmente rocoso), aunque presenta limitaciones tales como información limitada al transecto del video, distancia del vehículo remoto sobre el fondo, turbidez y removilización de sedimento, así como imposibilidad de distinguir el tamaño real de las partículas en detalle (Fig 4.25).

Tras el análisis de la morfología y reflectividad, el conjunto de las muestras de sedimento y las imágenes de video, podemos abordar la caracterización de los tipos de sustrato. La primera subdivisión consiste en diferenciar aquellos sustratos duros y consolidados, que ofrecen una alta rugosidad del terreno y alta reflectividad, de los sustratos blandos de tipo sedimentario, que presentan una baja rugosidad y reflectividad de intermedia a baja. En el primer grupo se han diferenciado cuatro tipos de sustrato: 1) roca aflorante, 2) sustrato duro subaflorante o sedimento compacto (fango compacto), 3) rodolitos o fondos de maërl y 4) arrecifes fósiles de ostréidos. Estos dos últimos se localizan principalmente en las cimas de los montes submarinos AM y EB y parte superior de sus laderas. Para el segundo grupo se han establecido otras cuatro categorías, siguiendo la clasificación de Folk (1954) modificada por Long (2006) para el sistema EUNIS de clasificación de hábitats: 1) sedimento grueso, 2) sedimentos mixtos, 3) arena y arena fangosa y 4) fango y fango arenoso.

4.1.3.5.1. Sustrato duro y consolidado

La roca aflorante es un tipo de sustrato de alta reflectividad, que en la zona de estudio suele presentarse como grandes afloramientos de relieve positivo e irregular con elevada pendiente, y se corresponden fundamentalmente con costras carbonatadas y rocas de origen volcánico (Fig. 4.25A). Este tipo de sustrato alberga comunidades bentónicas de gran interés para la conservación, debido a la facilidad de anclaje para

especies sésiles y servir de refugio para especies móviles. Este sustrato se encuentra sobretodo formando afloramientos de alta reflectividad y mayor rugosidad en montes, colinas y conos volcánicos, así como en crestas y cabeceras de cañones y barrancos. En ocasiones, y especialmente en la cima de los tres montes submarinos (SO, AM y EB), este sustrato se observa formando campos de grandes bloques monticulados.

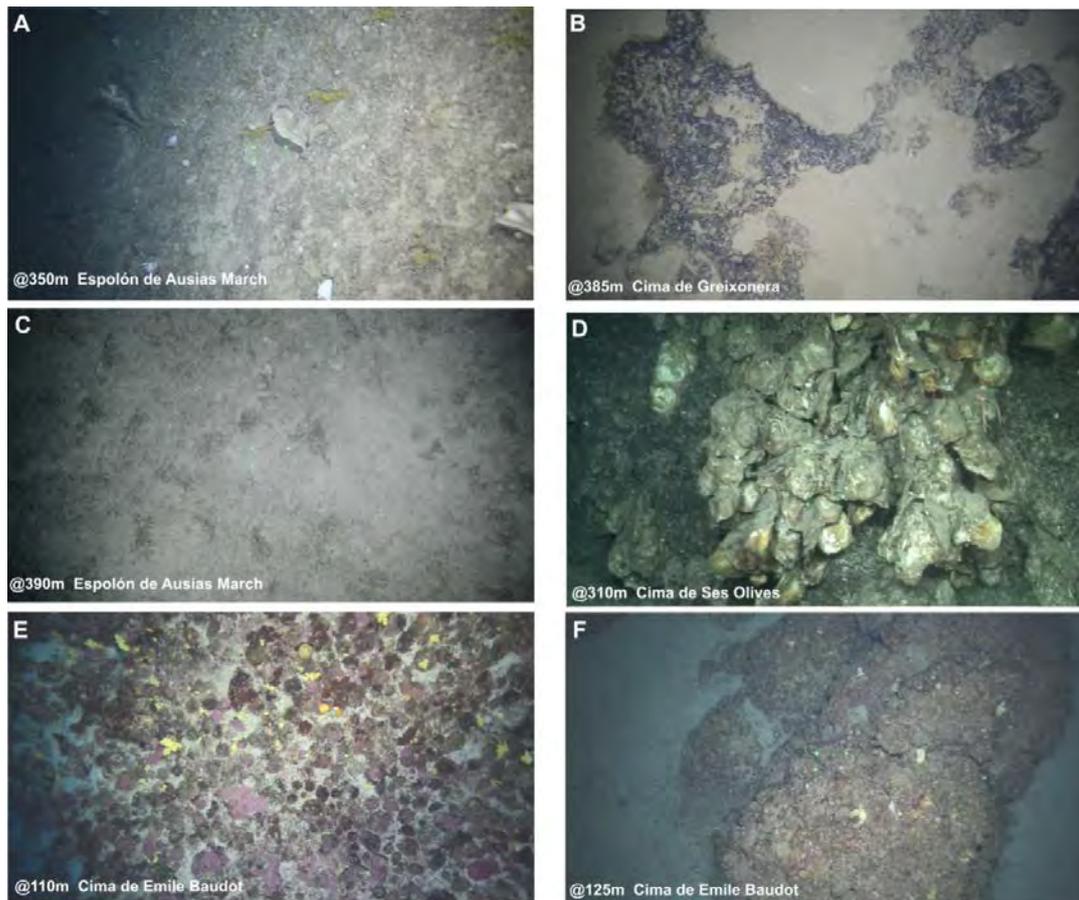


Figura 4.25. Imágenes obtenidas con trineo fotogramétrico TASIFE y ROV Liropus 2000 durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares; Mediterráneo occidental). Se distingue: A) roca aflorante con especies sésiles; B) sustrato duro subaflorante, total o parcialmente cubierto de sedimento mixto; C) sustrato duro compuesto por restos de corales parcialmente enterrados por sustrato sedimentario de sedimento mixto; D) arrecifes de ostréidos fósiles; E) fondos de maërl o rodolitos sobre sustrato rocoso, con parches de sustrato sedimentario tipo sedimento mixto; y F) bloques de sustrato consolidado de rodolitos sobre sustrato secundario de grava arenosa.

El sustrato duro corresponde a roca subaflorante o restos biogénicos fósiles que se diferencian del anterior en que presenta una cobertura de un sustrato no consolidado secundario (Fig. 4.25B-C), que puede corresponder a una mezcla de sustratos. Esta cobertura secundaria puede ofrecer distintas respuestas acústicas, que generarán una reflectividad alta-intermedia entre aquella propia de los sustratos duros expuestos y la reflectividad que corresponda al sustrato secundario, en función del grado de exposición del sustrato duro y el espesor del sustrato sedimentario. Este tipo de sustrato se localiza asociado a la roca aflorante, en áreas de menor rugosidad y pendiente, lo que permite una mayor sedimentación. Otro caso en el que la respuesta acústica es muy reflectiva y no existe roca aflorante se debe a la presencia de un sustrato sedimentario tipo fango muy compacto. Este tipo de sustrato presenta una respuesta acústica muy reflectiva, siendo indistinguible del sustrato rocoso si no se tiene en cuenta la rugosidad del terreno o se cuenta con una muestra del fondo. Este sustrato ha sido observado de forma preferente en algunas cabeceras de los barrancos submarinos, donde frecuentemente muestra marcas de flujo sedimentario y como depósito en los cráteres de algunos conos volcánicos.

Los sustratos clasificados como arrecifes de corales u ostréidos se encuentran en general de manera fósil, aunque se han encontrado comunidades vivas que presentan la misma respuesta acústica y rugosidad. Se componen de distinto tipo de rocas biogénicas formadas fundamentalmente por acumulaciones de corales y ostréidos y otras especies de gran porte, como distintas especies de esponjas. En el caso particular de los arrecifes fósiles de ostréidos, la macrofauna está representada por restos esqueléticos de diferentes especies de moluscos bivalvos de gran tamaño y poco fragmentados, que aparece junto con otros moluscos bivalvos, algunos corales coloniales y algas rodofíceas. Este tipo de sustrato (Fig. 4.25D) se distribuye únicamente en las cimas y laderas superiores de los montes submarinos.

Los fondos de maërl/rodolitos (Fig. 4.25E-F) corresponden a sustratos con presencia de algas rojas calcareas de morfologías distintas, que van desde ramificadas a redondeadas. Se han encontrados rodolitos vivos y fósiles, llegando estos últimos a generar depósitos con una arquitectura tridimensional, de características intermedias

entre los fondos sedimentarios no consolidados y los fondos rocosos (Foster, 2001). Son característicos de las cimas de los dos montes submarinos más someros (AM y EB), siendo su presencia muy puntual y relicta en los fondos de SO.

4.1.3.5.2. Sustrato no consolidado o sedimentario

Dentro de los sustratos no consolidados, que ofrecen unos valores de reflectividad de intermedia a baja, distinguimos cuatro tipos de fondos. De mayor a menor tamaño de las partículas, estos tipos de fondo son sedimento grueso, sedimentos mixtos, arena y arena fangosa y fango y fango arenoso.

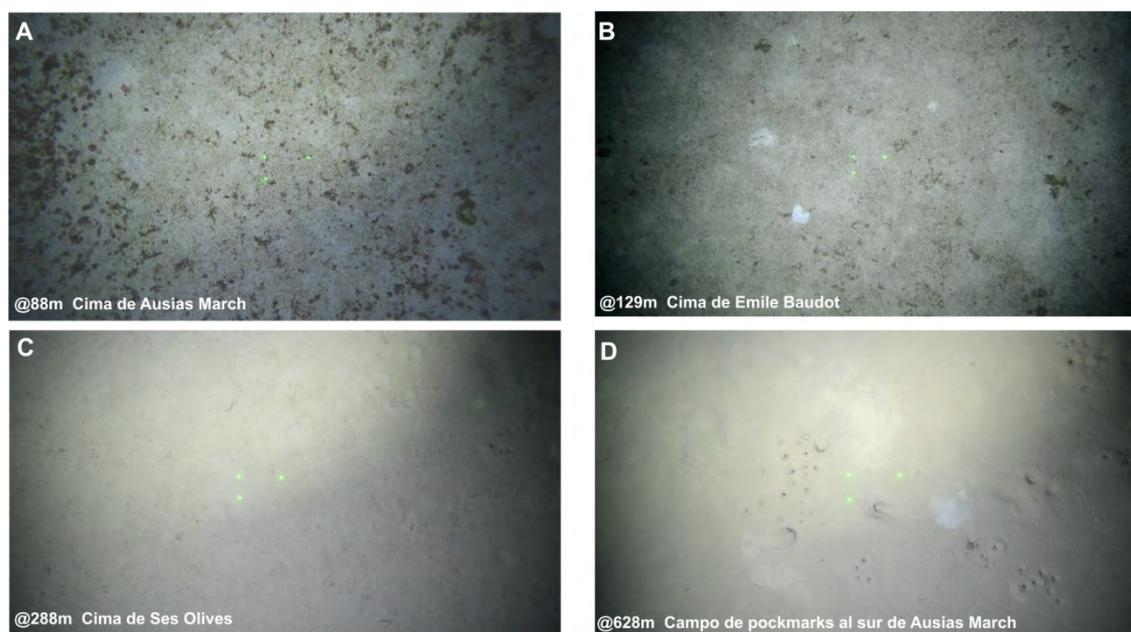


Figura 4.26. Imágenes obtenidas con el trineo fotogramétrico TASIFE durante la campaña de investigación oceanográfica INTEMARES-A22B-1019, en las que se distingue: A) sedimento grueso con rodolitos de tamaño centimétricos sobre sustrato sedimentario; B) sedimentos mixtos, con arena fangosa, grava y bioclastos; C) sustrato de arena y arena fangosa con marcas de bioturbación; y D) sustrato de fango y fango arenoso con alta bioturbación.

El sedimento grueso está formado mayoritariamente por arenas muy gruesas, grava, guijarros y bloques pequeños, que normalmente aparecen dispersos sobre fondos de sedimentos mixtos. A nivel local pueden constituir un sustrato gravoso, ya sea formando parches de rodolitos centimétricos sobre fondos de sedimentos mixtos (Fig. 4.26A) o mediante la acumulación de fragmentos de corales u otros organismos (Fig.

4.26B). Este tipo de sustrato muestra una respuesta acústica con una reflectividad media, en la que los parches pueden aumentar los valores y se localiza frecuentemente asociado a fondos de rodolitos y al pie de algunos conos volcánicos.

Los sedimentos mixtos se componen de fangos, arenas y gravas y otros sedimentos gruesos (Fig. 4.26B) como bioclastos y fragmentos de coral en distintas proporciones. El sustrato de sedimentos mixtos se observa en distintos contextos, tanto en zonas relativamente someras donde la grava es más representativa, entre las que destaca la cima de los montes submarinos, como en las cabeceras y barrancos de cañones submarinos, así como al pie de algunos conos volcánicos.

El sustrato arenoso, con predominio de arena y arena fangosa, ofrece valores de reflectividad intermedia-baja y se observa en zonas relativamente someras de los fondos adyacentes a los montes submarinos y sistemas de barrancos (Fig. 4.26C). En este tipo de sustrato es común observar marcas de bioturbación y, ocasionalmente, se distinguen marcas de arrastre y evidencias de la acción de las corrientes, tales como ripples.

Por último, el sustrato de fango y fango arenoso (Fig. 4.26D), presenta frecuentemente marcas de bioturbación, como galerías y montículos, marcas de arrastre así como ripples. Se distribuye en los rangos de profundidad mayores del Canal de Mallorca, siendo el sustrato fundamental en el talud continental medio.

4.1.3.6. Distribución espacial de los tipos de sustrato

La cartografía primaria de los tipos de sustratos consiste en diferenciar espacialmente los sustratos duros y consolidados, que por lo general muestran una alta reflectividad, de los sustratos no consolidados de reflectividad menor. El sustrato no consolidado es dominante en los fondos del Canal de Mallorca (Fig. 4.27), habiéndose observado en amplias zonas del talud medio adyacentes a los montes submarinos, incluyendo campos de pockmarks, depósitos de deslizamientos, depósitos contorníticos, etc. El sustrato consolidado se encuentra más restringido en las cimas y laderas de los montes submarinos, colinas y conos volcánicos, así como en escarpes y crestas estructurales.

En las cimas y la parte superior de los flancos de SO, AM y EB, las colinas Greixonera y Dimoni, y algunos conos volcánicos, afloran rocas y sedimento consolidado, que se corresponden con distintos afloramientos de relieve irregular y geometría monticular y elongada, que presentan valores de reflectividad altos, típicos de sustratos duros y alta rugosidad. Cabe destacar el afloramiento central de AM, el límite del escarpe entre la cima y el flanco superior de SO (Fig. 4.28) y los conos volcánicos truncados de EB (Fig. 4.29).

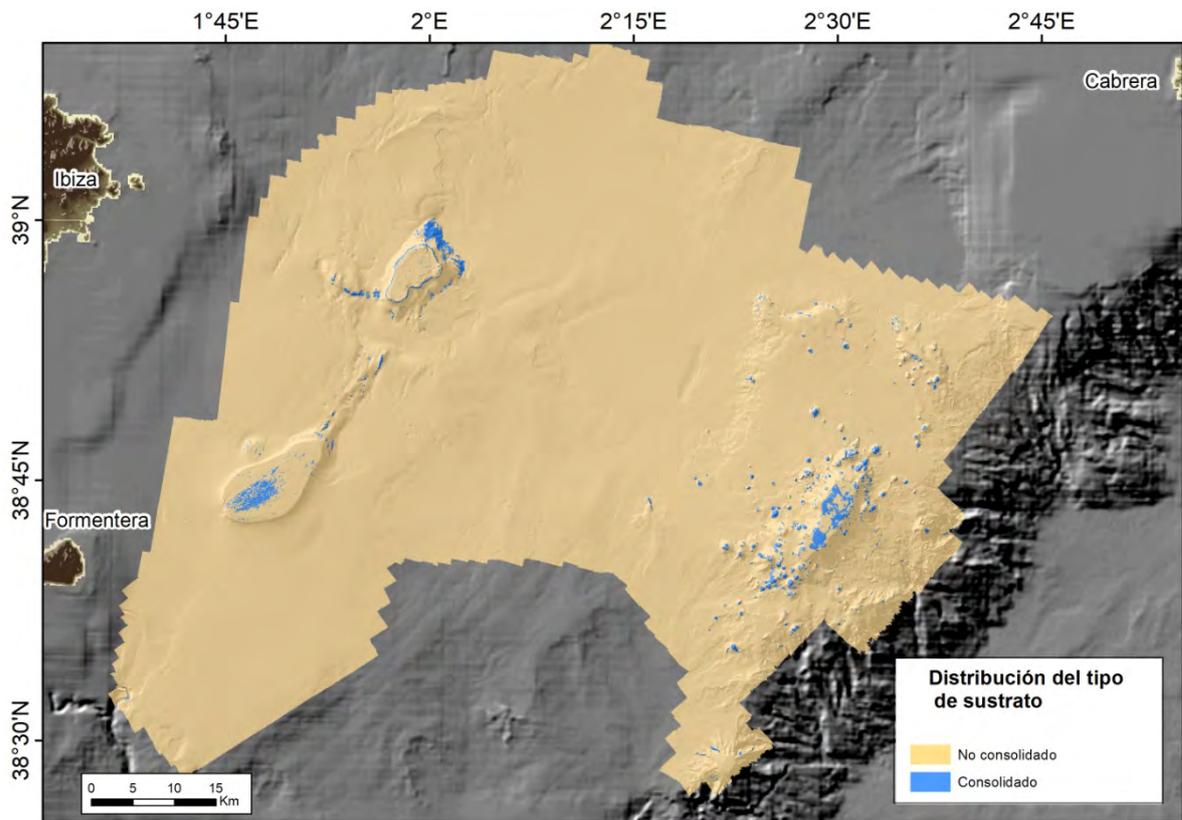


Figura 4.27. Cartografía del sustrato clasificado en consolidado y no consolidado con base en datos de reflectividad y muestras de draga de arrastre obtenidos durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares; Mediterráneo occidental).

Igualmente, se observa alta reflectividad asociada a sedimentos consolidados, principalmente en las cabeceras de los cañones y barrancos submarinos, y en algunos conos volcánicos profundos del campo volcánico, que corresponden a la presencia de fangos muy compactados (Fig. 4.29). Los cañones del Escarpe Emile Baudot y barrancos submarinos presentan una reflectividad propia de sustratos duros, a pesar de

que los muestreos revelan que su naturaleza es fundamentalmente sedimentaria, predominando los fangos arenosos. Estos elementos presentan una elevada rugosidad y pendiente, así como mayor profundidad, lo que se interpreta como el motivo por el que la reflectividad sea alta, a pesar de que la naturaleza del sustrato no corresponda con sustratos consolidados. Cuando cuentan con una menor rugosidad, estos sustratos son clasificados como sedimento mixto, lo que concordaría tanto con los sustratos muestreados y observados en las estaciones de muestreo y videos submarinos, principalmente en las cimas de los montes submarinos.

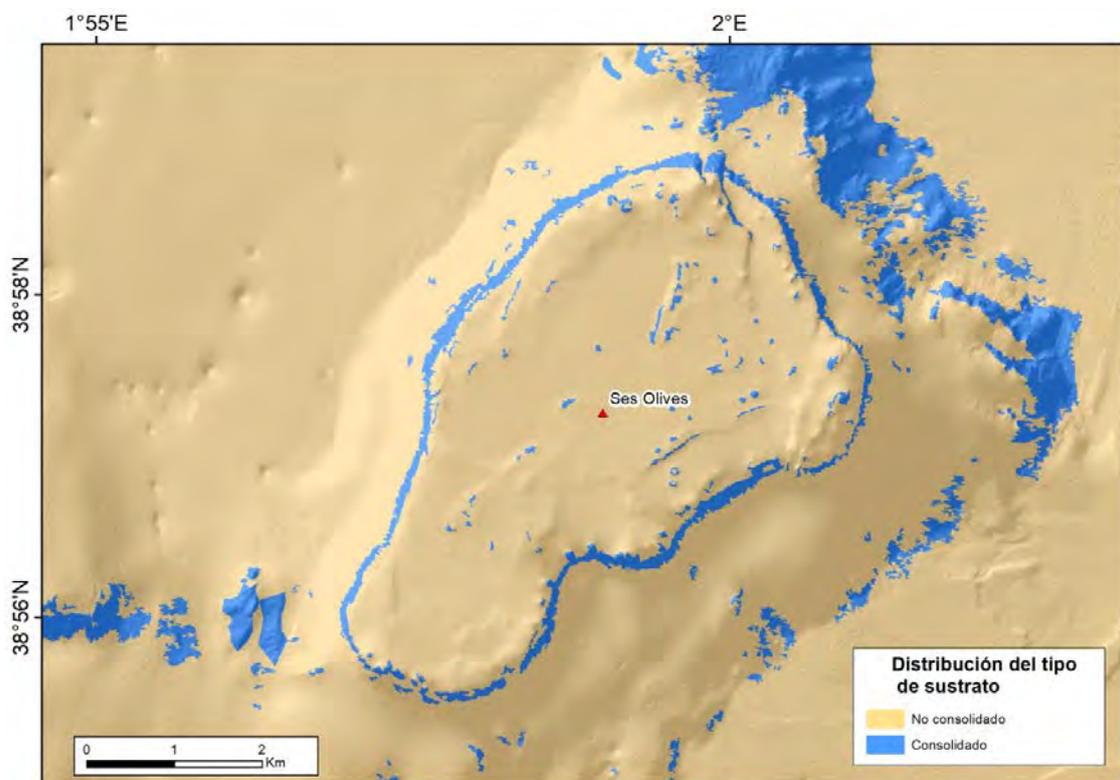


Figura 4.28. Detalle del sustrato clasificado en consolidado y no consolidado, a partir del análisis morfológico y de reflectividad en el monte submarino Ses Olives.

Los valores de reflectividad alta-media se observan distribuidos de manera desigual en fondos con sedimentos mixtos, principalmente en la cima de los montes submarinos y se han interpretado como fondos con predominio de sedimentos gruesos y distintas proporciones de sedimentos más finos, tipo arenosos y fangosos. Por su parte, aquellos sustratos con baja reflectividad y rugosidad se han clasificado como arena y arena

fangosa y fango y fango arenoso, y se distribuyen a lo largo de todo el talud continental medio.

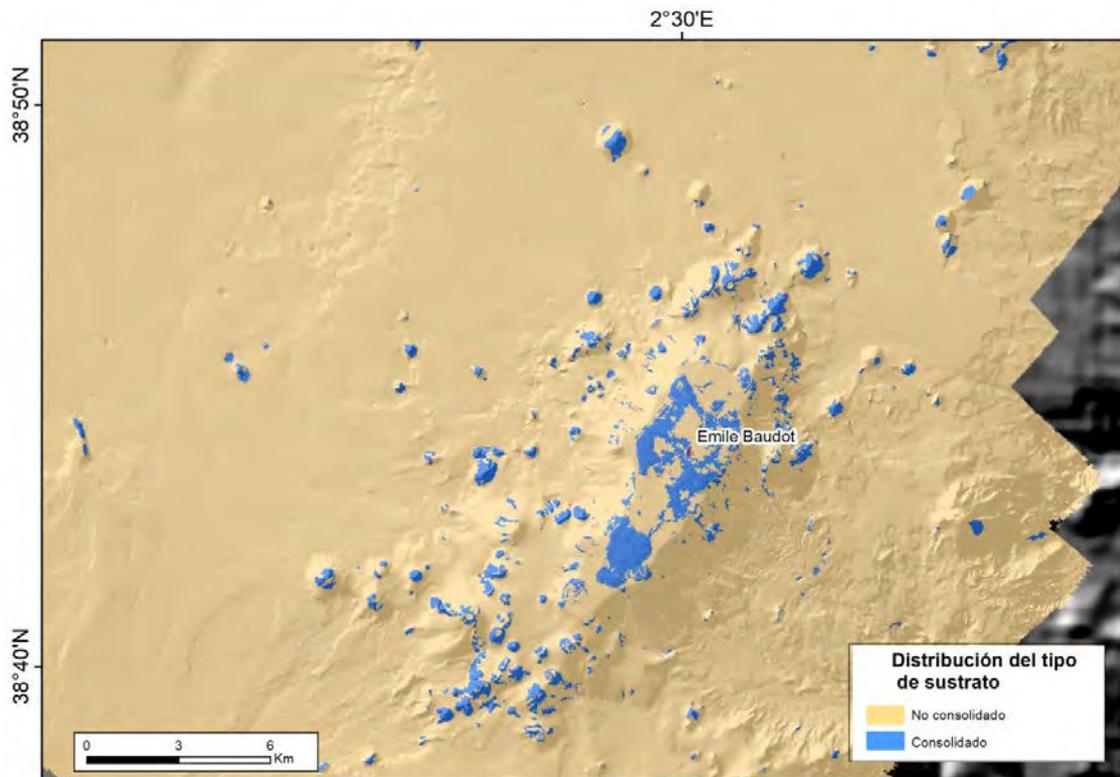


Figura 4.29. Detalle del sustrato clasificado en consolidado y no consolidado, a partir del análisis morfológico y de reflectividad en el monte submarino Ausias March.

Como resultado de esta clasificación, se ha realizado una cartografía detallada de los tipos de sustrato en las 8 clases anteriormente citadas (Fig. 4.30), interpretando de manera conjunta los datos de batimetría y reflectividad con las muestras de roca y sedimento e integrando las observaciones de afloramientos analizados en los perfiles de sonda paramétrica. Los resultados obtenidos se ajustan bien a las observaciones realizadas mediante el análisis de los videos submarinos grabados con trineo fotogramétrico y ROV.

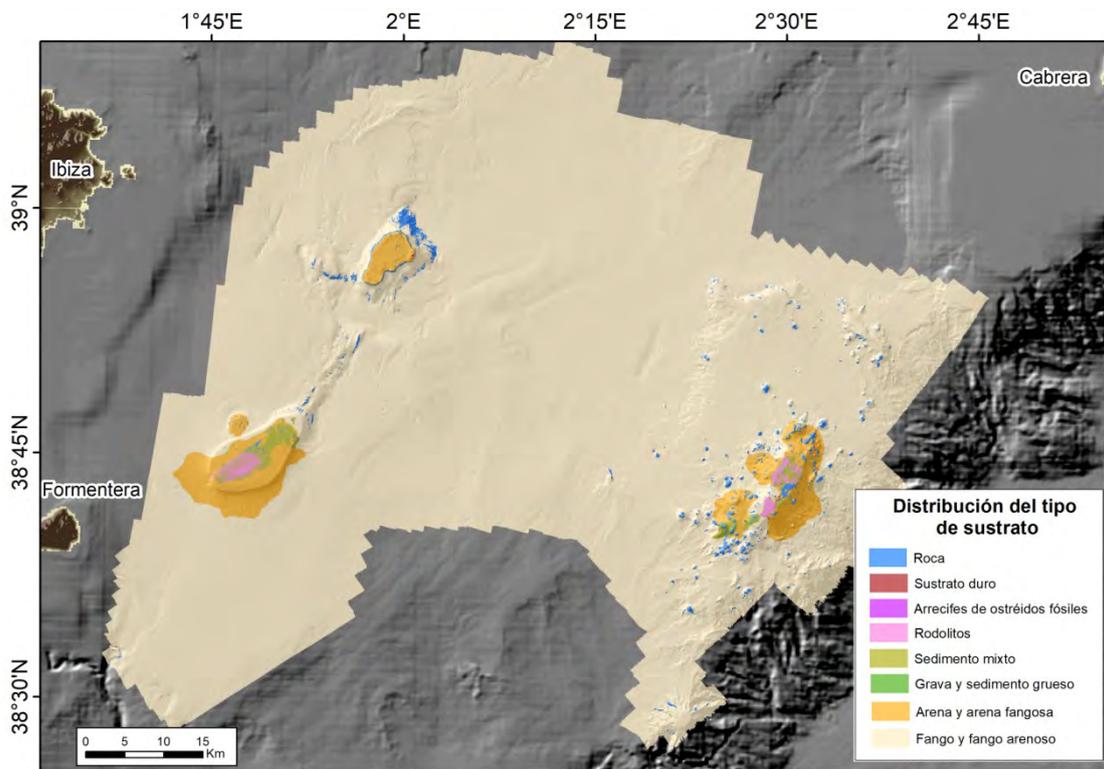


Figura 4.30. Cartografía de detalle del sustrato clasificado en ocho tipos distintos de sedimento consolidado (roca aflorante, roca subaflorante, rodolitos o maërl y arrecifes fósiles de ostréidos) y no consolidado (sedimentos gruesos, sedimentos mixtos, arena y arena fangosa y fango y fango arenoso).

Esta cartografía proporciona una buena aproximación a los sustratos duros que se localizan en el Canal de Mallorca, pudiendo distinguir en la zona de estudio los afloramientos rocosos de los sustratos duros parcialmente cubiertos por sedimento o aquellos constituidos por rodolitos o arrecifes fósiles de ostréidos (Fig. 4.30). Asimismo, nos ha permitido diferenciar los sustratos sedimentarios más gruesos localizados en áreas someras, de aquellos mixtos y que están en transición a sedimentos más finos de tipo arena y fango, que predominan conforme va aumentando la profundidad.

En las cimas y la parte superior de los flancos de los montes submarinos SO, AM y EB, y en las colinas submarinas Greixonera y Dimoni y algunos conos volcánicos, predominan los distintos sustratos consolidados. Cabe destacar los campos de rodolitos de AM y EB,

los afloramientos de roca de SO y el límite del escarpe entre la cima y la parte superior del flanco de SO, en el que se enclavan los arrecifes fósiles de ostréidos (Figs. 4.31 y 4.32). Estos afloramientos incluyen montículos carbonatados y volcánicos, roca expuesta de origen carbonatado y arrecifes de coral, que muestran una amplia distribución a nivel local, preferentemente en las cimas de los montes submarinos y crestas del espolón entre SO y AM.

Los sedimentos gruesos, así como los sedimentos mixtos, presentan una distribución más restringida. Son relativamente abundantes en ciertos sectores de la cima de los montes submarinos (Fig. 4.32) y también se observan sedimentos mixtos en las cabeceras de deslizamientos próximos a SO y al pie de algunos conos volcánicos alrededor de EB (Fig. 4.32).

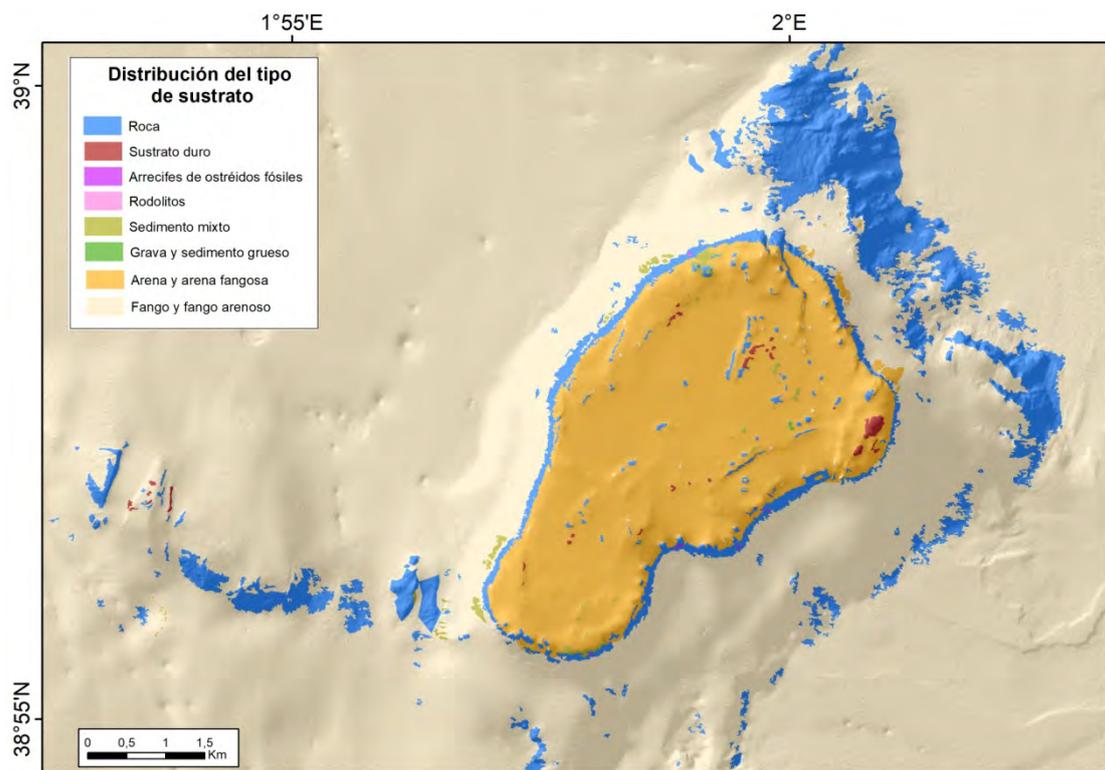


Figura 4.31. Distribución de los tipos de sustrato no consolidados (fango y fango arenoso; arena y arena fangosa; mixto y grava) y consolidados (roca y sustrato duro, incluyendo ostréidos fósiles y rodolitos) en el monte submarino Ses Olives.

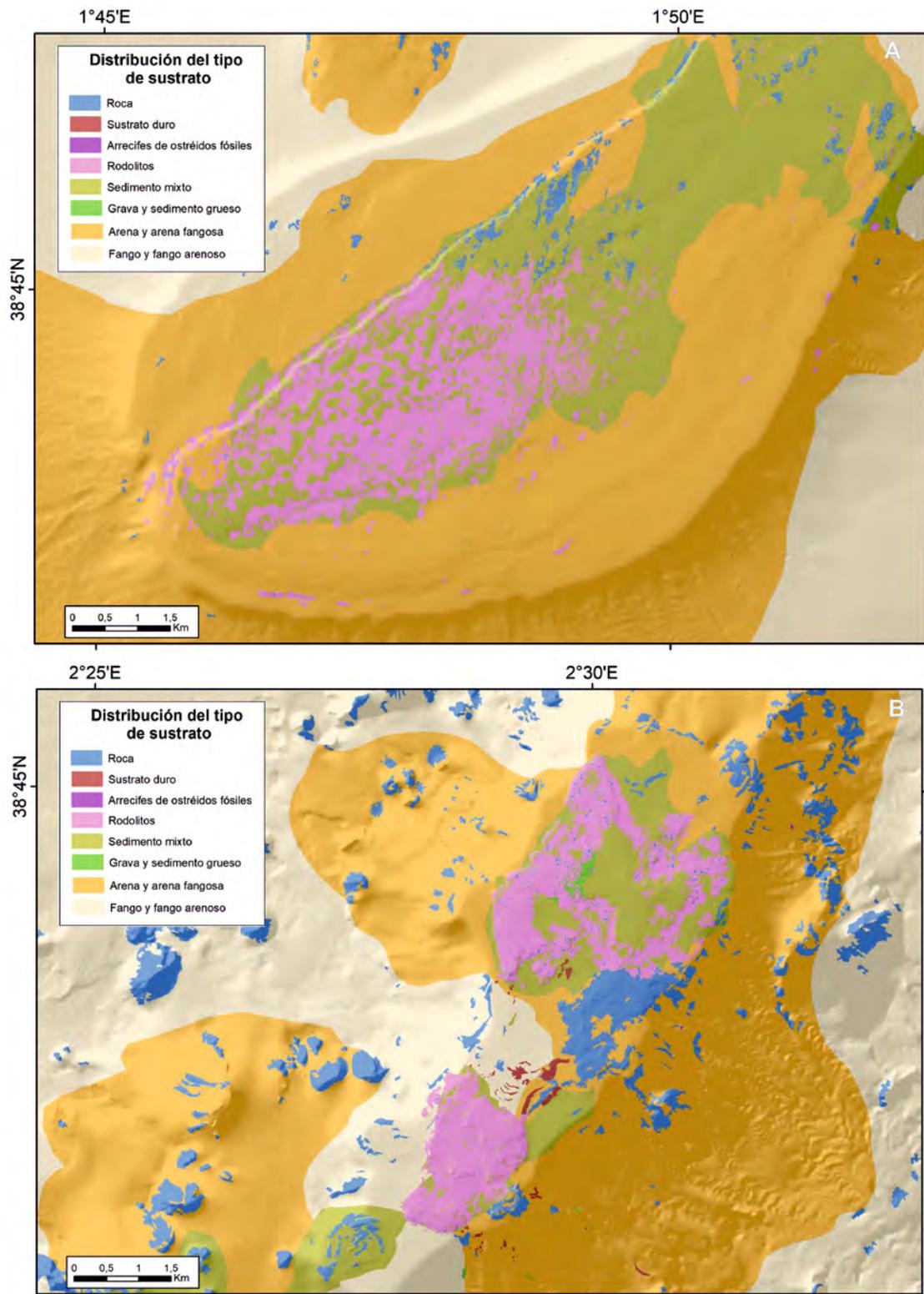


Figura 4.32. Distribución de los tipos de sustrato no consolidados (fango y fango arenoso; arena y arena fangosa; mixto y grava) y consolidados (roca y sustrato duro, incluyendo ostréidos fósiles y rodolitos) en los montes submarinos Ausias March (A) y Emile Baudot (B).

Las arenas y arenas fangosas caracterizan la cima de SO, así como las laderas de AM y EB, en las que son el tipo de fondo no consolidado predominante (Figs. 4.31 y 4.32), incluyendo los campos de ondas sedimentarias y parte de los depósitos contorníticos. Por último, los fangos y fangos arenosos predominan en el talud medio, donde se ubican los campos de pockmarks (Fig. 4.31), como en la zona caracterizada por deslizamientos, donde también son dominantes los sedimentos fangosos más finos.

4.2. Inventariado de especies

Se han registrado un total de 740 especies o taxones diferentes hasta la fecha. La mayoría de estas especies o taxones (67%) se identificaron a partir de las muestras obtenidas con patín epi-bentónico (BT), mientras que el 31, 28 y 24% se identificaron con draga de arrastre (DR), ROV y red de arrastre experimental (GOC-37), respectivamente. En el Anexo III se detalla el inventario de especies realizado durante el proyecto INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca.

También se observaron diferencias en el número de especies o taxones identificados por monte submarino, con 261 en SO, 509 en AM y 509 en EB. Los grupos más diversos fueron las esponjas, seguidas por moluscos, crustáceos, peces teleósteos, equinodermos y cnidarios, con 195 (26%), 126 (17%), 118 (16%), 116 (16%), 64 (9%) y 42 (6%) especies o taxones identificados, respectivamente.

- **ADN ambiental**

En el estudio piloto con ADN ambiental para la detección de peces, tras el procesamiento bioinformático y filtrado de calidad, se retuvieron un total de 685024 lecturas, que han permitido identificar 26 taxones de peces: 21 osteictios y 5 condriictios (Figura 4.33). De estos taxones (OTUs: *Operational Taxonomic Unit*), 18 pudieron identificarse a nivel de especie, 6 a nivel de género y 2 solo a nivel de familia. Las OTUs con mayor abundancia relativa de lecturas fueron las identificadas como *Nezumia* sp. (21,3%), *Lepidotrigla* sp. (20,6%), *Cyclothone braueri* (14,5%) y *Engraulis encrasicolus* (5,5%), que en conjunto representan el 70% de las lecturas. Respecto a los condriictios, se detectaron las siguientes especies o géneros: *Raja clavata* (3,3%), *Dipturus oxyrinchus* (0,9%), *Centrophorus uyato* (0,3%), *Dasyatis* sp. (0,3%) y *Etmopterus spinax* (0,2%).

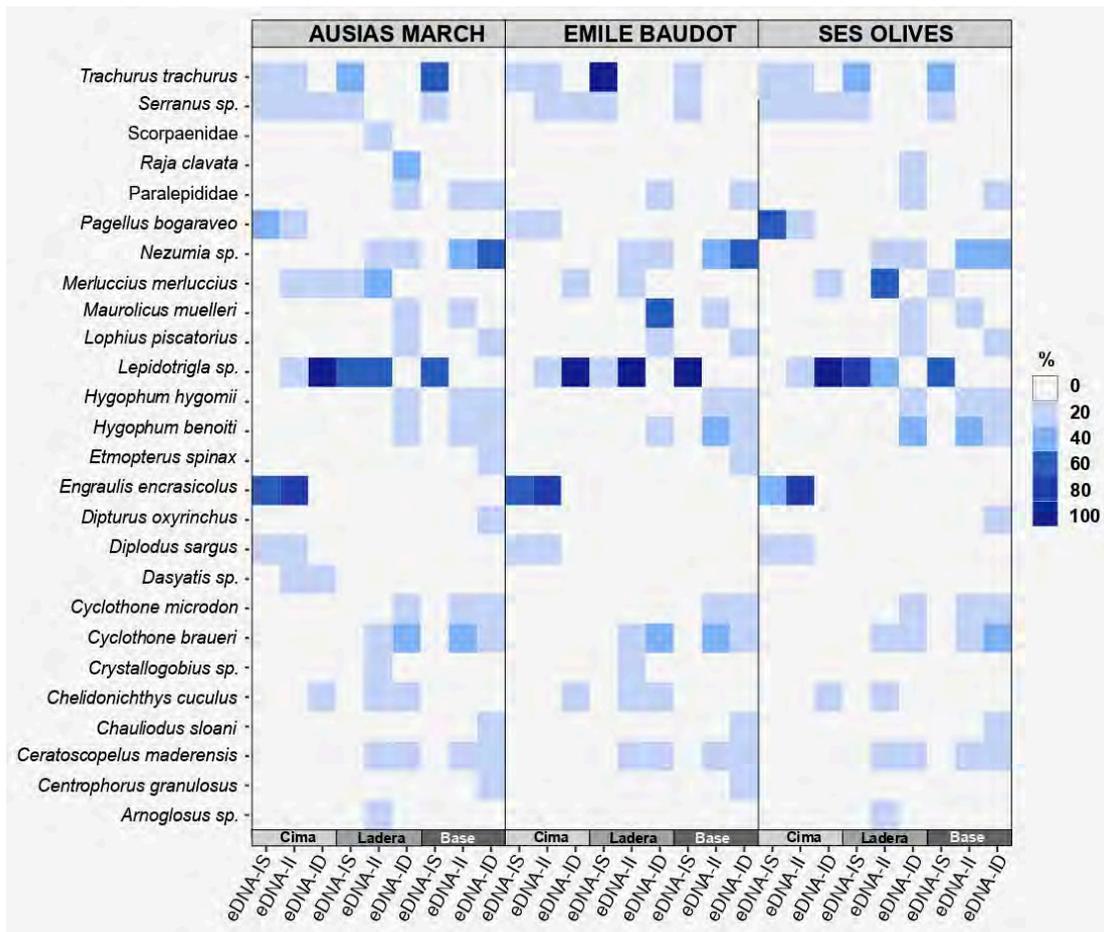


Figura 4.33. Mapa de calor de la abundancia relativa de las OTUs (*Operational Taxonomic Unit*), detectadas a partir del análisis de ADN ambiental en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

La composición de las OTUs fue diferente según el área de los montes submarinos: cima, ladera y base) (Figura 4.34). En la cima (tres estaciones de muestreo entre 130 y 296 m de profundidad), la OTU más abundante fue *Lepidotrigla sp.* (93,5%) y en las laderas (tres estaciones de muestreo entre 252 y 446 m de profundidad) fueron *Cyclothone braueri* (22,0%), *Maurolicus muelleri* (18,2%), *Raja clavata* (16,9%), *Hygophum benoiti* (14,3%), *Lophius piscatorius* (10,5%) y *Nezumia sp.* (9,3%), mientras que en la base y fondos adyacentes (tres estaciones de muestreo entre 616 y 735 m de profundidad) las OTUs más abundantes fueron *Nezumia sp.* (44,3%), *C. braueri* (22,7%) y *Cyclothone microdon* (7,5%). La composición de las OTU también cambió según la posición de las muestras en la columna de agua (Figura 4.34). Las OTU más abundantes en las aguas superficiales e intermedias (9 estaciones de muestreo en cada nivel) fueron

Lepidotrigla sp. (34,0 y 52,0%, respectivamente), *Trachurus trachurus* (28,0 en superficie), *Engraulis encrasicolus* (16,0 y 23,0%, respectivamente) y *Pagellus bogaraveo* (10,4% en superficie), *Merluccius merluccius* (1,01% en aguas intermedias). Por el contrario, las OTU más abundantes en el agua sobre el fondo marino (9 estaciones de muestreo) fueron: *Nezumia* sp. (29,0%), *C. braueri* (24,0 %), *H. benoiti* (15,0 %) y *M. muelleri* (7,0 %).

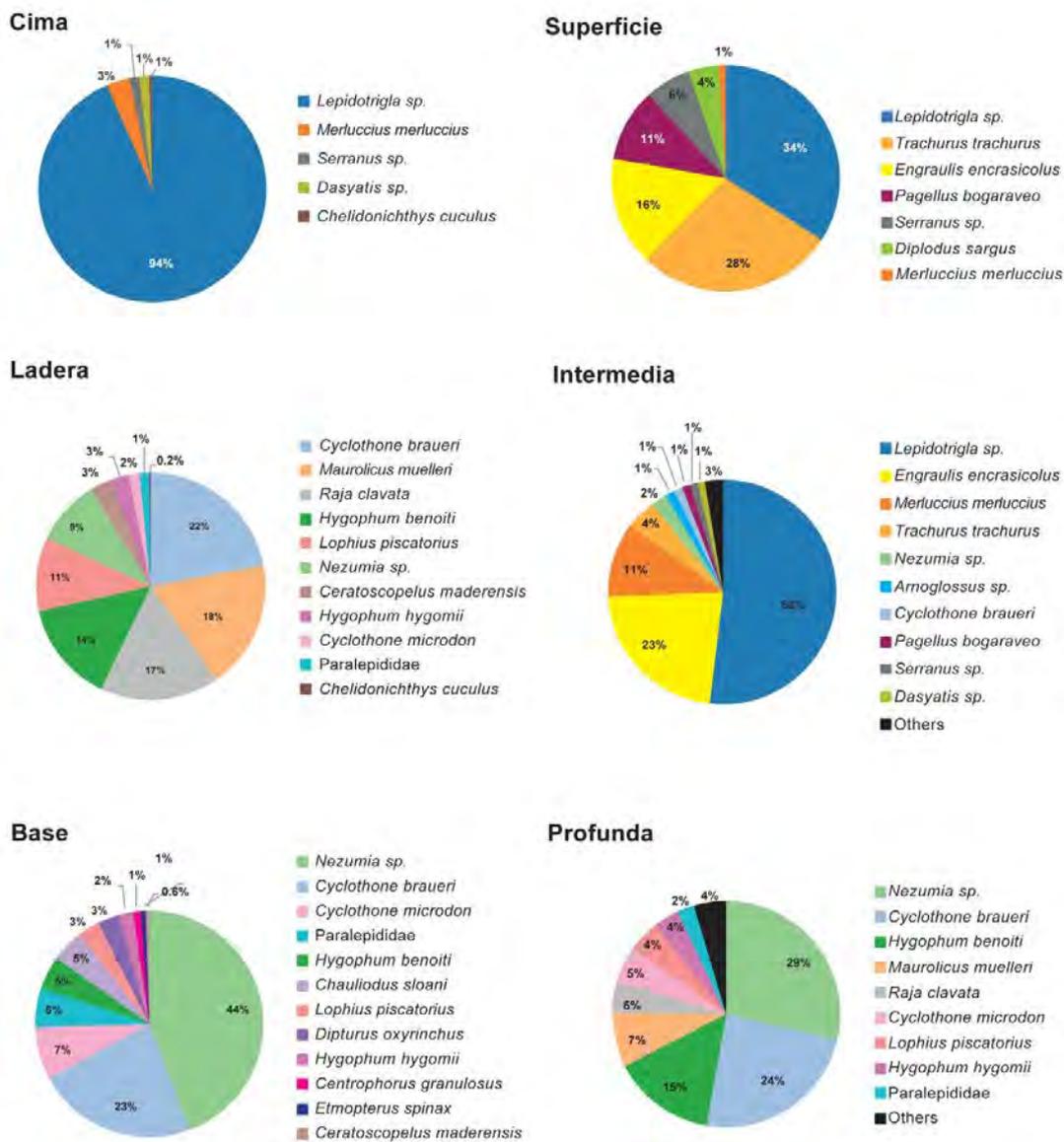


Figura 4.34. Abundancia relativa de las OTUs (*Operational Taxonomic Unit*), detectada con el análisis de ADN ambiental en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), por área (cima, ladera y base) y según la posición de las muestras en la columna de agua (superficial, intermedia y profunda).

Por lo que respecta a la biodiversidad, estos resultados del análisis de ADN ambiental han permitido añadir 6 especies o géneros de peces al inventario del área de estudio. De éstas, dos son especies mesopelágicas de pequeño tamaño (*Hygophum hygomii* y *C. microdon*) y una es también un pez pelágico, pero en este caso de plataforma (*E. encrasicolus*). Las otras son especies también de plataforma, pero más ligadas al fondo marino. Es el caso de *Crystallogobius* sp., un pez bentónico de tamaño muy pequeño y de *Diplodus sargus*, una especie necto-bentónica de mayor tamaño. Destacar también que se ha detectado la presencia de un elasmobranquio, concretamente una raya látigo perteneciente al género *Dasyatis*. Por su tamaño, capacidad natatoria y/o distribución en la columna de agua, los métodos de muestreo utilizados durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES no son apropiados para detección de estas especies.

4.3. Comunidades

A partir de los análisis clúster y MDS de las biomásas estandarizadas de las muestras de patín epi-bentónico, se identificaron tres asociaciones de muestras de especies o taxones de fondos sedimentarios, fuertemente influenciadas por la profundidad (Tabla 4.2; Fig. 4.35A): 1) BT-a, con las muestras más someras, entre 99 y 156 m, en las cimas de AM y EM; 2) BT-b, un grupo de muestras de profundidades intermedias, entre 195 y 574 m, en la cima de SO y las laderas de SO, AM y EB; y 3) BT-c, con las muestras más profundas, entre 501 y 759 m, en la base y fondos adyacentes de los montes submarinos. Los valores medios de los parámetros ecológicos estimados, mostraron diferencias entre estas tres asociaciones (Tabla 4.2). Tanto la abundancia como la biomasa estandarizada y los índices de diversidad S , H' y N_{go} disminuyeron con la profundidad. En cambio, las tres asociaciones mostraron valores similares de equitabilidad (J').

Los resultados del análisis SIMPER (Tablas 4.3 y 4.4) mostraron que las especies que más contribuyeron a la similitud intra-grupo en la asociación BT-a fueron las algas rojas coralinas (10%), mientras que las contribuciones de un gran número de crustáceos decápodos, esponjas, braquiópodos y equinodermos, tanto erizos como estrellas de

mar, fueron muy inferiores (1-4%). En la asociación BT-b, ninguna especie presentó una contribución a la similitud mucho mayor que las demás. Las 10 especies que más contribuyeron a este grupo fueron crustáceos (decápodos y el peracárido *Lophogaster typicus*), esponjas, el braquiópodo *Gryphus vitreus*, un equinodermo (la ofiura *Ophiura Dictenophiura carnea*) y el molusco cefalópodo *Sepietta oweniana*, y presentaron una variación de la similitud entre el 2 y el 7%. En la agrupación BT-c, los crustáceos decápodos fueron las principales especies que contribuyeron a la similitud, más concretamente las especies *Geryon longipes*, *Polycheles typhlops* y *Calocaris macandreae* representaron más del 50%.

Las diferencias geográficas (por monte submarino) también fueron analizadas. Los resultados del análisis SIMPER (Tabla 4.3) mostraron una disimilitud promedio del 79.3% entre las muestras de las cimas de AM y EB. Las algas rojas coralinas y las esponjas (p.ej. *Hexadella* sp.), más abundantes en AM, fueron las especies con una contribución mayor a esta disimilitud. Los valores de disimilitud promedio al comparar las muestras de la cima de SO y las laderas de los tres montes submarinos fueron del 79% en todos los casos. Las especies principales que contribuyeron a esta disimilitud fueron *G. vitreus* y *Desmacella inornata*, con mayores biomásas en AM y EB, respectivamente. La comparación de muestras obtenidas en la base y los fondos adyacentes de los montes submarinos mostraron valores más bajos de disimilitud: 67.7% (SO-AM), 67.4% (SO-EB) y 70.5% (AM-EB). La mayor contribución a estos valores de disimilitud se atribuye a la presencia de *Isidella elongata* en SO, así como a la mayor abundancia de los peces *Nezumia aequalis* y *Lepidorhombus boscii* en AM, y de *G. vitreus* y *G. longipes* en EB.

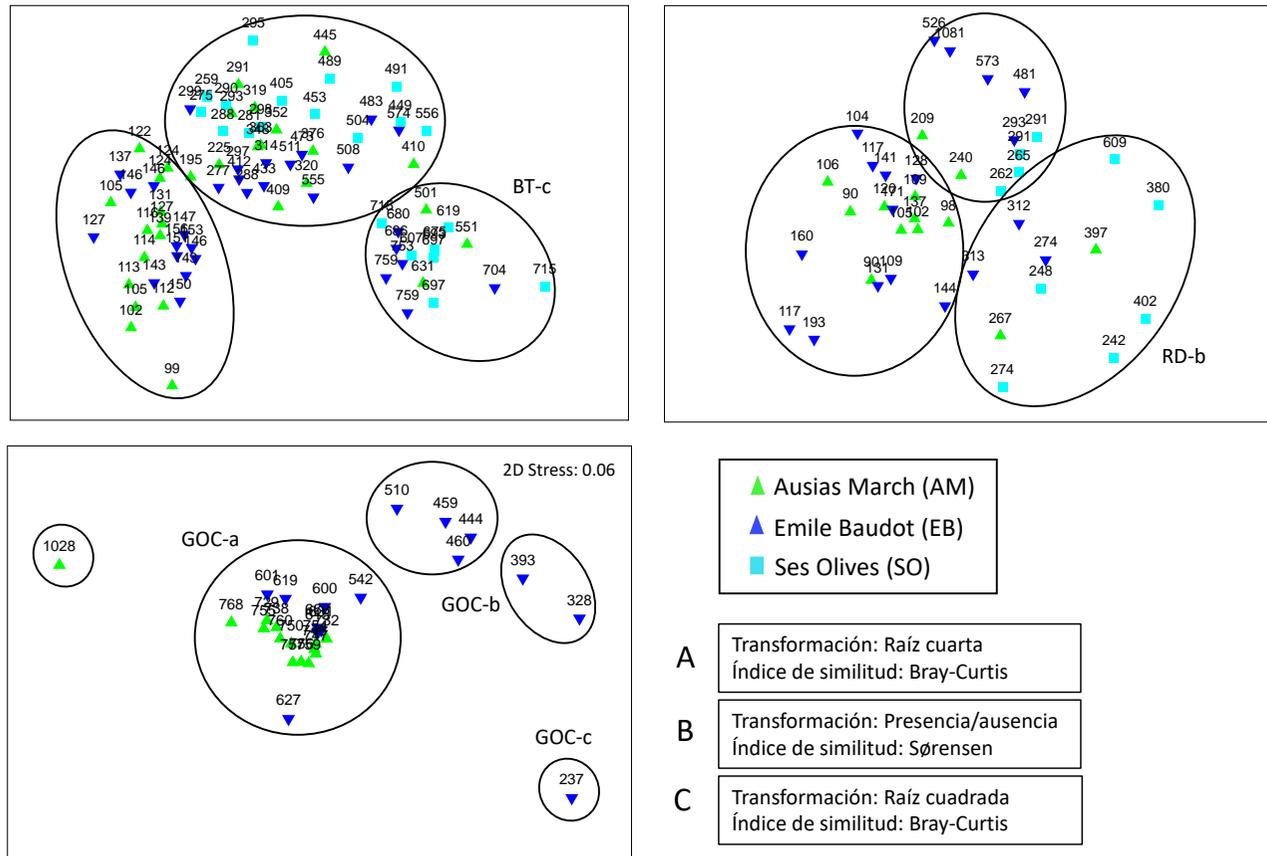


Figura 4.35. Análisis multivariante de las asociaciones de muestras obtenidas en fondos sedimentarios y rocosos de los montes submarinos Ses Olives (SO), Ausias March (AM) y Emile Baudot (EB), y sus áreas adyacentes en el Canal de Mallorca: (A) MDS y clúster a $>17\%$ de similitud de especies epi-bentónicas, identificadas a partir de las muestras de patín epi-bentónico (BT), en términos de biomasa estandarizada ($\text{g}/500 \text{ m}^2$) en fondos sedimentarios; (B) MDS y clúster a $>18\%$ de similitud de especies bentónicas, identificadas a partir de la matriz de presencia/ausencia con muestras de dragas de arrastre (RD) en fondos rocosos; y (C) MDS y clúster a 50% de similitud de especies necto-bentónicas, identificadas del análisis de muestras de red de arrastre experimental (GOC), en términos de abundancias estandarizadas ($\text{individuos}/\text{km}^2$), obtenidas en los caladeros de arrastre adyacentes a AM y EB. Las etiquetas representan la profundidad, mientras que los símbolos indican el área muestreada asociada a cada monte submarino.

Tabla 4.2. Valores medios (μ) y error estándar (SE) de abundancias y biomazas estandarizadas, riqueza específica (S), Shannon–Wiener (H'), y equitatividad de Pielou (J'), estimada para cada uno de las asociaciones de muestras identificadas en los análisis multivariantes de las muestras obtenidas con patín epi-bentónico (BT), draga de arrastre (RD), y red de arrastre experimental GOC-73 (GOC) en los montes submarinos de Ses Olives, Ausias March y Emile Baudot, y en las áreas adyacentes del Canal de Mallorca. También se muestran el código (ver Figura 4.35), número de muestras analizadas (n), profundidad (P), número de especies (Spp.) en cada conjunto y las diferencias significativas (test de Kruskal–Wallis; $p < 0.001$) entre todas las asociaciones (*) o por pares (1–2, 1–3). En el caso de las asociaciones de muestras de patín epi-bentónico, también se muestran los valores medios (AvNgo) y las desviaciones estándar (SDNgo) del índice de diversidad Ngo, junto a sus valores asociados promedio (AvSim) y la desviación estándar (SDSim) de similitaridad intra-grupo.

Código	n	P (m)	Spp.	n /500 m ²		g/500 m ²		S		H'		J'		AvNgo	SDNgo	AvSim	SDSim
				μ	SE	μ	SE	μ	SE	μ	SE	μ	SE				
Patín epi-bentónico (BT)																	
BT-a	25	99–156	407	33*	7	208.6 ⁽¹⁻³⁾	69.2	52.0*	16.2	2.6 ^(1,3)	0.7	0.7	0.2	45.62	1.08	11.43	0.48
BT-b	40	195–574	354	10.3*	1.4	16.8 ⁽¹⁻²⁾	4.8	38.9*	16	2.2	0.5	0.6	0.2	28.48	0.98	11.53	0.42
BT-c	17	501–759	124	3.4*	0.9	9.7	2.8	20.5*	7.2	1.9	0.6	0.6	0.2	8.71	0.59	21.88	0.88
Draga de arrastre (RD)																	
RD-a	20	90–193	139	-	-	-	-	15.15	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-
RD-b	12	242–609	64	-	-	-	-	8.25	1.55	-	-	-	-	-	-	-	-
RD-c	10	209–1081	56	-	-	-	-	9.8	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Arte arrastre experimental (GOC)																	
GOC-a	21	542–768	76	3.5x10 ³	485.4	270.5	45.2	22	0.8	2.3	0	0.8	0	-	-	-	-
GOC-b	4	444–510	66	15.1x10 ³	3283.1	206.9	73.8	41.3	2.4	2.9	0.3	0.7	0.1	-	-	-	-
GOC-c	2	328–393	60	44.8x10 ³	20958.7	1157	427.6	42	2	2.3	0.1	0.6	0	-	-	-	-
GOC-d	1	237	25	6.3x10 ³	-	749.2	-	25	-	2	-	0.6	-	-	-	-	-
GOC-e	1	1028	4	150.1	-	0.42	-	4	-	1.1	-	0.8	-	-	-	-	-

Tabla 4.3. Resultados del análisis SIMPER de las asociaciones de muestras (ver códigos en Figura 4.35A) identificadas en los análisis multivariantes de muestras de patín epi-bentónico (BT), draga de arrastre (RD), y red de arrastre experimental GOC-73 (GOC) obtenidas en fondos rocosos y sedimentarios de los montes submarinos Ses Olives (SO), Ausias March (AM) y Emile Baudot (EB), y en las áreas adyacente del Canal de Mallorca. Se muestra el porcentaje de similitud intra-grupo (Sim) y el número de especies (Spp.) que contribuyen hasta el 90% en dicha similitud. También se muestra el porcentaje de disimilitud entre grupos (Diss), comparando diferencias geográficas (por monte) en las asociaciones identificadas a partir de las muestras de patín epi-bentónico, así como el número de especies que contribuyen hasta el 90% a dicha disimilitud.

Códigos	Sim	Spp.	Áreas	Diss	Spp.
BT-a	24.0	64	AM vs. EB	79.3	230
BT-b	21.9	59	SO vs. AM	79.7	144
			SO vs. EB	79.3	171
			AM vs. EB	78.7	170
BT-c	33.4	16	SO vs. AM	67.7	64
			SO vs. EB	67.4	68
			AM vs. EB	70.5	53
RD-a	21.8	12	-	-	-
RD-b	15.4	8	-	-	-
RD-c	23.6	7	-	-	-
GOC-a	57.1	13	AM vs. EB	46.2	38
GOC-b	52.1	18	-	-	-
GOC-c	53.4	14	-	-	-

Tabla 4.4. Resultados del análisis SIMPER de las asociaciones de muestras (ver códigos en Figura 4.35A) identificadas a partir de los análisis multivariante de las muestras obtenidas con patín epi-bentónico (BT) en los montes submarinos Ses Olives, Ausias March y Emile Baudot, y áreas adyacentes del Canal de Mallorca. Se muestran el valor medio de la biomasa estandarizada (B: g/500m²), la similitud (Sim) y el porcentaje de contribución a la similitud (%Sim) de las principales especies o taxones que contribuyen en un 90% a la similitud intra-grupo. Los valores de biomasa fueron transformados a su raíz cuarta.

Especies/Taxones	B	Sim	%Sim	Σ%Sim
BT-a (Sim: 24.0%)				
Corallinaceae	4.62	2.47	10.07	10.07
<i>Inachus dorsettensis</i>	1.46	0.94	3.84	13.91
<i>Poecillastra compressa</i>	1.79	0.82	3.36	17.27
<i>Ergasticus clouei</i>	1.19	0.82	3.34	20.61
<i>Gryphus vitreus</i>	1.59	0.76	3.11	23.72
<i>Anapagurus laevis</i>	1.20	0.74	3.04	26.76
<i>Distolambrus maltzami</i>	1.01	0.73	2.99	29.74
<i>Hexadella</i> sp.	2.63	0.72	2.95	32.69
<i>Dardanus arrosor</i>	1.16	0.67	2.74	35.44
<i>Cidaris cidaris</i>	1.24	0.60	2.45	37.88
<i>Peltaster placenta</i>	1.21	0.59	2.42	40.30
Porifera sp. 1	1.50	0.56	2.3	42.61
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	1.25	0.44	1.81	44.41
<i>Pagurus prideaux</i>	0.87	0.44	1.80	46.21
<i>Spirobranchus triqueter</i>	0.86	0.43	1.76	47.97
<i>Ebalia tuberosa</i>	0.86	0.41	1.69	49.66
Anseropoda placenta	0.73	0.41	1.67	51.34
<i>Lophogaster typicus</i>	0.67	0.39	1.58	52.92
<i>Parthenopoides massena</i>	0.82	0.39	1.58	54.5
<i>Luidia sarsii</i>	0.79	0.38	1.54	56.05
<i>Eurynome aspera</i>	0.73	0.37	1.51	57.56
<i>Sclerasterias richardi</i>	0.74	0.36	1.47	59.03
<i>Chaetaster longipes</i>	0.82	0.36	1.46	60.49
<i>Chelonaplysilla psammophyla</i>	1.11	0.34	1.40	61.90
<i>Penares helleri</i>	1.30	0.34	1.40	63.29
<i>Joania cordata</i>	1.19	0.34	1.37	64.67
<i>Axinella</i> spp.	0.94	0.32	1.31	65.97
<i>Marthasterias glacialis</i>	0.73	0.31	1.27	67.25
<i>Pseudamussium clavatum</i>	0.56	0.28	1.16	68.40
Ancorinidae spp.	1.10	0.28	1.14	69.54
<i>Calappa granulata</i>	1.02	0.27	1.10	70.64
<i>Ebalia nux</i>	0.70	0.26	1.06	71.70
<i>Haliclona poecillastroides</i>	0.96	0.26	1.04	72.75
<i>Mergelia truncata</i>	0.94	0.25	1.01	73.76
<i>Monodaeus couchii</i>	0.62	0.23	0.94	74.71
<i>Macropipus tuberculatus</i>	0.55	0.23	0.94	75.65
<i>Gracilechinus acutus</i>	0.51	0.21	0.84	76.49
<i>Petrosia (Petrosia) raphida</i>	1.02	0.20	0.83	77.32
<i>Ranella olearium</i>	0.81	0.19	0.77	78.09

Especies/Taxones	B	Sim	%Sim	Σ%Sim
Axinellidae	0.70	0.19	0.76	78.85
<i>Calyx</i> sp.	1.20	0.18	0.72	79.57
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0.81	0.17	0.69	80.26
<i>Astrophorina</i> sp. 2	0.88	0.16	0.65	80.91
<i>Ebalia deshayesi</i>	0.37	0.16	0.65	81.56
<i>Ophiomyces grandis</i>	0.49	0.15	0.60	82.17
<i>Calliostoma granulatum</i>	0.41	0.13	0.52	82.69
Polychaeta	0.42	0.13	0.51	83.20
<i>Dragmatella aberrans</i>	0.72	0.12	0.50	83.70
<i>Ophiopsila aranea</i>	0.35	0.12	0.47	84.17
<i>Arnoglossus imperialis</i>	0.49	0.11	0.46	84.64
<i>Philine monterosati</i>	0.32	0.11	0.45	85.09
<i>Rhombosipion elegans</i>	0.41	0.11	0.44	85.53
<i>Arnoglossus rueppelii</i>	0.50	0.11	0.43	85.97
<i>Parastichopus regalis</i>	0.48	0.11	0.43	86.40
<i>Diplecogaster bimaculata</i>	0.35	0.10	0.42	86.81
<i>Petrosia (Petrosia) ficiformis</i>	0.86	0.10	0.41	87.23
<i>Desmacella inornata</i>	0.66	0.10	0.39	87.61
<i>Cuspidaria rostrata</i>	0.33	0.09	0.38	88.00
Porifera sp. 2	0.83	0.09	0.38	88.38
<i>Ophiura (Dictenophiura) carnea</i>	0.25	0.09	0.38	88.75
<i>Vulcanella aberrans</i>	0.69	0.08	0.35	89.10
<i>Lanice conchilega</i>	0.43	0.08	0.34	89.44
Aphroditidae	0.30	0.08	0.21	89.78
<i>Marginaster capreensis</i>	0.43	0.08	0.34	90.11
BT-b (Sim: 21.9%)				
<i>Lophogaster typicus</i>	1.08	1.60	7.32	7.32
<i>Ebalia nux</i>	0.94	1.47	6.75	14.08
<i>Desmacella inornata</i>	1.38	1.35	6.18	20.25
<i>Gryphus vitreus</i>	1.58	1.12	5.14	25.39
<i>Thenea muricata</i>	0.92	1.02	4.66	30.05
<i>Plesionika antigai</i>	0.88	0.96	4.40	34.46
<i>Ergasticus clouei</i>	0.70	0.82	3.74	38.20
<i>Ophiura (Dictenophiura) carnea</i>	0.65	0.70	3.22	41.42
<i>Desmacella annexa</i>	0.69	0.50	2.30	43.72
<i>Sepietta oweniana</i>	0.68	0.44	2.03	45.75
<i>Pseudostichopus occultatus</i>	0.74	0.40	1.83	47.58
<i>Monodaeus couchii</i>	0.40	0.38	1.76	49.34
<i>Parapenaeus longirostris</i>	0.58	0.36	1.63	50.97
<i>Plesionika martia</i>	0.49	0.35	1.61	52.58
<i>Antalis</i> sp.	0.40	0.35	1.60	54.18
<i>Ophiomyces grandis</i>	0.54	0.34	1.58	55.75
<i>Alpheus glaber</i>	0.47	0.33	1.51	57.26
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	0.49	0.32	1.47	58.74
<i>Cuspidaria rostrata</i>	0.31	0.32	1.47	60.21
<i>Amphiura filiformis</i>	0.38	0.31	1.40	61.61
<i>Bathyarca philippiana</i>	0.35	0.29	1.35	62.96
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	0.66	0.28	1.26	64.22
<i>Anapagurus laevis</i>	0.33	0.26	1.20	65.42
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0.54	0.24	1.09	66.51
Polychaeta sp. 1	0.42	0.23	1.06	67.57
<i>Lepidorhombus boscii</i>	0.57	0.23	1.05	68.62

Especies/Taxones	B	Sim	%Sim	Σ%Sim
<i>Luidia sarsii</i>	0.36	0.22	1.01	69.63
<i>Processa canaliculata</i>	0.38	0.22	0.99	70.62
<i>Poecillastra compressa</i>	0.44	0.22	0.99	71.61
<i>Bubaris</i> sp.	0.50	0.20	0.94	72.55
<i>Plesionika gigliolii</i>	0.42	0.19	0.88	73.43
Porifera sp. 1	0.54	0.19	0.24	74.30
<i>Iridonida speciosa</i>	0.34	0.18	0.84	75.14
<i>Plesionika heterocarpus</i>	0.35	0.18	0.81	75.96
<i>Gadiculus argenteus</i>	0.35	0.17	0.76	76.72
<i>Cymonomus granulatus</i>	0.23	0.16	0.73	77.45
<i>Ophiocten abyssicum</i>	0.30	0.16	0.72	78.17
<i>Solenocera membranacea</i>	0.30	0.15	0.70	78.87
<i>Aegaeon lacazei</i>	0.27	0.15	0.68	79.55
<i>Pagurus alatus</i>	0.23	0.14	0.66	80.21
<i>Abra longicallus</i>	0.21	0.14	0.63	80.84
<i>Synchiropus phaeton</i>	0.35	0.13	0.59	81.43
<i>Coelorinchus caelorhincus</i>	0.29	0.13	0.58	82.02
<i>Dragmatella aberrans</i>	0.37	0.13	0.58	82.60
<i>Philocheras echinulatus</i>	0.24	0.12	0.57	83.17
<i>Calliostoma granulatum</i>	0.24	0.12	0.56	83.73
Sipunculidae sp. 1	0.25	0.12	0.25	84.28
<i>Sclerasterias richardi</i>	0.23	0.12	0.55	84.83
<i>Cidaris cidaris</i>	0.28	0.12	0.55	85.38
<i>Hamacantha (Vomerula)</i> sp.	0.30	0.12	0.55	85.92
<i>Inachus dorsettensis</i>	0.25	0.11	0.51	86.44
Sipunculidae sp. 2	0.33	0.11	0.51	86.94
Polychaeta sp. 2	0.23	0.11	0.49	87.43
<i>Euspira fusca</i>	0.29	0.11	0.48	87.92
<i>Processa noveli</i>	0.23	0.10	0.46	88.38
Anthozoa	0.22	0.10	0.46	88.84
<i>Arnoglossus rueppelii</i>	0.29	0.10	0.44	89.28
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	0.31	0.10	0.44	89.72
<i>Aporrhais serresiana</i>	0.29	0.09	0.42	90.14
BT-c (Sim: 33.4%)				
<i>Geryon longipes</i>	1.83	6.31	18.91	18.91
<i>Polycheles typhlops</i>	1.38	5.56	16.67	35.58
<i>Calocaris macandreae</i>	1.20	4.57	13.70	49.28
<i>Plesionika acanthonotus</i>	0.78	2.50	7.48	56.76
<i>Antalis</i> sp.	0.68	1.81	5.41	62.18
<i>Munida perarmata</i>	0.67	1.61	4.84	67.01
<i>Monodaeus couchii</i>	0.49	1.18	3.52	70.53
<i>Eusergestes arcticus</i>	0.45	1.16	3.48	74.01
<i>Thenia muricata</i>	0.56	1.00	3.01	77.02
<i>Nezumia aequalis</i>	0.67	0.96	2.87	79.89
<i>Isidella elongata</i>	0.89	0.79	2.36	82.25
<i>Gryphus vitreus</i>	0.68	0.76	2.26	84.51
<i>Plesionika martia</i>	0.57	0.70	2.09	86.60
<i>Amalopenaeus elegans</i>	0.29	0.55	1.66	88.26
<i>Abra longicallus</i>	0.32	0.45	1.34	89.60
<i>Robustosergia robusta</i>	0.30	0.43	1.30	90.90

A partir del análisis clúster y el MDS de la matriz con datos de presencia/ausencia de la draga de arrastre también se identificaron tres asociaciones en fondos de roca (Tabla 4.2; Fig. 4.35B): 1) RD-a, al que pertenecen las muestras más someras entre 90 y 193 m de profundidad en las cimas de EM y AM; 2) RD-b, con muestras entre 242 y 609 m de profundidad en las laderas de SO, AM y EB; y 3) RD-c, un grupo más heterogéneo, entre 209 y 1081 m de profundidad, en las laderas de los tres montes y los conos volcánicos que rodean EB. Los resultados del análisis SIMPER (Tablas 4.3 y 4.5) mostraron que las principales especies que contribuyeron a la similitud intra-grupo del grupo RD-a fueron las algas rojas coralinas y los braquiópodos *Megerlia truncata* y *Joania cordata*, alcanzando el 70% de similitud. Los crustáceos decápodos del género *Plesionika* (tres especies que suman el 45.7% de similitud) y el molusco bivalvo *Asperarca nodulosa* (31%) fueron las especies principales en la agrupación RD-b. Las esponjas *Haliclona poecillastroides*, *Hamacantha (Hamacantha) sp. 1*, *Poecillastra compressa* y otras especies no identificadas de esponjas, así como el molusco bivalvo *Asperarca nodulosa*, sumaron el 84% de la similitud en la agrupación RD-c.

Los análisis clúster y MDS de las abundancias estandarizadas de las muestras recolectadas con la red de arrastre experimental GOC-73 en los fondos sedimentarios de los caladeros profundos de la flota de arrastre, adyacentes a los montes submarinos, también han mostrado que la batimetría es el principal factor que determina las asociaciones de muestras (Tabla 4.2, Fig. 4.35C). El grupo más numeroso ha correspondido a muestras recolectadas entre 542 y 768 m de profundidad en AM y EB (GOC-a). Este grupo se distingue claramente de dos muestras a 444 y 510 m de profundidad en AM (GOC-b), otras dos muestras a 328 y 393 m (GOC-c), así como de las más someras y más profundas recolectadas a 237 m de profundidad en AM (GOC-d) y a 1028 m de profundidad en EB (GOC-e), respectivamente. Los valores medios de los parámetros ecológicos analizados también mostraron diferencias entre estas asociaciones (Tabla 4.2). Mientras que las biomásas estandarizadas y la riqueza específica (S) mostraron un claro descenso con la profundidad, tanto la biomasa estandarizada como el resto de índices de diversidad (H' y J') no mostraron esta tendencia.

Tabla 4.5. Resultados del análisis SIMPER de las asociaciones de muestras (ver códigos en Fig. 4.35B) identificadas a partir de los análisis multivariantes de las muestras obtenidas con draga de arrastre (RD) en los montes submarinos Ses Olives, Ausias March y Emile Baudot, y áreas adyacentes del Canal de Mallorca. Se muestran el valor medio de la ocurrencia (Occurr), la similitud (Sim) y el porcentaje de contribución a la similitud (%Sim) de las principales especies o taxones que contribuyen en un 90% a la similitud intra-grupo.

Especies/Taxones	Occurr	Sim	%Sim	$\Sigma\%Sim$
RD-a (Sim: 21.84%)				
<i>Corallinaceae</i>	0.95	7.40	30.45	30.45
<i>Megerlia truncata</i>	0.90	5.63	23.15	53.60
<i>Joania cordata</i>	0.75	3.97	16.34	69.94
Porifera	0.65	2.18	8.98	78.92
<i>Axinella</i> spp.	0.40	0.80	3.27	82.20
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0.30	0.52	2.16	84.35
Cnidaria	0.30	0.34	1.41	85.76
<i>Palmophyllum crassum</i>	0.25	0.26	1.07	86.83
<i>Jaspis</i> spp.	0.25	0.20	0.84	87.67
<i>Bebryce mollis</i>	0.20	0.19	0.80	88.47
<i>Viminella flagellum</i>	0.15	0.19	0.79	89.26
<i>Monodaeus couchii</i>	0.20	0.15	0.62	90.60
RD-b (Sim: 15.35%)				
<i>Plesionika gigliolii</i>	0.67	5.26	34.29	34.29
<i>Asperarca nodulosa</i>	0.58	4.74	30.87	65.16
<i>Plesionika antigai</i>	0.33	1.10	7.18	72.34
<i>Ebalia nux</i>	0.33	0.79	5.13	77.47
<i>Plesionika narval</i>	0.25	0.66	4.28	81.74
<i>Bathyarca philippiana</i>	0.25	0.61	3.95	85.69
<i>Joania cordata</i>	0.25	0.45	2.91	88.60
<i>Ophiura (Dictenophiura) carnea</i>	0.25	0.31	2.04	90.64
RD-c (Sim: 23.63%)				
Porifera	1.00	12.41	52.54	52.54
<i>Asperarca nodulosa</i>	0.60	2.72	11.50	64.04
Callyspongiidae	0.50	1.76	7.46	71.50
<i>Haliclona poecillastroides</i>	0.50	1.65	7.00	78.50
<i>Hamacantha (Hamacantha) sp.1</i>	0.40	1.37	5.80	84.29
<i>Jaspis</i> spp.	0.40	1.10	4.67	88.96
Cnidaria	0.30	0.50	2.13	91.09

Los resultados del análisis SIMPER de las muestras obtenidas con la red de arrastre experimental GOC-73 (Tablas 4.3 y 4.6), mostraron que las principales especies que contribuyeron a la similitud intra-grupo en GOC-b fueron los crustáceos decápodos, los peces teleósteos y un molusco cefalópodo, algunos de ellos de interés comercial: *Plesionika martia*, *Nephrops norvegicus*, *Parapenaeus longirostris*, *Phycis blennoides*, *Helicolenus dactylopterus*, *Lepidorhombus boscii* y *Merluccius merluccius*. Las especies principales que contribuyen a la similitud intra-grupo en GOC-a también fueron los crustáceos decápodos, los peces teleósteos y el elasmobranquio *Galeus melastomus*. Algunas de estas especies (*P. martia*, *Hymenocephalus italicus*, *P. blennoides* y *Hoplostethus mediterraneus*) fueron las mismas que en el grupo anterior, pero con diferentes porcentajes. Algunas especies de interés comercial también contribuyeron a la similitud de GOC-a: la especie objetivo de la flota de arrastre *Aristeus antennatus* y sus especies accesorias *P. martia*, *G. longipes*, *G. melastomus* y *P. blennoides*.

Tabla 4.6. Resultados del análisis SIMPER de las asociaciones de muestras (ver códigos en Fig. 4.35C) identificadas a partir de los análisis multivariantes de las muestras obtenidas con arrastre de fondo experimental GOC-73 (GOC) en los montes submarinos Ses Olives, Ausias March y Emile Baudot, y áreas adyacentes del Canal de Mallorca. Se muestran el valor medio de la abundancia estandarizada (A: individuos/km²), la similitud (Sim) y el porcentaje de contribución a la similitud (%Sim) de las principales especies que contribuyen en un 90% a la similitud intra-grupo. Los valores de abundancia fueron transformados a su raíz cuadrada.

Especies	A	Sim	%Sim	Σ%Sim
GOC-a (Sim: 57.07%)				
<i>Plesionika acanthonotus</i>	17.8	7.5	12.2	12.2
<i>Plesionika martia</i>	16.25	6.31	10.26	22.45
<i>Nezumia aequalis</i>	18.29	6.16	10.01	32.46
<i>Geryon longipes</i>	16.05	6.01	9.77	42.23
<i>Aristeus antennatus</i>	18.47	5.38	8.75	50.99
<i>Galeus melastomus</i>	19.32	5.25	8.53	59.52
<i>Hymenocephalus italicus</i>	12.48	4.57	7.44	66.96
<i>Polycheles typhlops</i>	8.88	3.79	6.15	73.11
<i>Robustosergia robusta</i>	8.87	3.08	5.01	78.11
<i>Phycis blennoides</i>	6.79	2.6	4.22	82.34
<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	8.65	2.46	4	86.33
<i>Pasiphaea multidentata</i>	7.68	1.69	2.74	89.07
<i>Amalopenaeus elegans</i>	4.86	1.24	2.02	91.09

Especies	A	Sim	%Sim	Σ%Sim
GOC-b (Sim: 52.07%)				
<i>Plesionika martia</i>	37.10	6.77	11.94	11.94
<i>Phycis blennoides</i>	30.66	5.48	9.67	21.62
<i>Hymenocephalus italicus</i>	34.49	5.20	9.17	30.78
<i>Pasiphaea sivado</i>	30.24	4.10	7.23	38.02
<i>Nephrops norvegicus</i>	16.57	3.74	6.6	44.62
<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	29.46	3.50	6.17	50.78
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	17.77	3.42	6.04	56.82
<i>Parapenaeus longirostris</i>	31.43	2.94	5.19	62.01
<i>Processa canaliculata</i>	14.44	2.84	5.01	67.03
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	12.31	2.47	4.36	71.39
<i>Munida perarmata</i>	10.57	1.94	3.42	74.81
<i>Gaidropsarus biscayensis</i>	8.12	1.80	3.17	77.98
<i>Coelorinchus caelorhincus</i>	20.71	1.43	2.52	80.50
<i>Gadiculus argenteus</i>	22.21	1.43	2.52	83.02
<i>Lepidorhombus boscii</i>	11.13	1.24	2.18	85.20
<i>Calocaris macandreae</i>	9.66	1.04	1.83	87.03
<i>Sepietta oweniana</i>	18.15	1.01	1.78	88.81
<i>Merluccius merluccius</i>	8.28	1.01	1.78	90.59
GOC-c (Sim: 53.4%)				
<i>Gadiculus argenteus</i>	103.87	10.3	19.28	19.28
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	67.98	7.24	13.55	32.83
<i>Coelorinchus caelorhincus</i>	87.45	5.85	10.95	43.78
<i>Parapenaeus longirostris</i>	45.7	5.16	9.66	53.44
<i>Scyliorhinus canicula</i>	37.35	3.85	7.21	60.65
<i>Sepietta oweniana</i>	43.88	3.74	7	67.66
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	66.52	3.58	6.7	74.36
<i>Lepidorhombus boscii</i>	20.56	1.79	3.35	77.71
<i>Synchiropus phaeton</i>	32.23	1.64	3.07	80.78
<i>Galeus melastomus</i>	30.43	1.3	2.43	83.21
<i>Thenia muricata</i>	10.29	1.23	2.31	85.52
<i>Plesionika heterocarpus</i>	25.14	1.09	2.04	87.56
<i>Illex coindetii</i>	9.23	1.02	1.91	89.48
<i>Desmacella annexa</i>	22.93	0.82	1.54	91.01

- **Impacto de la pesca de arrastre**

La comparación de las muestras de la agrupación GOC-a, que se han obtenido en dos caladeros de gamba roja (*A. antennatus*) de la flota de arrastre, uno adyacente a AM actualmente explotado y otro en EB, que lleva más de dos décadas sin ser explotado por esta flota, nos permite realizar un análisis preliminar del impacto de la pesca de arrastre. Esta gran diferencia en la presión pesquera, no se ha visto claramente reflejada en la composición de las comunidades epi- y necto-bentónicas, ni en la densidad de sus especies principales.

En el grupo GOC-a se detectaron pocas diferencias geográficas entre AM y EB (42.16% de disimilitud). Las especies que más contribuyeron a esta disimilitud fueron el elasmobranquio *G. melastomus* (8.2%) y los crustáceos decápodos *Phasiphaea multidentata* (7.8%), *A. antennatus* (7.6%) y *G. longipes* (7.6%).

Por lo que respecta a las muestras obtenidas con el arte de arrastre experimental GOC-73, las únicas diferencias que podrían atribuirse al impacto de la pesca es la abundancia ligeramente mayor del elasmobranquio *G. melastomus* observada en EB respecto a AM (en promedio 21,0 vs. 17,2 individuos/km², respectivamente), aunque el elasmobranquio *Etmopterus spinax* mostró una situación contraria (1,2 vs. 6,2 individuos/km², respectivamente). En cambio, *A. antennatus*, la especie objetivo de esta pesquería, no mostró diferencias significativas entre caladeros por lo que respecta a su abundancia y biomasa estandarizadas (Fig. 4.36A-B), pero sí en su frecuencia de tallas, con machos y hembras más grandes en EB que en AM (Fig. 4.36C-D).

El análisis multi-variante (clúster y MDS) de la biomasa estandarizada de las muestras recolectadas con patín epi-bentónico en los fondos sedimentarios adyacentes a AM y EB entre (grupo BT-c, entre 501 y 759 m de profundidad; Fig. 4.35A), muestra algunas diferencias en la composición de las comunidades epi-bentónicas entre ambos montes (70.5% de disimilitud; Tabla 4.3). Estas diferencias son debidas a la mayor abundancia de peces osteíctios en AM y de dos invertebrados bentónicos en EB, concretamente el braquiópodo *G. vitreus* y el cangrejo *G. longipes*. En cualquier caso, el número limitado de muestras de este grupo (Tabla 4.2) no permite sacar resultados concluyentes.

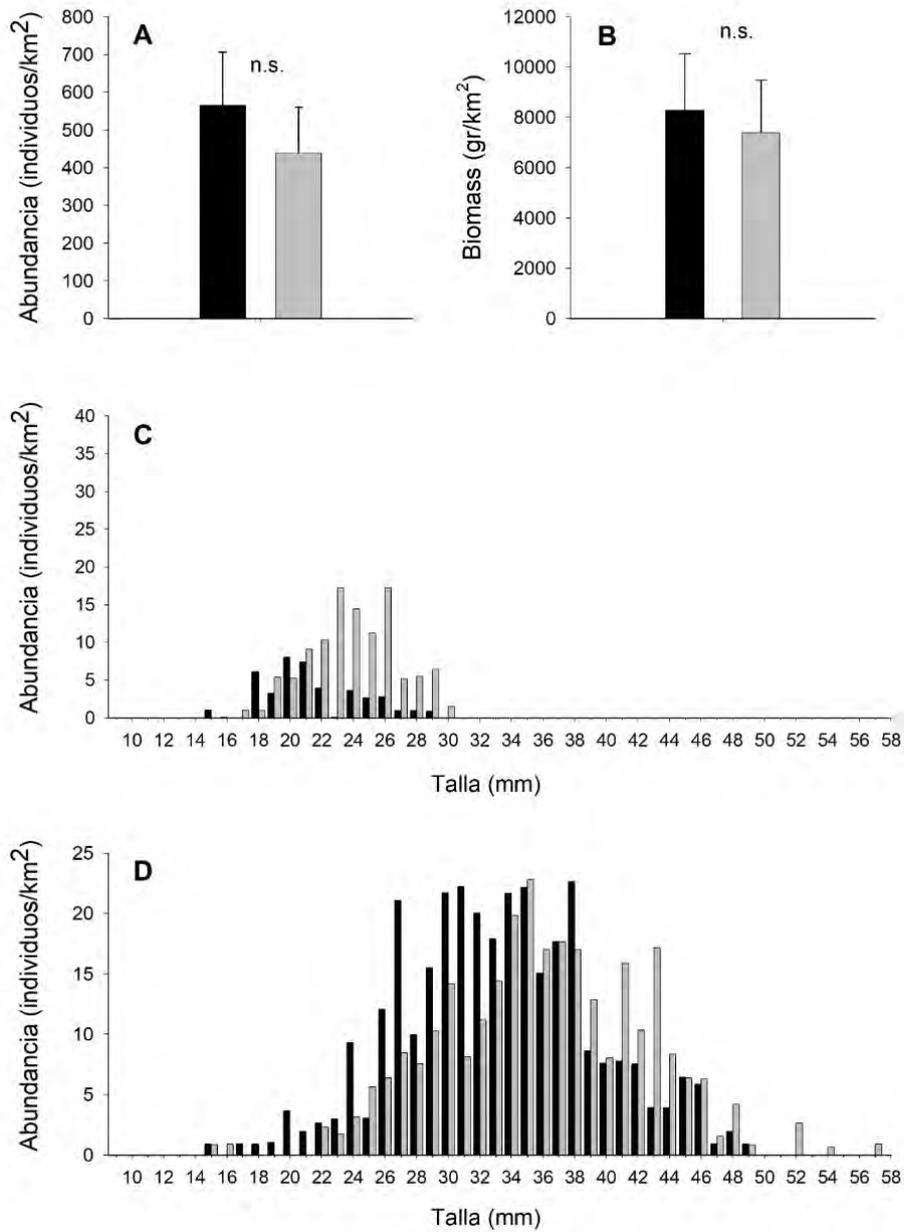


Figura 4.36. Abundancia (A) y Biomasa (B) media estandarizada y frecuencia de distribución de tallas para machos (C) y hembras (D) de gamba roja (*Aristeus antennatus*) en los caladeros adyacentes a los montes submarinos del Canal de Mallorca, Ausias March (barras negras) y Emile Baudot (barras grises). También se muestran los errores estándar y los resultados del test t de Student: n.s. (no significativo).

4.4. Hábitats bentónicos

4.4.1. Inventario de hábitats

A partir de los videotransectos con trineo fotogramétrico y ROV, se identificaron hasta 31 hábitats bentónicos diferentes (Tabla 4.7; Fig. 4.37). Cinco de ellos están considerados como hábitats sensibles: fondos de "Maërl/rodolitos", "fangos batiales con *Isidella elongata*", "facies de crinoideos" y "fondos batiales de reborde de plataforma con *Gryphus vitreus*".

El análisis de los transectos de video obtenidos con trineo fotogramétrico, mostró que los hábitats dominantes en SO fueron de fondos blandos. Los fangos batiales con megafauna excavadora dominaron alrededor de este monte submarino y los fondos detríticos en su cima, totalizando ambos hábitats un 87,5% del área muestreada. En sus laderas se encontraron fondos duros con rocas batiales, dominados por esponjas, con un 11,5% de cobertura. En la cima de AM se encontraron lechos de maërl/rodolitos (16%), alternando con fondos detríticos (30%), mientras que en su base predominaban los fondos blandos con pockmarks (13%) y fondos detríticos batiales (30%). En sus laderas se encontraron escarpes, paredes rocosas y pendientes con antozoarios y/o pequeñas esponjas como *Thenea muricata*. Los lechos de maërl/rodolitos con invertebrados, especialmente antozoarios (alcionáceos y gorgonias) y esponjas, predominaron en la cima de EB (67% de cobertura), mientras que en su base y áreas adyacentes se encontraron fondos fangosos.

El análisis de las imágenes obtenidas con ROV, mostró que el lecho marino de SO consistía principalmente en fangos batiales (69% del área cubierta), en algunas áreas con megafauna excavadora y, en menor medida, fondos detríticos batiales y pendientes rocosas cubiertas de esponjas (10 y 7% de cobertura, respectivamente). También se encontraron pockmarks, fondos blandos con *G. vitreus* o *T. muricata* y áreas rocosas dominadas por crinoideos. En los fondos circalitorales de AM se encontraron lechos de maërl/rodolitos (33%) y de arena detrítica (7%), en ambos casos dominados por alcionáceos y esponjas, mientras que los fondos batiales alrededor de este monte submarino, estuvieron ampliamente cubiertos por sedimentos de arena o fango (41%), algunos de ellos dominados por el braquiópodo *G. vitreus* (3%). En las pendientes

rocosas y escarpes del AM se encontró una cobertura principalmente de esponjas (10%), pero también de los cnidarios *Acanthogorgia hirsuta* (1,6%) y *Bebryce mollis* (1%). El EB, con el rango batimétrico más amplio de los transectos visuales realizados, mostró un dominio circalitoral con fondos blandos detríticos (38%), algunos dominados por las algas rojas *Phyllophora crispa*, los alcionáceos *Alcyonium palmatum* y *Paralcyonium spinulosum*, y lechos de maërl/rodolitos. Los transectos batiales alrededor de este monte submarino mostraron principalmente sedimentos fangosos o detríticos blandos (22 y 38%, respectivamente), con montículos de corales muertos y pockmarks. Los sustratos duros estuvieron dominados por esponjas, crinoideos y antipatarios.

SO y EB mostraron la menor y mayor variabilidad de hábitats, con un total de 11 y 21 hábitats bentónicos identificados en estos montes submarinos, respectivamente. AM presentó un número intermedio de hábitats (16), aunque fue el monte submarino en el que se realizaron un menor número de muestreos con transectos de video. En general, una tanatocenosis de ostréidos gigantes pareció distribuirse alrededor de los tres montes submarinos, junto con restos de corales muertos y montículos en algunas zonas batiales de sus laderas.

La combinación de métodos de muestreo utilizados (patín epi-bentónico, trineo fotogramétrico, draga de arrastre y ROV) nos ha permitido identificar una amplia gama de especies, incluyendo organismos bentónicos de pequeño tamaño, principalmente recolectados con patín en fondos blandos, difíciles de identificar a partir de imágenes. No obstante, en estos fondos sedimentarios, las imágenes obtenidas con trineo fotogramétrico y/o ROV han proporcionado información muy valiosa sobre la distribución espacial de las especies bentónicas (p.ej. distribución en parches) y la estructura tridimensional de los hábitats, lo que nos da una imagen más realista de la obtenida solo con muestras de patín epi-bentónico. En el caso de los fondos rocosos, la situación es inversa, ya que las imágenes obtenidas con ROV son fundamentales para identificar especies y su distribución en el fondo, mientras que las muestras obtenidas con draga de arrastre complementan esta información, principalmente por lo que se refiere al inventario de especies.

Tabla 4.7. Categorías de hábitats bentónicos identificados con los videotransectos de trineo fotogramétrico y ROV en los montes submarinos del Canal de Mallorca Ses Olives, Ausias March y Emile Baudot (Islas Baleares, Mediterráneo Occidental) durante el proyecto INTEMARES y sus correspondencias con la Directiva Hábitats.

Hábitats INTEMARES	Directiva hábitats
Maërl/rodolitos	1110
Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados	1110
Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Viminella flagellum</i>	1170
Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Eunicella</i> spp	1170
Fondos detríticos infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con <i>Alcyonium palmatum</i> y <i>Paralcyonium spinulosum</i>	-
Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas	1110
Fondos detríticos biógenos infralitorales y circalitorales	-
Fondos detríticos biógenos infralitorales y circalitorales con <i>Phyllophora crispa</i>	-
Fondos detríticos batiales	-
Fondos detríticos batiales con esponjas	-
Fondos batiales de reborde de plataforma con <i>Gryphus vitreus</i>	-
Fangos batiales con fauna excavadora	-
Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas	1170
Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con antozoos (escleractinarios, gorgonias, antipatarios)	1170
Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias	1170
Roca limpia batial con <i>Acanthogorgia hirsuta</i>	1170
Roca batial colmatada de sedimentos con restos de antiguos arrecifes de corales blancos (<i>Madrepora oculata</i> , <i>Dendrophyllia cornigera</i>)	1170
Roca limpia batial con corales negros (<i>Leiopathes glaberrima</i>)	1170
Roca limpia batial con <i>Callogorgia verticillata</i>	1170
Roca batial colmatada de sedimentos con <i>Bebryce mollis</i>	1170
Roca batial con octocoralarios (<i>Bebryce mollis</i> y <i>Callogorgia verticillata</i>)	1170
Roca limpia batial con crinoideos	-
Coralígeno con dominancia de invertebrados	1170
Roca circalitoral dominada por invertebrados	1170
Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas	1170
Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de esponjas	1170
Fangos batiales	-
Fangos batiales con <i>Thenaea muricata</i>	-
Fangos batiales con <i>Isidella elongata</i>	1170
Arrecifes fósiles de ostréidos	1170
Campo de pockmarks	1180

El gradiente de la distribución de los hábitats bentónicos en los montes submarinos del Canal de Mallorca demuestra estar determinado principalmente por la profundidad. En las cimas circalitorales de AM y EB, hay fondos detríticos con lechos de maërl/rodolitos y afloramientos coralígenos, dominados por comunidades de esponjas, alcionáceos y gorgonias. Como consecuencia de la extrema transparencia del agua en esta área, se ha encontrado que estos lechos de maërl/rodolitos están bastante bien estructurados hasta una profundidad de 137 m, probablemente la mayor profundidad de este hábitat en el Mediterráneo occidental (Massutí *et al.*, 2022b).

En la mayor parte de la cima de SO el fondo es plano y está cubierta por arenas detríticas, lo que contrasta con el fondo marino alrededor de este monte submarino, que contiene fondos de fango y fango arenoso, dominados por fauna excavadora. Las esponjas y corales colonizan los fondos rocosos que predominan en las laderas y los márgenes de las cimas de los tres montes submarinos. Estas especies filtradoras parecen ser más frecuentes y abundantes en las zonas más expuestas a las corrientes marinas, probablemente porque éstas aumentan su disponibilidad de alimento (de Vogelaere *et al.*, 2005; de la Torriente *et al.*, 2018). Otros hábitats observados en este rango batimétrico incluyen algunos lechos de crinoideos y tanatocenosis de ostréidos gigantes. Estas últimas parecen formar un anillo que rodea los montes submarinos, entre 260 y 415 m de profundidad. Los fondos de las laderas con menor pendiente del talud superior y medio están formados, principalmente, por sedimentos blandos y fangosos, en los que se acumulan facies del braquiópodo *G. vitreus*, fauna excavadora y/o restos de corales muertos.

Las áreas más profundas del talud medio, en la base de los montes submarinos, están dominadas por sedimentos fangosos más finos y la presencia de pockmarks. En estos fondos también se han encontrado facies de los corales *Callogorgia verticillata* e *Isidella elongata*, la esponja *Thenia muricata* y el briozoo *Kinetoskias* sp.

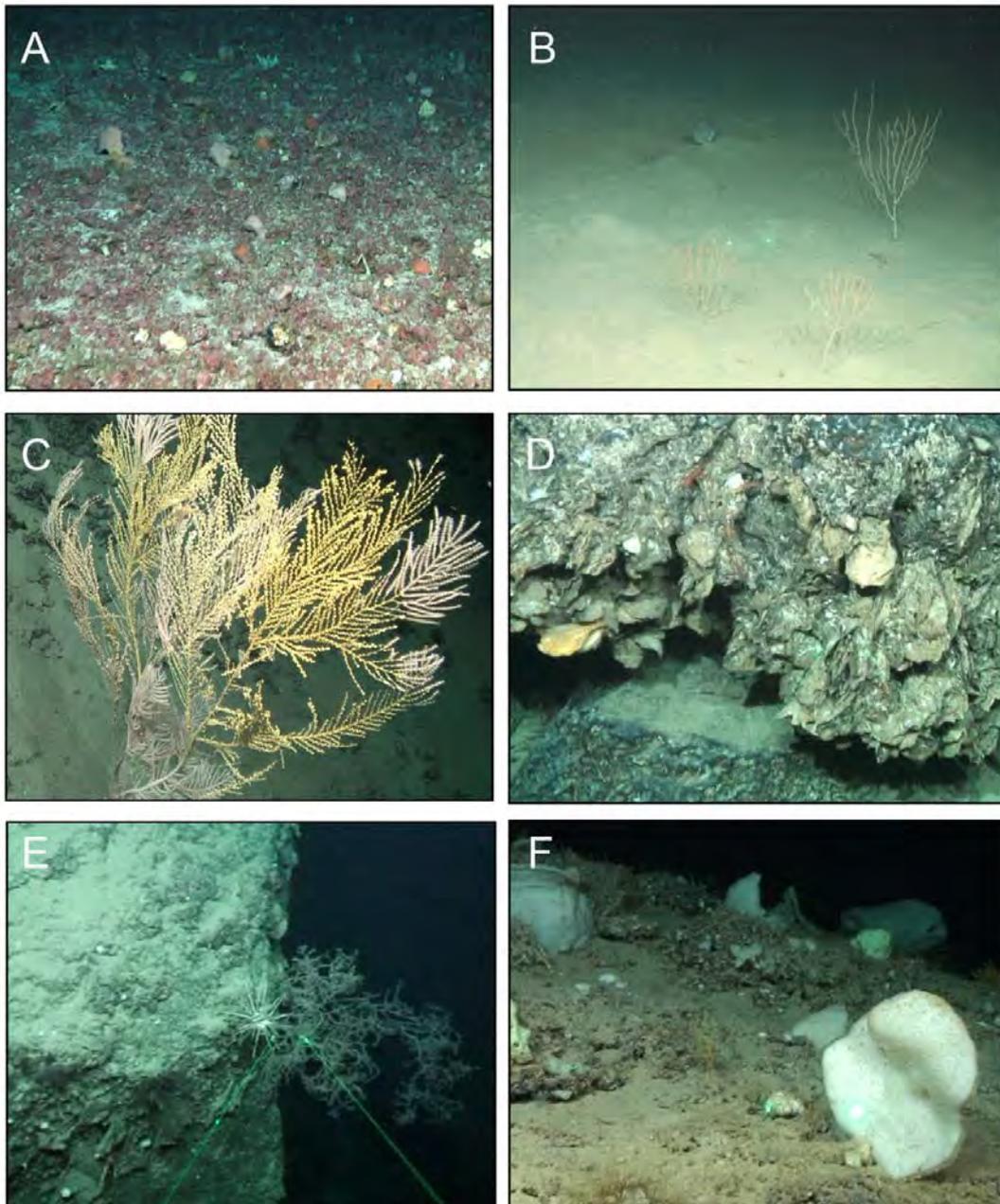


Figura 4.37. Hábitats y comunidades biológicas identificados en los montes submarinos Ses Olives (SO), Ausias March (AM) y Emile Baudot (EB) del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental): (A) Fondos de Maërl/Rodolitos en EB a 113 metros de profundidad; (B) Fangos batiales con *Isidella elongata* en SO a 590 metros de profundidad; (C) Roca limpia batial con *Callogorgia verticillata* en EB a 830 metros de profundidad; (D) Arrecifes fósiles de ostréidos en EB a 417 metros de profundidad; (E) Roca batial con corales negros (*Leiopathes glaberrima*) en EB a 505 metros de profundidad; y (F) Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de esponjas en AM a 365 metros de profundidad.

4.4.2. Modelado de hábitats

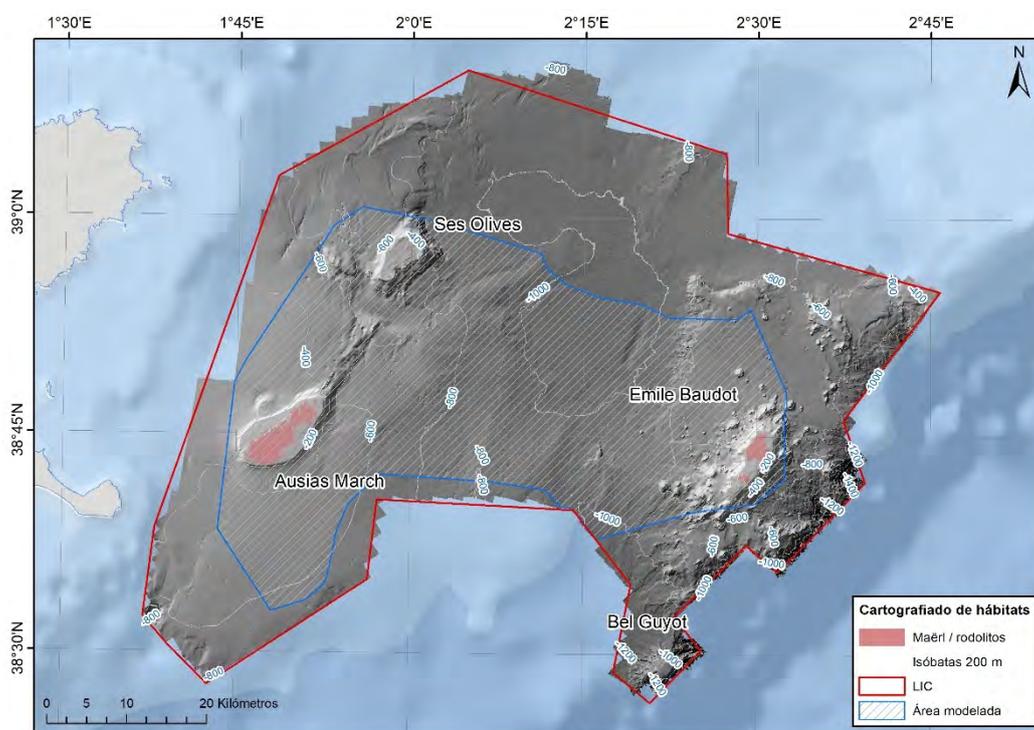
A continuación, se presentan los 12 hábitats bentónicos modelados o cartografiados en los montes submarinos del Canal de Mallorca. En cada caso se muestra nombre del hábitat y sus correspondencias con la Directiva Hábitat (DH), el Sistema Europeo de Información sobre la Naturaleza (EUNIS de sus siglas en inglés) y la Lista Patrón de Referencia Española (LPRE; Templado *et al.*, 2012). Además se incluye el mapa de su distribución espacial en el área de estudio, resultado del modelado, así como las variables explicativas significativas (ver cuadro a continuación) con su porcentaje de contribución, AUC (*Área Under the Curve*, evalúa la capacidad predictiva y la precisión del modelo), Kappa (estima la concordancia entre las predicciones del modelo y los datos observados, siendo "1" el valor de ajuste perfecto y el valor "0" señala que el modelo no es mejor al que resultaría de una asignación aleatoria, mientras que un valor negativo indica un desacuerdo completo) y su valor umbral (equilibra el número de verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos, para maximizar la concordancia entre el modelo y los datos observados), para cada uno de los modelos, GAM y Maxent. También se incluyen los porcentajes de solapamiento de las áreas de distribución y de coincidencia de cuadrículas obtenidas con ambos modelos. Los mapas de distribución resultantes de cada uno de estos modelos, GAM y Maxent, se muestran en el Anexo IV. El área considerada con presencia del hábitat ha sido la zona de solapamiento entre ambos modelos una vez aplicado el umbral Kappa.

Para cada uno de los hábitats bentónicos modelados, se detalla el tipo de sustrato sobre el que se desarrollan, las principales especies que lo conforman y su distribución geográfica y batimétrica en el área de estudio. Asimismo se presenta una breve descripción del hábitat, sus implicaciones ecológicas y vulnerabilidad, así como potenciales amenazas. Finalmente se enumeran las directivas, convenios y/o acuerdos internacionales, de los que España forma parte, así como normativas de protección.

Variables	Acrónimo
Profundidad (m)	MDT
Pendiente (°)	PEN
Reflectividad	RFL
Rugosidad	RUG
Orientación (<i>Eastness</i>)	EST
Orientación (<i>Northness</i>)	NOR
BPI-grueso	BPI_G
Contenido (%) materia orgánica	MOR
% Arena	ARE
Velocidad máxima corriente fondo (m/s)	CMF
Media temperatura en fondo (°C)	TXF
VMS flota nasas (nº registros)	NAS
VMS flota palangre de fondo (nº registros)	PAL
Distancia caladero arrastre más próximo (m)	DCP

Nombre:	Maërl/rodolitos
DH:	1110: <i>Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time*</i>
EUNIS	MC352: <i>Assemblages of Mediterranean coastal detritic bottoms biocenosis with rhodoliths (level 4)</i>
LPRE:	3040506: Fondos de maërl/rodolitos. 304051601: Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos. 3040516: Plataformas detríticas infralitorales y circa-litorales asociadas a montes submarinos. 304051604: Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas.

(*) Su inclusión en el hábitat 11110 no es adecuada, ya que presenta características que no coinciden, por lo que su interpretación es problemática (INDEMARES, 2014).



Modelado:	GAM	Maxent
Variables	MDT (19%), ARE (8.9%), RFL (1.3%) Desviación explicada: 45.7%	MDT (91.1%), TXF (4.6%), RFL (2%), PEN (0.6%), ARE (0.5%), NOR (0.4%), EST (0.3%)
AUC	0.8772	0.8225
Kappa	0.6740	0.6016
Umbral	0.7031	0.4177
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		62.05%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		99.03%

Profundidad hábitat	87-148 m
Superficie hábitat	33.47 km ²
Área hábitat vs. área modelada	1.58%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	0.74%

- **Tipo de sustrato:** Arenas y gravas, sedimento mixto.
- **Especies características:** Algas rojas pertenecientes al Orden Corallinales, como *Spongites fruticulosus*, *Phymatolithon calcareum*, *Lithothamnion coralloides*, *L. valens* y *Lithophyllum racemus*, acompañadas de otras algas rojas del género *Peyssonnelia* spp.
- **Descripción del hábitat**

Hábitats del detrítico costero caracterizado por la presencia de algas rojas calcáreas duras, que crecen por la fijación de capas sucesivas alrededor de un soporte mineral u orgánico. Estas algas no se fijan al sustrato y ruedan sobre el fondo marino, adoptando morfologías ramificadas o redondeadas. Están acompañadas de otras algas rojas también calcificadas, pero con formas aplanadas, pertenecientes al género *Peyssonnelia* spp.

Los rodolitos vivos pueden desarrollarse sobre acumulaciones de rodolitos muertos, generando depósitos con una arquitectura tridimensional, de características intermedias entre los fondos sedimentarios no consolidados y los fondos rocosos (Foster, 2001).

Estos fondos formados por algas “bioingenieras”, en combinación con factores ambientales locales, proporciona microhábitats para numerosos organismos (algas e invertebrados) epibiontes sésiles (Barbera *et al.*, 2003; Teichert, 2014). También abundan especies filtradoras (esponjas, briozoos y ascidias) que se fijan a este sustrato duro, confiriéndole más estabilidad (Farriols *et al.*, 2022).

Los fondos de maërl/rodolitos se asocian a zonas de corrientes moderadas, de menos de 60 m de profundidad en la costa de la Península Ibérica, mientras que en las aguas más transparentes del Archipiélago Balear se distribuyen hasta 80-90 m de profundidad, acumulándose en grandes cantidades y presentando una biodiversidad y biomasa bentónica muy elevadas (Joher *et al.*, 2012). En ocasiones, estos fondos además del estrato basal de maërl/rodolitos tienen un estrato eréctil, formado por el alga parda de gran porte *Laminaria rodriguezii*, que puede alcanzar >1 m de altura y formar “bosques de laminarias”. En el área de estudio se ha detectado la presencia de *L. rodriguezii*, pero

no se han observado estos bosques, que sí se conocen en el Canal de Menorca (Joher *et al.*, 2015).

- **Distribución del hábitat**

Es un hábitat sedimentario habitual de fondos circalitorales de la plataforma continental del Archipiélago Balear, que en el área de estudio está ampliamente distribuido en las cimas de AM y EB, los dos montes submarinos más someros. En esta área, debido a la transparencia de las aguas, se han observado fondos de maërl/rodolitos bastante bien estructurados hasta una profundidad de 137 m, muy probablemente la cota batimétrica más profunda de este hábitat en el Mediterráneo occidental.

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

Es un hábitat análogo, en importancia ecológica, a las praderas de fanerógamas (BIOMAËRL team, 1999). Son fondos complejos, tanto estructural como funcionalmente, que presentan una diversidad biológica muy elevada en comparación con fondos arenosos sin cobertura vegetal, ya que constituyen un soporte físico para la fijación de especies, que sirven de alimento a gran variedad de organismos herbívoros y ramoneadores, como moluscos y erizos. También son refugio de larvas y juveniles de especies necto-bentónicas, algunas de interés comercial (Everett, 1994; Hall-Spencer *et al.*, 2003, Steller *et al.*, 2003), así como de grandes depredadores.

Las especies que constituyen estos fondos suelen tener ciclos de vida muy largos (entre 3 y 30 años). Son fondos muy frágiles y de lenta regeneración (Barbera *et al.*, 2003; Donnan y Moore, 2003a, 2003b).

El STECF de la Comisión Europea, ha catalogado los fondos de maërl como *Sensitive Habitats* (SH), o hábitats frágiles, reconocidos internacionalmente como ecológicamente importantes y, a la vez, *Essential Fish Habitats* (EFH), ya que pueden ser fundamentales para el desarrollo de etapas críticas del ciclo de vida de recursos pesqueros del Mediterráneo (STECF, 2006). Por ello, estos hábitats requieren una gestión y protección especial, para mejorar el estado de los stocks y garantizar la sostenibilidad, a largo plazo, de las pesquerías. La importancia de estos fondos para

algunos de los principales recursos pesqueros de las Islas Baleares es bien conocida (Ordines, 2016). Además, los fondos de maërl son considerados como “factorías” de carbonatos (Canals y Ballesteros, 1997) y, por tanto, están implicados en la productividad y los procesos biogeoquímicos que afectan a la oceanografía y el clima (Amado-Filho *et al.*, 2012).

A pesar de su importancia económica y ecológica, los fondos de maërl sufren numerosas amenazas derivadas de actividades antrópicas, como construcciones costeras, que pueden cambiar las condiciones ambientales y la pesca de arrastre, así como la contaminación orgánica, tanto por vertidos domésticos e industriales como por acuicultura, con los consecuentes efectos de la eutrofización (Riosmena-Rodríguez *et al.*, 2016). A nivel global, el aumento de la temperatura y la invasión de especies alóctonas también constituyen amenazas para este hábitat (Moranta *et al.*, 2014). En las Islas Baleares, su amenaza más importante es la pesca, principalmente el arrastre de fondo. Además del efecto directo de la destrucción física del hábitat o la disminución de su complejidad por erosión y/o extracción, esta actividad pesquera puede tener efectos indirectos en áreas adyacentes, por alteración de las condiciones ambientales: p.ej. reducción de la luminosidad, resuspensión de sedimento y cambios en su granulometría (Barbera *et al.*, 2003).

Aunque los efectos negativos de la pesca de arrastre de fondo en las comunidades bentónicas son bien conocidos, y los fondos de algas rojas no son una excepción, los pocos estudios que existen en el Mediterráneo sobre los efectos de esta actividad pesquera en los fondos de maërl/rodolitos han mostrado resultados contradictorios (Ordines *et al.*, 2017). Según estos autores, la coexistencia de los lechos de algas rojas con la pesca de arrastre en las Islas Baleares, puede ser debida a que el esfuerzo de esta pesquería en el área es relativamente bajo, comparado con zonas adyacentes en la Península Ibérica y por la rutina de pesca de arrastre, que intenta evitar grandes cantidades de capturas de algas, pescando a mayor velocidad y/o utilizando redes más ligeras y, sobretudo, menos abrasivas con el fondo marino. No obstante lo anterior, recientemente Farriols *et al.* (2022) han demostrado que la pesca de arrastre disminuye

la biodiversidad y la abundancia de determinadas especies bentónicas de los fondos de maërl.

- **Grado de Protección**

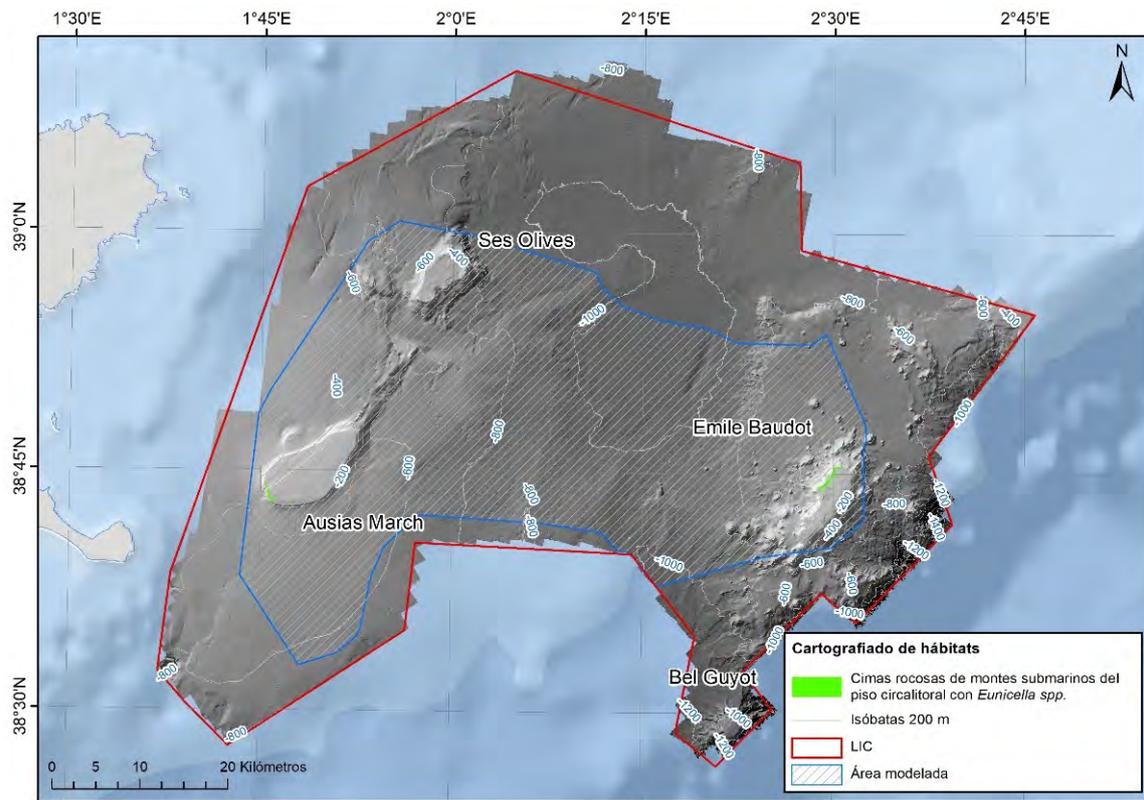
Algunas de las especies formadoras de estos fondos, como *Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum*, están incluidas en el Anexo V de la Directiva Hábitats (especies cuya recogida en la naturaleza y explotación pueden ser objeto de medidas de gestión).

El alga parda endémica del Mediterráneo *Laminaria rodriguezii*, que puede formar parte del estrato eréctil de los fondos de maërl, se incluye en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies en peligro o amenazadas).

Los fondos de maërl se consideran biocenosis de protección prioritaria en el Convenio de Barcelona (III.3.2.1. Facies de Maërl). Las Partes Contratantes de este convenio adoptaron en 2016 un Plan de Acción para la conservación de coralígeno y otras bioconcreciones calcáreas en el Mar Mediterráneo (Anexo II, Decisión IG.22/12). El procedimiento estandarizado propuesto y los protocolos para definir el alcance y la extensión de la distribución y evaluar la condición de los hábitats de maërl en el contexto de las evaluaciones de impacto ambiental se detallan en el "Guidelines for the assessment of environmental impact on coralligenous and maërl assemblages" (UNEP/MAP-SPA/RAC, 2021).

El Reglamento (CE) nº 1967/2006 del Consejo, de 21 de diciembre de 2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo, en su Artículo 4 (Hábitats protegidos) incluye los mantos de maërl/rodolitos y prohíbe la pesca con redes de arrastre, dragas, jábegas o similares en estos fondos.

Nombre:	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Eunicella</i> spp.
DH:	1170: Reefs
EUNIS	MC1519: Facies with <i>Eunicella cavolini</i> (level 5)
LPRE:	0302022604: Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Eunicella verrucosa</i> . 0302022502: Coralígeno con <i>Eunicella verrucosa</i> . 0302022307: Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con <i>Eunicella cavolini</i> .



Modelado:	Variables GAM	Variables Maxent
Variables	MDT (17.9%), PEN (11.6%), ARE (5%) Desviación explicada: 38.6%	MDT (82.1%), TXF (9.6%), PEN (5.9%), NAS (1%), ARE (0.8%)
AUC	0.9072	0.8920
Kappa	0.4925	0.6572
Umbral	0.3095	0.6946
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		14.45%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		99.52%

Profundidad hábitat	89-153 m
Superficie hábitat	1.72 km ²
Área hábitat vs. área modelada	0.08%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	0.04%

- **Tipo de sustrato:** Coralígeno, rodolitos y grava biogénica.
- **Especies características:** *Eunicella cavolini*, *Eunicella verrucosa* y esponjas como *Foraminospongia balearica*, con ascidias, briozoos, poliquetos y cnidarios, como anémonas y los corales *Viminella flagellum* o *Acanthogorgia hirsuta*.
- **Descripción del hábitat**

Las gorgonias son organismos bioconstructores y especies estructuradoras de hábitats. Junto con esponjas de aspecto arborescente, conforman el estrato elevado de los fondos de coralígeno, que en zonas de alto hidrodinamismo pueden alcanzar portes considerables, debido a que las corrientes marinas les proporcionan alimento en suspensión (Templado *et al.*, 2012). Entre las especies más típicas y extendidas se encuentran las del género *Eunicella*, con una estructura ramificada desde su base y crecen en un mismo plano orientado hacia la corriente dominante (Álvarez, 2016). Estas gorgonias pueden constituir agregaciones densas y tridimensionales, que favorecen la presencia de una gran variedad de organismos con los que viven asociadas (Rueda *et al.*, 2019). Entre ellos destacan muchos invertebrados bentónicos propios de la zona mesofótica, como esponjas, ascidias, briozoos, poliquetos, anémonas y otros corales.

Eunicella es un género muy diverso en el Mediterráneo, del que se conocen seis especies, que generalmente se distribuyen a menos de 50 m de profundidad, aunque también pueden encontrarse a profundidades superiores (Altuna y Poliseno, 2019). Es el caso de las facies de *E. verrucosa* y *E. cavolini*, que conforman el hábitat "Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Eunicella* spp.". Algunos de estos hábitats han sido descritos por Templado *et al.* (2012) como "Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Eunicella verrucosa*", "Coralígeno con *Eunicella verrucosa*" o "Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con *Eunicella cavolini*". Las facies caracterizadas por especies del género *Eunicella* son frecuentes en el Mediterráneo (Gori *et al.*, 2011; Templado *et al.*, 2012; Chimienti, 2020) y presentan conexión con otros hábitats también dominados por octocoralarios. Todas estas facies que están estrechamente entrelazadas, podrían agruparse en una categoría superior denominada "Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias", si bien Templado *et al.* (2012) colocan este hábitat en el piso batial.

- **Distribución del hábitat**

Las facies de las gorgonias del género *Eunicella* se encuentran en la zona mesofótica, más concretamente en los márgenes rocosos sudoeste y noroeste de las cimas de AM y EB, respectivamente, menos profundas que SO, donde los modelos no han predicho la presencia de este hábitat. Su distribución está principalmente influenciada por las variables profundidad y pendiente del fondo. Un patrón de distribución similar al señalado por Grinyó *et al.* (2018) en el Canal de Menorca, donde sitúan estas comunidades de estas gorgonias en el límite de la plataforma continental. Ello puede atribuirse también a otros factores, como el tipo de sustrato y la presencia de corrientes marinas, que proporcionan alimento a estas especies filtradoras. Todos estos elementos confieren la idoneidad ambiental que condiciona la presencia de este hábitat, donde el suministro constante de partículas en suspensión puede resultar en abundancias elevadas de octocoralarios (Weinbauer y Velimirov, 1995). La pendiente del fondo también es un factor a tener en cuenta, ya que si es pronunciada puede contribuir a dirigir hacia el fondo el alimento en suspensión hacia, lo que facilita el incremento de diversidad y biomasa bentónica. Comunidades con predominancia de *Eunicella* en fondos rocosos de pendiente pronunciada, se han localizado también en la cabecera del cañón de Son Bou, en el Canal de Menorca, entre 90 y 150 m de profundidad (Requena y Gili, 2014).

La presencia de especies del género *Eunicella* spp. en los montes submarinos del Canal de Mallorca, había sido previamente documentada por Marín *et al.* (2011). Más concretamente, en los fondos rocosos del circalitoral profundo de AM y EB, en los que identifican bosques de gorgonias (*E. verrucosa* en ocasiones mezclada con *Paramuricea clavata*) y alcionáceos como *Alcyonium palmatum* o *Paralcyonium spinulosum*, unas comunidades que pueden extenderse también por zonas de empedrado coralígeno e, incluso (aunque de forma más dispersa) entre rodolitos (Marín *et al.*, 2011). El hábitat que conforman estas gorgonias en el área se solapa con las "Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas" y, en general, con los fondos rocosos de coralígeno. Una situación similar a la señalada en el Canal de Menorca, donde estas especies forman la

“Comunidades de fondos rocosos del final de la plataforma continental”, que se solapa con la “Comunidad de esponjas en fondos mixtos de plataforma” (Requena y Gili, 2014).

La presencia de especies del género *Eunicella* en los fondos circalitorales de las Islas Baleares es bien conocida. En el Canal de Menorca, la gorgonia amarilla (*E. cavolini*) aparece en fondos rocosos de pendientes abruptas entre 95 y 337 m de profundidad, junto con otros cnidarios como *Viminella flagellum* y *Nidalia studeri* y la esponja *Hamacantha falcula* (Grinyó *et al.*, 2016). En esta misma área, Requena y Gili (2014) identifican una facies de *Eunicella* sp. (probablemente *E. cavolini*), junto con otras gorgonias como *Paramuricea macropinna*, *Swiftia pallida* y *Callogorgia verticillata*, entre 95 y 180 m de profundidad. En el sistema de cañones submarinos del Cap de Creus, en el Golfo de León, se han identificado comunidades muy diversas con *E. cavolini* como la principal especie estructurante, siguiendo la isóbata de 100 m (Dominguez-Carrió *et al.*, 2022). En esta área, la especie presenta densidades similares a las reportadas en el Canal de Menorca (Grinyó *et al.*, 2016). La gorgonia rosa (*E. verrucosa*) parece distribuirse a menor profundidad, entre 5 y 200 m (Altuna y Poliseo, 2019) y su presencia se ha señalado en el Seco de los Olivos, asociada a fondos coralígenos de la zona más somera de la cima de este monte submarino del Mar de Alborán, en los que domina sobre otras especies de gorgonias junto con una amplia variedad de esponjas como *Phakellia robusta* y *Axinella* spp. (de la Torriente *et al.*, 2018), y en el Mar Tirreno (Chimienti, 2020). La presencia de ambas especies, junto con la gorgonia blanca (*E. singularis*), también se ha señalado en el Parque Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera (OCEANA, 2008). Esta tercera especie es todavía más somera, habiéndose señalado en la reserva marina del Cabo de Palos (OCEANA, 2008), en el Cap de Creus, entre 6 y 67 m de profundidad (Gori *et al.*, 2011) y en el Canal de Menorca, principalmente alrededor de 55 m de profundidad (Requena y Gili, 2014).

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

Los bosques de gorgonias, como las especies pertenecientes al género *Eunicella*, son reconocidos como hábitats emblemáticos del Mediterráneo. Se trata de especies ingenieras del ecosistema, que generan estructuras tridimensionales en los hábitats bentónicos (Jones *et al.*, 1994; de la Torriente *et al.*, 2018) y que albergan una fauna

asociada muy diversa (Rueda *et al.*, 2019). De hecho, en las facies de *E. cavolini* del sistema de cañones submarinos del Golfo de León, se han observado hasta 126 especies (Dominguez-Carrió *et al.* (2022). Según estos autores, esta elevada biodiversidad bentónica está promovida por la tridimensionalidad del hábitat que genera esta gorgonia. Muchas de estas especies asociadas, fueron observadas en la parte superior o adheridas a las colonias, probablemente en busca de mejores condiciones alimenticias. La existencia de colonias de gran tamaño puede propiciar también la presencia de organismos móviles, como peces y cefalópodos.

Las gorgonias del género *Eunicella* son especies clave para mantener la biomasa y la complejidad estructural de comunidades bentónicas del Mediterráneo (Ponti *et al.*, 2014). La gran biodiversidad de los bosques de *Eunicella* spp. es una prueba de su importancia, tanto por lo que respecta a especies de gran interés para la conservación como para especies de alto valor comercial (Chimienti *et al.*, 2020).

Las gorgonias pertenecientes a este género, tienen tasas de crecimiento lento (Otero *et al.*, 2017): (i) *E. cavolini* puede llegar a medir 50 cm de altura y crecer entre 0.85 y 1.14 cm/año, con una longevidad estimada de 50-70 años (Álvarez, 2016); (ii) las colonias de *E. verrucosa* pueden tener hasta 30-40 cm de altura, aunque normalmente son de 25 cm, tienen tasas de crecimiento que varía para las poblaciones mediterráneas y atlánticas (0.6-3.5 y 1-4.5 cm/año, respectivamente) y, como otras gorgonias, puede llegar a vivir más de 100 años (Sartoretto y Francour, 2012); y (iii) *E. singularis* puede alcanzar 70 cm, tiene una tasa de crecimiento de 0.6-3.3 y 1-5 cm/año, respectivamente para las poblaciones mediterráneas y atlánticas, y se le calcula una longevidad de 25-30 años (Sartoretto y Francour, 2012). Aunque no se sabe con exactitud la edad a la que los pólipos de estas especies maduran, sí se ha confirmado que *E. cavolini* se reproduce anualmente y que sus colonias más grandes tienen más pólipos fértiles (Grinyó *et al.*, 2016). Por ello, la existencia de colonias grandes y maduras es determinante para asegurar la supervivencia y la posible expansión de estas facies (Requena y Gili, 2014).

Por su crecimiento lento, las gorgonias del género *Eunicella* son especies muy vulnerables a los impactos. Uno de los principales son las actividades pesqueras (FAO, 2009). Artes de pesca como las redes de enmalle y el palangre de fondo, pueden tener

efectos directos sobre las comunidades de gorgonias de fondos duros, al extraer las colonias o dañar su estructura ramificada (Bo *et al.*, 2012). De hecho, es habitual encontrar restos de líneas y redes de pesca enredados en sus colonias (Bo *et al.*, 2014a). Las gorgonias como *E. verrucosa*, anteriormente muy comunes en la plataforma continental (Carpine y Grasshof, 1975), han sido gravemente afectadas por la pesca, lo que ha resultado en una reducción drástica de sus comunidades (Gori *et al.*, 2011). Actualmente su presencia está más asociada a fondos con una baja presión pesquera. La pesca de arrastre de fondo también puede impactar estas colonias, en este caso de manera indirecta, ya que al realizarse sobre fondos sedimentarios provocan la resuspensión de sedimentos, que pueden afectar los sistemas de filtración de especies sésiles de fondos rocosos adyacentes.

Otras potenciales amenazas para estas especies son la destrucción de su hábitat, el buceo incontrolado, la contaminación y las algas invasoras epífitas. Estudios experimentales han documentado los efectos adversos del crecimiento desmesurado de algas invasoras en las gorgonias, que resulta en un aumento de sus tasas de mortalidad por necrosis y una dificultad añadida para el asentamiento larval y su reclutamiento, lo que a su vez compromete la viabilidad a largo plazo de sus poblaciones (Otero *et al.*, 2017). También las especies del género *Eunicella* muestran susceptibilidad a las condiciones anóxicas generadas por los florecimientos de agregados mucilaginosos de fitoplancton, un fenómeno que ha experimentado un incremento de su frecuencia en el Mediterráneo (Giuliani *et al.*, 2005). No obstante lo anterior, el aumento de la temperatura del agua es lo que puede tener un mayor impacto sobre las colonias de gorgonias (Álvarez, 2016). De hecho, el calentamiento del Mediterráneo es una de las mayores amenazas de estas especies a escala regional (Jordà *et al.*, 2012; Garrabou *et al.*, 2009) y sus poblaciones más someras, que se distribuyen por encima de la termoclina estival, son las más expuestas (Pivotto *et al.*, 2015). Asimismo se han registrado mortalidades de *E. verrucosa*, como consecuencia de veranos muy calurosos (Pérez *et al.*, 2000), aunque también se observó una menor afectación de esta especie respecto a otras gorgonias y otros invertebrados marinos. El

crecimiento lento y la dinámica poblacional de las gorgonias hacen que estos impactos puedan tener consecuencias de largo alcance o incluso irreparables (Gori *et al.*, 2019).

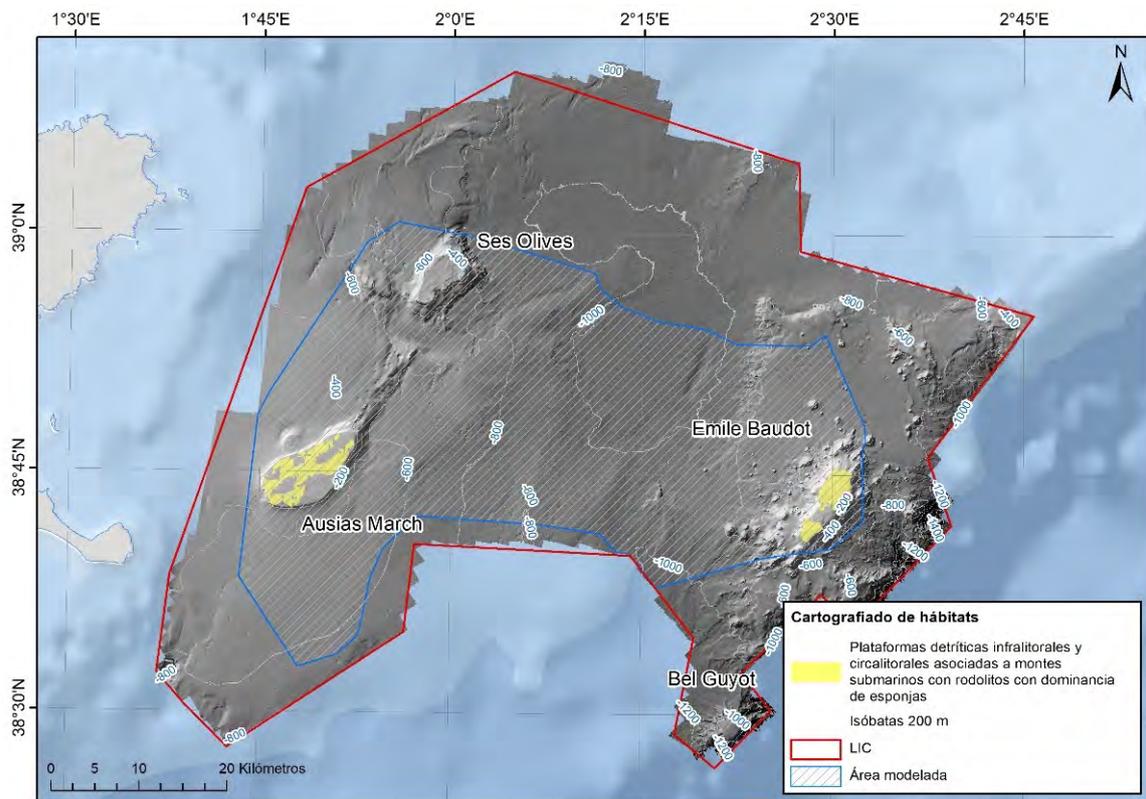
- **Grado de Protección**

Los bosques de gorgonias, entre las que se encuentran varias especies de *Eunicella*, constituyen una de las comunidades más emblemáticas del Mediterráneo, con una elevada diversidad y biomasa y una gran complejidad estructural, por lo que su conservación es crucial (Ponti *et al.*, 2014; Otero *et al.*, 2017). A pesar de esto, ni las gorgonias del género *Eunicella*, ni los hábitats que estas especies pueden conformar están actualmente catalogados de especial interés para la conservación. No obstante, sí que se contemplan en la lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona (UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017). Más concretamente, en el hábitat "Roca circalitoral con dominancia de invertebrados", de la categoría "Roca circalitoral mediterránea" (MC1.5), que incluye *E. verrucosa* (MC1.51E), *E. singularis* (MC1.51A) y *E. cavolini* (MC1.519) entre otras muchas especies de cnidarios, esponjas y briozoos.

Las gorgonias *E. verrucosa*, *E. cavolini* y *E. singularis* han sido catalogadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) como "casi amenazadas" en el Mediterráneo (Otero *et al.*, 2017). También aparecen en la lista roja de los invertebrados marinos del Mar Balear con esta misma catalogación (Álvarez, 2016).

Aunque el STECF de la Comisión Europea no hace referencia explícita a las facies de *Eunicella* spp., incluye los corales de aguas profundas y los montes submarinos en los hábitats sensibles del Mediterráneo (STECF, 2006). Asimismo, las gorgonias es uno de los grupos de especies formadoras de hábitats, que se consideran sensibles o potencialmente vulnerables a las pesquerías de aguas profundas y que pueden contribuir a la formación de Ecosistemas Marinos Vulnerables (VME; FAO, 2009). Más recientemente, Dominguez-Carrió *et al.* (2022) han sugerido que una comunidad similar, "Mixed substrates of the continental shelf with *Eunicella cavolini*", también podría considerarse un VME.

Nombre:	Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas
DH:	1110: <i>Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time</i>
EUNIS	MC151G: <i>Facies with massive sponges and sparse red algae</i> (level 5). MD451: <i>Biocenosis of Mediterranean open-sea detritic bottoms on shelf-edge</i> (level 4). MC45: <i>Mediterranean circalittoral mixed sediment</i> (level 3).
LPRE:	030405160104: Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas. 0302022606: Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con campos de esponjas.



Modelado:	GAM	Maxent
Variables	MDT (14.2%), CMF (8.8%), MOR (4.4 %) Desviación explicada: 55.2%	MDT (83.8%), PAL (4.9%), MOR (2.7%), TXF (1.9%), PEN (1.4 %), CMF (1.3 %), ARE (1.2%), NAS (1%)
AUC	0.9260	0.9476
Kappa	0.6614	0.7212
Umbral	0.3715	0.4095
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		60.77%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		98.68%

Profundidad hábitat	89-349 m
Superficie hábitat	43.41 km ²
Área hábitat vs. área modelada	2.04%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	0.97%

- **Tipo de sustrato:** Sedimento mixto, grava biogénica y rodolitos, roca y coralígeno.
- **Especies características:** La especie más característica de este hábitat es *Foraminospongia balearica*, una de las esponjas más abundantes de los montes submarinos del Canal de Mallorca, que ha sido descrita recientemente a partir de muestras obtenidas en esta área durante las campañas de investigación oceanográfica del proyecto INTEMARES (Díaz *et al.*, 2021). Esta esponja masiva, de forma tubular o arbustiva, se distribuye principalmente en las cimas de AM y EB, en un rango batimétrico de 100 a 169 m, si bien se ha recolectado hasta 433 m de profundidad. Sus principales especies acompañantes son otras esponjas, como *Poecillastra compressa*, *Axinella* spp., *Halichondria* spp. y algunas demosponjas del orden Haplosclerida, así como un gran número de crustáceos y equinodermos.
- **.Descripción del hábitat**

Se trata de un hábitat que alberga una elevada riqueza de especies y biomasa bentónica, y que se presenta como una continuación de los fondos de maërl/rodolitos. A pesar de que se localiza en la zona mesofótica, en su franja más somera, con mayor irradiancia, se encuentran especies ligadas a fondos de algas rojas y, además, en algunas áreas, los fondos sedimentarios se combinan con afloramientos de roca coralígena. Todo ello explica la gran biodiversidad de este hábitat, que incluso se complementa por su solapamiento con otros fondos y hábitats estructurados por gorgonias como *Viminella flagellum*, *Callogorgia verticillata* o especies del género *Eunicella*.

Del mismo modo que las algas calcáreas, que se distribuyen hasta el límite de la zona fótica, presentan una gran diversidad y abundancia de especies bentónicas (p.ej. BIOMAËRL team, 1999; Barbera *et al.*, 2013; Farriols *et al.*, 2022), los fondos detríticos mesofóticos más profundos, con acumulaciones de rodolitos muertos y cascajo, proporcionan un sustrato que favorece el desarrollo de esponjas (Díaz *et al.*, 2024a). Por ello, la diversidad y biomasa de estas especies crece en importante dentro de las comunidades bentónicas, a medida que desciende la cobertura algal.

- **Distribución del hábitat**

Los fondos sedimentarios y rocosos de las cimas de AM y EB albergan las comunidades mesofóticas de esponjas, que conforman este hábitat, entre otros. No obstante, las características de estas comunidades varían entre ambas áreas, ya que AM presenta mayor biomasa que EB, mientras que en EB hay un mayor número de especies que en AM. Las principales variables ambientales que condicionan este hábitat son la profundidad, la disponibilidad de materia orgánica en el sedimento y la velocidad de la corriente en el fondo.

La elevada transparencia de las aguas que rodean los montes submarinos del Canal de Mallorca, hace posible que la cobertura algal se extienda a una profundidad mayor que en otras áreas del Archipiélago Balear (Massutí *et al.*, 2022b). Este hecho, junto con la escasa presión pesquera, explica que la presencia de algunas especies de esponjas, comúnmente más someras en la plataforma insular, en los montes se distribuyan a mayor profundidad (Díaz *et al.*, 2024a).

En las Islas Baleares, más concretamente en fondos detríticos del Canal de Menorca entre 70 y 110 m de profundidad, Santín *et al.* (2018) han descrito la comunidad de esponjas "Halicionid-Aplysina", caracterizada por especies muy similares a las que conforman este hábitat. En otras áreas del Mediterráneo occidental, también se han descrito hábitats similares, que según Gofas *et al.* (2014) en el Mar de Alborán muestran una diversidad similar, y a veces superior, a la de los fondos de maërl/rodolitos. Es el caso del Seco de los Olivos, donde se han identificado los hábitats "Roca circalitoral dominada por *Eunicella verrucosa* y esponjas" y "Roca circalitoral con *Viminella flagellum*, *Callogorgia verticillata* y esponjas" (de la Torriente *et al.*, 2014). También se han identificado comunidades similares en el Seco de Palos (Marín *et al.*, 2011) y en los volcanes del fango del Golfo de Cádiz, donde Díaz del Río *et al.* (2014) han descrito el hábitat "Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de esponjas".

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

Este hábitat tiene un alto valor ecológico, ya que está caracterizado por *F. balearica*, una especie de esponja hasta hace pocos años desconocida para la ciencia, que se ha

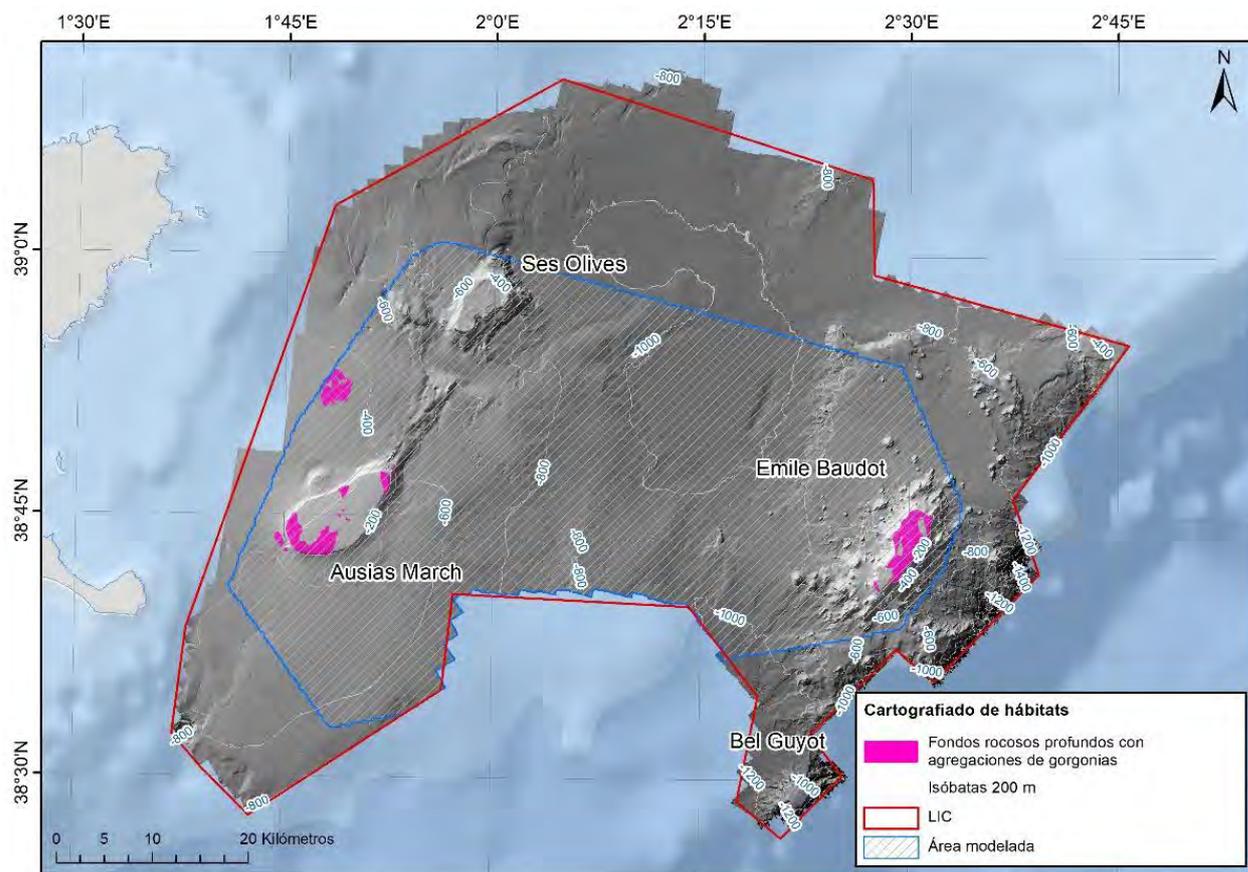
mostrado muy abundante en las cimas más someras de los montes submarinos del Canal de Mallorca. Por el contrario, en otras áreas del Mediterráneo occidental, como las plataformas insular y continental de las Islas Baleares y la Península Ibérica, su abundancia es mucho menor. Su otra especie congénérica descrita recientemente, *Foraminospongia minuta* (Díaz *et al.*, 2021), también forma parte de la comunidad de esponjas que caracterizan el hábitat.

Una comunidad que, en el área de estudio, probablemente represente una etapa no perturbada de la misma (Díaz *et al.*, 2021). Ello se deduce por el hecho de que especies de gran porte, como *Pachastrella monilifera* y las pertenecientes al género *Geodia*, son comunes en los montes submarinos, pero están ausentes en la plataforma continental de las Islas Baleares, la mayoría de cuyos fondos sedimentarios albergan áreas y caladeros de pesca.

- **Grado de Protección**

Ni este hábitat, ni su especie más característica, descrita recientemente, están actualmente catalogados de especial interés para la conservación. No obstante, una de las esponjas potencialmente acompañante, *Axinella polypoides*, está incluida en el Anexo II del Protocolo SPA/BD del Convenio de Barcelona (especies en peligro o amenazadas). Otras esponjas que también se distribuyan en este hábitat, como *Poecillastra compressa*, *Phakellia robusta*, *Pachastrella monilifera* y *Axinella* spp., aparecen junto con algunos cnidarios, como especies características de hábitats de la lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona (UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017).

Nombre:	Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias
DH:	1170: Reefs
EUNIS	MD25: Mediterranean offshore circalittoral biogenic habitat (level 3)
LPRE:	0302022901: Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias 0302022901: Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con antozoos (escleractinarios, gorgonias, antipatarios)



Modelado:	Variables GAM	Variables Maxent
Variables	MDT (25.4%), TXF (3.8%), BPI_G (3.3%), EST (2.6%) Desviación explicada: 33.1%	MDT (72.1%), PAL (18.5%), ARE (4.7%), CMF (2.8%), PEN (1%)
AUC	0.7884	0.8396
Kappa	0.4396	0.4982
Umbral	0.2000	0.3707
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		36.17%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		97.12%

Profundidad hábitat	89-382 m
Superficie hábitat	39.57 km ²
Área hábitat vs. área modelada	1.63%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	0.88%

- **Tipo de sustrato:** Coralígeno y roca semienterrada por sedimento mixto.
- **Especies características:** Cnidarios del género *Eunicella*, *Acanthogorgia hirsuta*, *Viminella flagellum* y *Bebryce mollis*, acompañadas por esponjas como *Foraminospongia balearica*, *Poecillastra compressa*, *Axinella* spp. o *Phakellia* spp., entre otras especies que conforman el hábitat "Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas".
- **Descripción del hábitat**

Las gorgonias son especies estructurantes de hábitats (Jones *et al.*, 1994) y conforman el estrato más elevado que determina la estructura tridimensional del hábitat (Templado *et al.*, 2012). Pueden colonizar áreas de sustrato rocoso, propiciando la formación de jardines submarinos, caracterizados por la presencia de una única especie o, en determinadas zonas, la composición de especies puede no ser homogénea, prevaleciendo una/s sobre otra, lo que le agrega complejidad estructural y diversidad.

Es el caso de este hábitat, formado principalmente por agregaciones de las gorgonias *Eunicella* spp. y *Acanthogorgia hirsuta*. Entre las gorgonias más típicas y extendidas del Mediterráneo se encuentran las pertenecientes al género *Eunicella*, que generalmente se distribuyen a menos de 50 m de profundidad, donde pueden formar auténticos bosques y dominar sobre las demás especies de gorgonias (de la Torriente *et al.*, 2014). Algunas especies, como *E. verrucosa* y *E. cavolini*, también pueden encontrarse a profundidades superiores (Altuna y Poliseno, 2019), en las que sus facies conforman el hábitat "Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Eunicella* spp.". Las gorgonias del género *Eunicella* pueden constituir agregaciones densas y tridimensionales, que favorecen la presencia de una gran variedad de organismos con los que viven asociadas (Rueda *et al.*, 2019). Entre ellos destacan muchos invertebrados bentónicos propios de la zona mesofótica, como esponjas, ascidias, briozoos, poliquetos, anémonas y otros corales.

A. hirsuta es una gorgonia amarilla con pólipos muy tupidos en ramificaciones finas y alargadas en un mismo plano. Esta especie habita preferentemente en el borde de la

plataforma continental y en la parte superior del talud, dónde con otras especies, caracteriza ciertos tipos de fondos, que no pertenecen necesariamente a una única biocenosis (Carpine y Grasshof, 1975). En los montes submarinos del Canal de Mallorca, se entremezcla con *Eunicella* spp. y otros cnidarios que aparecen en menor proporción, como el coral látigo *Viminella flagellum* en las zonas someras de este hábitat, donde se solapa con el coralígeno y la gorgonia *Bebryce mollis* en su parte más profunda.

- **Distribución del hábitat**

La comunidad de cnidarios indicadora del hábitat se encuentra en la parte más rocosa de la cima de EB, donde se integra con fondos de maërl/rodolitos y coralígeno. También se extiende en los bordes sur y oriental de la cima AM. En ambos montes submarinos, se puede solapar con el hábitat “Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas”.

Las variables más significativas en los modelos de distribución del hábitat han sido la profundidad, junto con variables hidrodinámicas como la temperatura y las corrientes marinas. También se asocia a la huella pesquera de la flota de palangre de fondo, debido a que este arte de pesca se utiliza principalmente para la explotación de fondos rocosos, como son las cimas y laderas de los montes submarinos del Canal de Mallorca.

Aunque en menor medida, el índice de posición batimétrica también influye en la distribución de este hábitat, lo que sugiere una preferencia por zonas elevadas, que a su vez dependen de la pendiente y la orientación, del mismo modo que ocurre con un hábitat de características similares descrito por de la Torriente *et al.* (2019) en los sustratos duros batiales del Seco de los Olivos, un monte submarino del Mar de Alborán. Especies filtradoras como las gorgonias, parecen ser más frecuentes y abundantes en zonas expuestas a corrientes marinas, probablemente porque éstas favorecen un aporte más constante de alimento (Carpine y Grasshof, 1975; Rogers, 1994; deVogelaere *et al.*, 2005; Gori *et al.*, 2011; de la Torriente *et al.*, 2018).

El rango batimétrico de este hábitat en el Canal de Mallorca (89-382 m), coincide con los hábitats que conforman las comunidades de cnidarios en fondos duros del Canal de Menorca, entre 90 y 330 m (Requena y Gili, 2014). La mayoría de observaciones de

Eunicella spp. realizadas en nuestra área de estudio, se sitúan en el estrato batimétrico más somero (89-153 m), si bien la profundidad máxima registrada para estas especies ha sido 490 m. *A. hirsuta* es la única gorgonia citada de este género en el Mediterráneo, donde se distribuye entre 100 y 260 m de profundidad, aunque en zonas adyacentes del Atlántico la especie se ha registrado a mayor profundidad (Carpine y Grasshof, 1975). En el área de estudio, *Acanthogorgia hirsuta* se ha observado entre 131 y 857 m, una cota batimétrica superior a la señalada hasta ahora en el Mediterráneo: p.ej. 149-176 m en el Canal de Menorca (Grinyó *et al.*, 2016), 132-463 m en el Seco de los Olivos (de la Torriente *et al.*, 2018) y ~550 m en el Mediterráneo oriental (Otero y Mytilineou, 2022).

Este hábitat se asemeja a otras comunidades de fondos duros del borde de la plataforma y principio del talud descritas en diversas áreas del Mediterráneo occidental. Es el caso del Canal de Menorca, donde estas comunidades están dominadas por *E. cavolini* y *Viminella flagellum*, con la presencia de otras gorgonias acompañantes como *A. hirsuta* y *Bebryce mollis* y esponjas, entre las que se incluyen *Phakellia robusta*, *Poecillastra compressa* y *Axinella* spp. (Requena y Gili, 2014; Grinyó *et al.*, 2018). También del Seco de los Olivos, donde *A. hirsuta* comparte su entorno con esponjas como *Phakellia* sp., mientras que las especies del género *Eunicella* se sitúan a menos profundidad, en la cima de este monte submarino, al igual que ocurre en nuestra área de estudio (de la Torriente *et al.*, 2019). En Cerdeña se han señalado comunidades similares (Cau *et al.*, 2017) e, incluso, en aguas adyacentes del Atlántico, concretamente en los volcanes de fango del Golfo de Cádiz, donde *A. hirsuta* también aparece junto con *B. mollis* y esponjas como *P. robusta* y *Poecillastra. compressa* (Díaz del Río *et al.*, 2014; González-García *et al.*, 2020). Por contra, en la costa mediterránea de Francia *A. hirsuta* forma facies monoespecíficas en rocas batiales (Michez *et al.*, 2014).

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

Este hábitat rocoso, que se encuentra en las cimas y laderas de los montes submarinos del Canal de Mallorca, está conformado por bosques de gorgonias, uno de los hábitats emblemáticos del Mediterráneo. La complejidad de estructura tridimensional que estas especies otorgan a los hábitats bentónicos, ofrece más oportunidades de refugio, alimentación e, incluso, colonización por epifauna (Jones *et al.*, 1994; de la Torriente *et*

al., 2020), creándose nuevas posibilidades de nichos ecológicos. Todo ello les proporciona una mayor riqueza de especies y mejora la funcionalidad del ecosistema (Buhl-Mortensen *et al.*, 2010; de la Torriente *et al.*, 2020). Por ello, este tipo de hábitat ha sido considerado como uno de los más diversos de los fondos rocosos profundos del Mediterráneo (Grinyó *et al.*, 2018; de la Torriente *et al.*, 2018). Señalar también que en *Acanthogorgia hirsuta*, una de las gorgonias características de este hábitat, se han detectado concentraciones distintivas de Cu, Cd, Zn y Co, lo que sugiere que esta especie tiene capacidad de absorber estos elementos, en relación con actividades hidrotermales naturales (Raimundo *et al.*, 2013).

Las actividades pesqueras que se realizan en los fondos rocosos de los montes submarinos del Canal de Mallorca, principalmente nasas y palangres de fondo, son potenciales amenazas para la comunidad que conforman este hábitat. No obstante, el menor tamaño que alcanzan las colonias de *A. hirsuta* y su ocurrencia en sustratos más inestables, en comparación con otras gorgonias de mayor tamaño como las del género *Eunicella*, podrían indicar que *A. hirsuta* presenta tasas de crecimiento más rápido y, por tanto, una mayor capacidad de recuperación frente al impacto de la pesca (Bo *et al.*, 2015). La composición de esta comunidad en el área de estudio, con ambos tipos de especies, sugiere que se encuentra en un estado de conservación óptimo y sin alteraciones significativas, al igual que ocurre en el Canal de Menorca, donde se han registrado escasas evidencias de impactos derivados de la pesca (Requena y Gili, 2014). Un escenario que contrasta con comunidades similares en el margen de la plataforma de la isla de Cerdeña, donde los gorgonias del género *Eunicella* son especies muy impactadas (Cau *et al.*, 2017). Esta variabilidad en las respuestas de las especies frente al impacto antrópico, pone de manifiesto la necesidad de evaluar amenazas y potenciales efectos en cada contexto ambiental y pesquero que se plantee.

En cualquier caso, aunque actualmente el estado de conservación de este hábitat en los montes submarinos del Canal de Mallorca sea óptimo, la fragilidad de los jardines de corales profundos frente a condiciones ambientales críticas y a la presión pesquera, requieren de una protección especial, que asegure su conservación. Es crucial proteger estos entornos, considerando su estructura única, su distribución fragmentada y el

crecimiento lento de algunas de las especies que los conforman, lo que podría resultar en una recuperación más lenta en caso de perturbaciones.

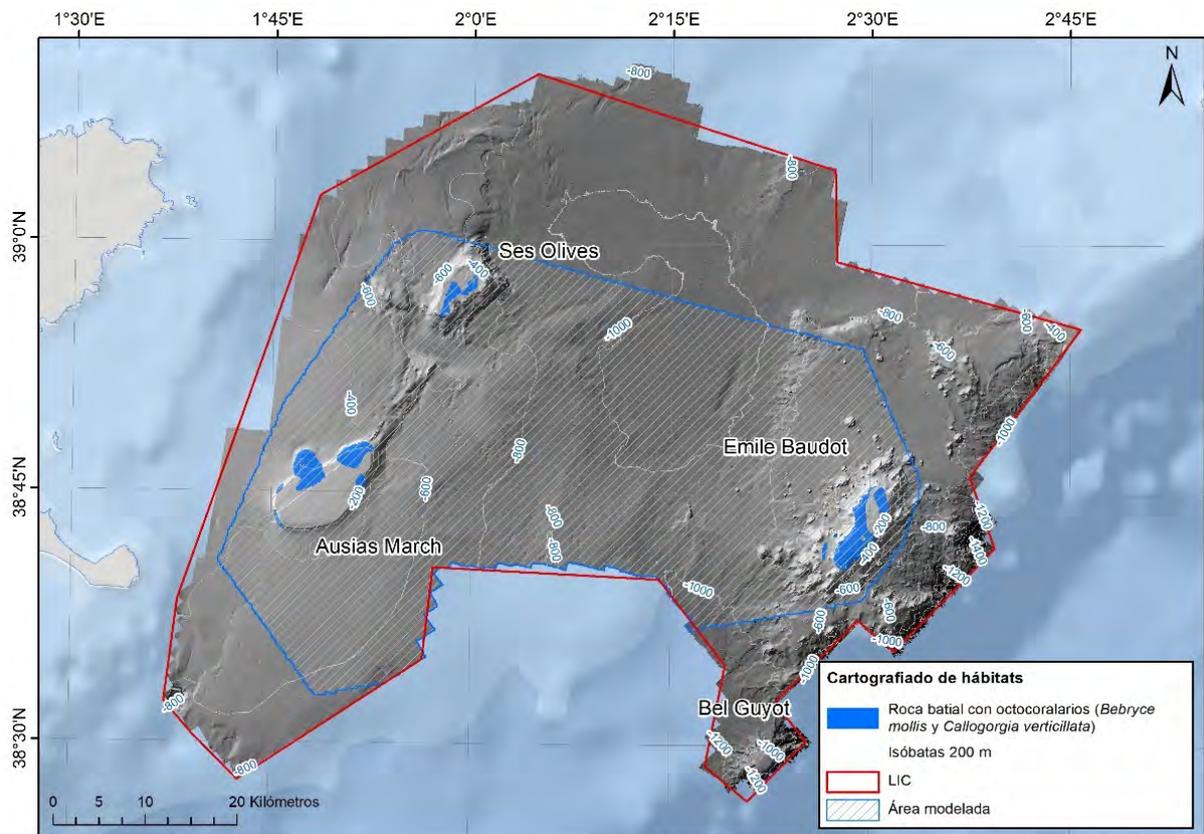
- **Grado de Protección**

Las especies que conforman el hábitat “Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias” no están actualmente catalogadas de especial interés para la conservación. No obstante, algunas de ellas sí que se contemplan en la lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona (UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017). Es el caso de los hábitats: (i) “Roca circalitoral con dominancia de invertebrados”, que incluye diversas categorías de hábitats caracterizados por especies del género *Eunicella*; y (ii) “Roca batial superior mediterránea” (ME1.51), que incluye “Rocas batiales con alcionáceos”, entre ellos *Acanthogorgia hirsuta*, *Bebryce mollis* y *Viminella flagellum*.

Las especies que forman este hábitat han sido incluidas en la lista roja de los antozoos del Mediterráneo (Otero *et al.*, 2017), elaborada por la IUCN. Las especies del género *Eunicella* y *V. flagellum* están catalogadas como “casi amenazadas” y *A. hirsuta* como “preocupación menor”, mientras que el estado de conservación de *B. mollis* no ha sido evaluado, ya que no se disponen de datos suficientes para ello. Esta misma catalogación de *Eunicella* spp. y *V. flagellum* se recoge en la lista roja de los invertebrados marinos del Mar Balear (Álvarez, 2016).

Aunque el STECF de la Comisión Europea no hace referencia explícita a las especies que conforman el hábitat, sí que incluye los corales de aguas profundas y los montes submarinos en los hábitats sensibles del Mediterráneo (STECF, 2006). Asimismo, las gorgonias es uno de los grupos de especies formadoras de hábitats, que se consideran sensibles o potencialmente vulnerables a las pesquerías de aguas profundas y que pueden contribuir a la formación de VME; FAO, 2009).

Nombre:	Roca batial con octocoralarios (<i>Bebryce mollis</i> y <i>Callogorgia verticillata</i>)
DH:	1170: Reefs
EUNIS	MC352: Mediterranean upper bathyal rock (level 3)
LPRE:	04010201: Roca batial colmatada de sedimentos con <i>Bebryce mollis</i> . 04010104: Roca limpia batial con <i>Callogorgia verticillata</i> . 0302022901: Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con antozoos (escleractinarios, gorgonias, antipatarios).



Modelado:	GAM	Maxent
Variables	MDT (12.8%), ARE (12.3%), EST (4.4%) Desviación explicada: 27.9%	MDT (71.1%), PAL (17.9%), CMF (4.5%), PEN (2.7%), NOR (1.5%), EST (1.4%)
AUC	0.8314	0.8708
Kappa	0.3280	0.5292
Umbral	0.1646	0.1308
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		21.05%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		92.81%

Profundidad hábitat	116-433 m
Superficie hábitat	46.42 km ²
Área hábitat vs. área modelada	1.92%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	1.03%

- **Tipo de sustrato:** Roca aflorante semienterrada.
- **Especies características:** *Bebryce mollis* y *Callogorgia verticillata*, dos especies de cnidarios pertenecientes a la Subclase Octocorallia, Crinoideos.
- **Descripción del hábitat**

Hábitat que generalmente se desarrolla sobre un fondo irregular, ya que se presenta en formaciones rocosas o promontorios y cañones que proporcionan a las gorgonias sustrato al que fijarse y exposición a las corrientes marinas. Este hábitat puede solaparse con el final del coralígeno, en la plataforma continental y extenderse hasta fondos mixtos más profundos del talud, con sustratos duros, como rocas semienterradas o bloques.

Desde un punto de vista estructural, las gorgonias actúan como especies ingenieras de ecosistemas (Jones *et al.*, 1994), formando estructuras tridimensionales complejas, sobretodo en el caso de *C. verticillata*, que puede llegar a más de 1 m de altura. En el área de estudio, además de *C. verticillata* y *B. mollis*, otras especies como la esponja eréctil y flexible *Phakellia robusta*, también contribuyen a esta configuración tridimensional del hábitat.

- **Distribución del hábitat**

Se presenta principalmente en afloramientos rocosos de las cimas de los tres los montes submarinos, sus márgenes y parte superior de las laderas, donde predomina *C. verticillata*, extendiéndose hasta los fondos de roca batial, en los que *B. mollis* es más abundante. Este tipo de hábitat con octocoralarios, se solapa con los fondos de maërl/rodolitos más profundos, principalmente en la cima de EB.

La gorgonias, como la mayoría de especies suspensívoras, requieren zonas con un hidrodinamismo alto, que les suministre alimento y evite la sedimentación (Rogers, 1994). Por ello, tienden a ocurrir en las cimas de los montes submarinos y en sus laderas, principalmente en crestas y zonas de mayor pendiente.

Las variables más importantes en los modelos de distribución de este hábitat han sido la profundidad, orientación y pendiente del fondo marino, así como la velocidad

máxima de la corriente sobre el fondo y la huella pesquera de la flota de palangre de fondo. Esta última variable está muy asociada a los fondos rocosos de las cimas de los montes submarinos y las dependientes más pronunciadas del inicio de sus laderas.

No se conoce mucho la distribución de este hábitat en las Islas Baleares, si bien *C. verticillata* y *B. mollis* forman parte de las comunidades profundas de gorgonias de la plataforma continental y talud superior (40-360 m) del Canal de Menorca (Grinyó *et al.*, 2016), aunque no sean especies predominantes, ni abundantes en estos fondos, caracterizados por otras gorgonias como *Paramuricea macrospina* y especies del género *Eunicella*. En el Seco de los Olivos, un monte submarino del Mar de Alborán, *C. verticillata* se encuentra con frecuencia asociada al coral látigo *Viminella flagellum* en afloramientos rocosos (de la Torriente *et al.*, 2018). En el Mar Tirreno, *C. verticillata* se encuentra en fondos duros sometidos a corrientes débiles y cubiertos por una película de sedimentos (Bo *et al.*, 2014b), probablemente porque sea una gorgonia demasiado alta y frágil como para sobrevivir a corrientes fuertes.

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

La estructura tridimensional del hábitat que proporcionan las gorgonias, actúa de sustrato, refugio y zona de alimentación de numerosas especies (Buhl-Mortensen y Mortensen, 2005; Roberts *et al.*, 2009; de Clippele *et al.*, 2015). Por ello, este incremento de la heterogeneidad del hábitat aumenta también la abundancia y diversidad funcional de las comunidades de fauna asociadas (Witherell y Coon, 2001; Stone, 2006; Cerrano *et al.*, 2010).

Esta estructura de las gorgonias también hace que presenten una mayor susceptibilidad al impacto de determinados artes de pesca, como pueden ser los palangres de fondo. Por ello, el amplio rango batimétrico que muestra *C. verticillata* en los montes submarinos del Canal de Mallorca hace que sea especialmente vulnerable a esta actividad pesquera.

Desde un punto de vista funcional, las gorgonias promueven un flujo significativo de materia y energía desde el sistema pelágico al bentónico, al capturar plancton y materia orgánica particulada en suspensión (Lewis, 1982; Ribes *et al.*, 1999; Sherwood *et al.*,

2008). Por ello, desempeñan un papel fundamental en los procesos de acoplamiento bentónico-pelágico y los ciclos biogeoquímicos (Gili y Coma, 1998; Coma *et al.*, 2001; Hill *et al.*, 2014).

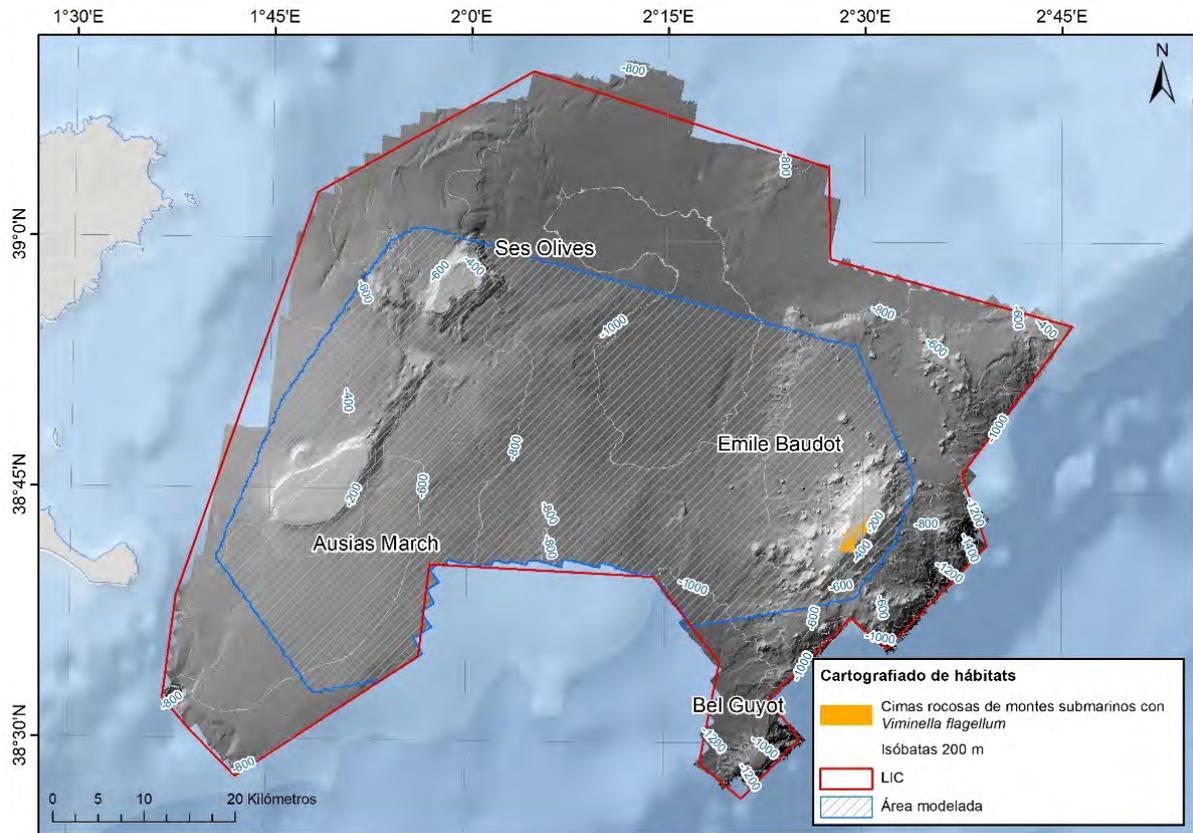
- **Grado de Protección**

Los bosques de gorgonias constituyen una de las comunidades mediterráneas más emblemáticas, con una elevada diversidad y gran complejidad estructural. Su conservación es crucial para mantener la biodiversidad que albergan (Otero *et al.*, 2017). No obstante, algunos de los hábitats que forman estas especies son poco conocidos.

Es el caso del hábitat formado por *C. verticillata* y *B. mollis* los montes submarinos del Canal de Mallorca. De hecho aunque la primera de estas especies ha sido catalogada por la IUCN como “casi amenazada” en el Mediterráneo, en el caso de *B. mollis* se considera que la información disponible es insuficiente para su catalogación, al no haber estimaciones cuantitativas, ni tendencias de sus poblaciones, así como de los impactos de sus principales amenazas (Otero *et al.*, 2017). Más de la mitad de las especies de antozoos evaluadas por estos autores en el Mediterráneo, han sido consideradas como “datos insuficientes”.

Junto con otras 18 especies de cnidarios, *C. verticillata* está incluida en el Anexo II del Protocolo SPA/BD del Convenio de Barcelona (especies en peligro o amenazadas). Los países que suscribieron el Convenio de Barcelona, entre ellos España, se comprometieron a proteger estas especies y, cuando proceda, prohibir las actividades que tienen efectos adversos sobre ellas o en sus hábitats y adoptar medidas de ordenación, planificación y de otra índole para garantizar su estado favorable de conservación (Instrumento de Ratificación del Protocolo SPA/BD y anexos, adoptado en Barcelona el 10 de junio de 1995 y en Montecarlo el 24 de noviembre de 1996, respectivamente; BOE nº 302, de 18 de diciembre de 1999).

Nombre:	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Viminella flagellum</i>
DH:	1170: Reefs
EUNIS	MC1519: Coralligenous biocenosis (level 4)
LPRE:	0302022601: Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con coralígeno



Modelado:	Variables GAM	Variables Maxent
Variables	TXF (17.4%), MDT (13.2%) Desviación explicada: 44.5%	PAL (46.7%), MDT (37.9%), TXF (7.1%), EST (5.5%), NOR (0.9%), NAS (0.8%), ARE (0.7%)
AUC	0.9447	0.9729
Kappa	0.4657	0.6865
Umbral	0.2757	0.3791
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		34.10%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		99.68%

Profundidad hábitat	120-277 m
Superficie hábitat	3.95 km ²
Área hábitat vs. área modelada	0.16%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	0.09%

- **Tipo de sustrato:** Coralígeno, roca aflorante, rodolitos y grava biogénica.
- **Especies características:** La gorgonia *Viminella flagellum*, acompañada por otros octocoralarios como *Villogorgia brevicoides*, *Swiftia* spp., *Callogorgia verticillata*, *Alcyonium palmatum* o *Paralcyonium spinulosum*, además de esponjas asociadas al hábitat "Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas", como *Foraminospongia balearica*, *Poecillastra compressa* o *Haliclona poecillastroides*.
- **Descripción del hábitat**

Viminella flagellum presenta una morfología característica, en forma de látigo y una coloración blanca o amarilla. Sus colonias crecen en un único eje, sin ramificar, aunque se han encontrado ejemplares con una o dos ramificaciones en su zona más distal (Carpine y Grasshoff, 1975) y que algunos individuos grandes pueden formar un giro, parecido a una estructura espiral, que puede ser liberada para formar nuevas colonias (Álvarez, 2016). La altura de las colonias varía desde unos centímetros hasta 3 m (Giusti *et al.*, 2012).

Esta especie se encuentra formando agrupaciones aisladas de individuos o bosques. Aunque está especie frecuentemente asociada a fondos rocosos batiales (Templado *et al.*, 2012), en el circalitoral más profundo también se puede encontrar, mayoritariamente vinculada a los fondos de coralígeno. De hecho, sus facies adquieren una mayor importancia en los fondos rocosos (Marín *et al.*, 2011). Éstas se encuentran habitualmente sobre elevaciones rocosas, donde aprovechan mejor las corrientes marinas para proveerse de alimento. Es un animal suspensívoro, que se alimenta de la materia orgánica particulada disuelta en el agua, que captura con sus tentáculos.

El hábitat alberga una gran biodiversidad, tanto de cnidarios, entre los cuales destacan antipatarios por su vulnerabilidad y longevidad (Requena y Gili, 2014), como de esponjas (*Foraminospongia balearica*, *Poecillastra compressa* o *Haliclona poecillastroides*) y muchos otros invertebrados. En estudios previos realizados en las Islas Baleares y el Seco de los Olivos, un monte submarino del Mar de Alborán, se ha señalado la

presencia de *V. flagellum* con otros cnidarios octocorales como *Alcyonum palmatum*, *Paralcyonum spinulosum*, *Chironephyta mediterranea*, *Eunicella* spp., *Villogorgia brevicoides*, *Swiftia* spp. o *Callogorgia verticillata* y especies de esponjas como *Pachastrella monolifera* y *Phakellia ventilabrum* (Marín *et al.*, 2011; Requena y Gili, 2014; de la Torre *et al.*, 2018).

- **Distribución del hábitat**

Este hábitat está asociado al fondo rocoso circalitoral profundo y se presenta solo en el EB, concretamente en la parte sur de su cima y en el inicio de la vertiente sudoriental de su ladera. En estas zonas, se solapa con el hábitat "Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias", asociado a comunidades de *Eunicella* spp., *Acanthogorgia hirsuta*, *Viminella flagellum* y *Bebryce mollis*, y con el hábitat "Roca batial con octocorarios (*Bebryce mollis* y *Callogorgia verticillata*)". También se solapa con el hábitat "Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas" cuando éste se distribuye en fondos rocosos.

Su rango de profundidad en los montes submarinos del Canal de Mallorca se ajusta a la distribución batimétrica de *V. flagellum* en el Mediterráneo occidental y central, entre 100 y 250 m (Giusti *et al.*, 2012; Bo *et al.*, 2014b), si bien en el Atlántico se puede llegar hasta 1000 m (Brito y Ocaña, 2004). Se trata de una especie de aguas sub-tropicales y templadas, bastante frecuente tanto en el Mediterráneo (p.ej. Giusti *et al.*, 2012; de la Torre *et al.*, 2018; Chimienti *et al.*, 2022) como en el Atlántico oriental (Brito y Ocaña, 2004). Su distribución en las Islas Baleares es menos conocida, ya que solo ha sido señalada previamente en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Marín *et al.*, 2011) y, más recientemente en el Canal de Menorca (Requena y Gili, 2014; Grinyó *et al.*, 2018).

Las variables más importantes en los modelos de distribución desarrollados para este hábitat han sido la profundidad, la temperatura del agua del fondo y la huella pesquera de la flota de palangre de fondo. No se ha detectado relación con otros factores que también pueden ser determinantes en la distribución de *V. flagellum*, que en el Seco de los Olivos se localiza principalmente en afloramientos rocosos de fondos con

pendientes suaves (de la Torriente *et al.*, 2018). En el Canal de Menorca también se ha encontrado principalmente sobre masas rocosas, ligeramente más elevadas que el resto del entorno y en zonas colindantes a las paredes verticales, mientras que en paredes verticales solo se han observado colonias aisladas de forma ocasional (Requena y Gili, 2014). Los montes submarinos pueden ser un lugar idóneo para el desarrollo de facies de *V. flagellum*, ya que éstas se dan en zonas elevadas con fondos rocosos expuestos a las corrientes marinas, unas condiciones ambientales que en nuestra área de estudio se dan principalmente en los márgenes de la cima e inicios de la ladera oriental del EB, que lo comunica con el escarpe del mismo nombre.

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

Las facies de *Viminella flagellum* pueden conformar agregaciones densas que confiere una estructura tridimensionalidad al hábitat, lo que hace posible una mayor riqueza de nichos ecológicos y, por tanto, mayor biodiversidad. Entre sus especies acompañantes destacan otros invertebrados como esponjas, briozoos y otros octocoralarios, que también son refugio de especies móviles. Asimismo, las colonias de *V. flagellum* y de algunas de estas especies, pueden ser parasitadas por otras especies de hidrozoos, esponjas, cirrípedos o moluscos, lo que además promueve la ramificación del eje principal (García *et al.*, 2015). Los antipatarios o corales negros, caracterizados por su longevidad y crecimiento lento, por lo que son especies muy vulnerables (Wagner *et al.*, 2012), pueden ser habituales en estos fondos (Requena y Gili, 2014). A pesar de que esta asociación no se han observado en los montes submarinos del Canal de Mallorca, sí que la heterogeneidad del hábitat formado por *V. flagellum* se ve enriquecido por la presencia de otras gorgonias, como *Callogorgia verticillata*, de gran porte y diversas especies del género *Eunicella* spp.

V. flagellum es una especie que principalmente se distribuye en agregaciones parcheadas y, además, el hábitat que conforma presenta una distribución fragmentada, ya que está vinculado a afloramientos rocosos y montes submarinos (p.ej. de la Torriente *et al.*, 2018; Marín *et al.*, 2011; Massutí *et al.*, 2022b). Todo ello lo hace vulnerable a los impactos de la pesca, especialmente al palangre de fondo. A pesar de que, por su estructura poco ramificada, la especie tiene menos interacción con estos

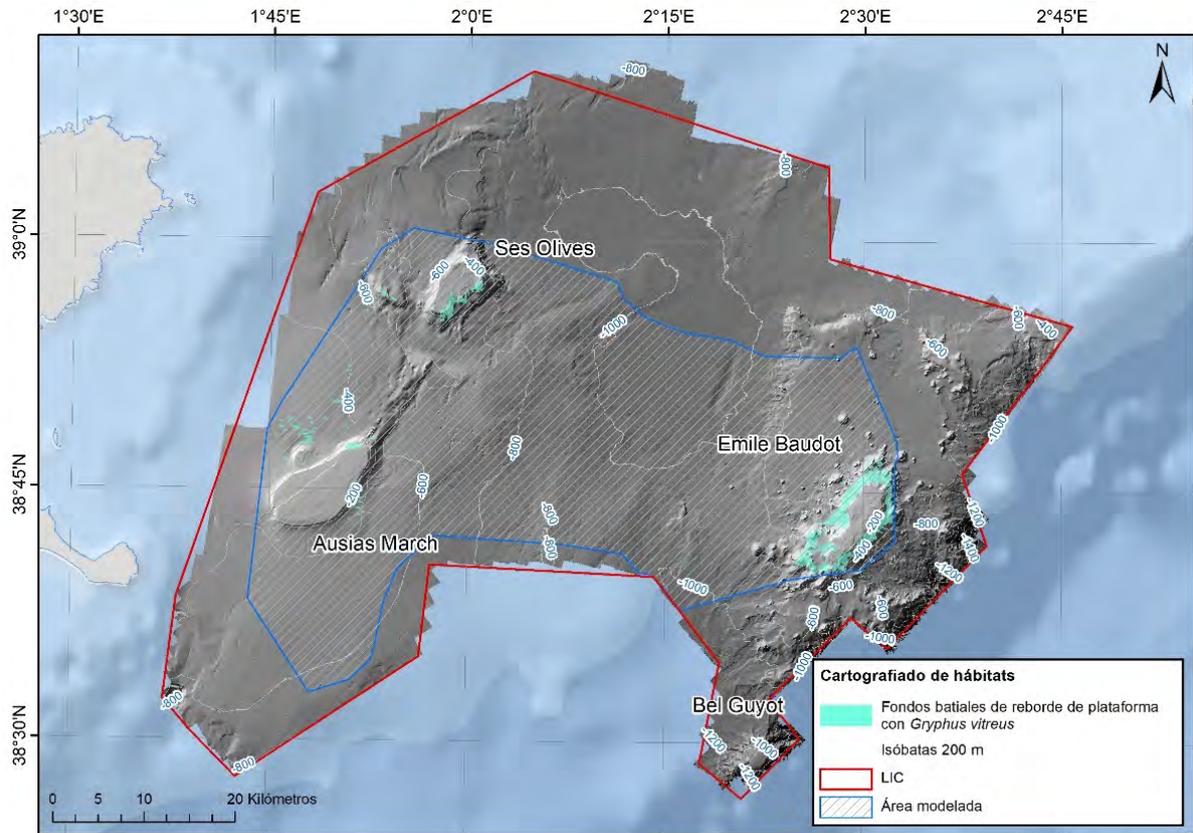
aparejos de pesca que otros corales (Álvarez, 2016), su impacto continuado puede provocar una reducción significativa de la población.

- **Grado de Protección**

Aunque el coral látigo *Viminella flagellum* no está incluida en el Convenio de Barcelona, la lista de referencia actualizada de tipos de hábitats marinos a incluir en los inventarios nacionales de lugares de interés para la conservación, elaborada en el contexto del Convenio de Barcelona (SPA/RAC–UN Environment/MAP, 2019), incluye numerosas biocenosis dominadas por alcionáceos. Cabe señalar que este listado fue propuesto antes de la revisión sistemática de la Subclase Octocorallia (McFadden *et al.*, 2022), en la que el término Alcyonacea desaparecía por tratarse de un grupo parafilético y los octocorales pasaban a dividirse en Malacalcyonacea y Scleralcyonacea, orden al cual pertenece *V. flagellum*.

A pesar de que se han observado esporádicamente bosques de *V. flagellum* en el mar Mediterráneo, por lo que aún no se conoce de forma exhaustiva su distribución (Giusti *et al.*, 2017), y de que la información sobre el estado poblacional de la especie es limitada, se ha estimado un declive del 20% en las últimas tres generaciones (IUCN, Garcia *et al.*, 2015). La especie ha sido catalogada por la IUCN como “casi amenazada” en el Mediterráneo (Otero *et al.*, 2017). También aparece en la lista roja de los invertebrados marinos del Mar Balear con esta misma catalogación (Álvarez, 2016). Por último, señalar que el STECF de la Comisión Europea incluyó los corales de aguas profundas y los montes submarinos en los hábitats sensibles del Mediterráneo (STECF, 2006).

Nombre:	Fondos batiales de reborde de plataforma con <i>Gryphus vitreus</i>
DH:	-
EUNIS	ME551: Biocenosis of Mediterranean upper bathyal detritic sands with <i>Gryphus vitreus</i> (level 4)
LPRE:	04020404: Fondos batiales de reborde de plataforma con <i>Gryphus vitreus</i> . 04020301: Arenas batiales detríticas con <i>Gryphus vitreus</i> .



Modelado:	Variables GAM	Variables Maxent
Variables	MDT (14.9%), ARE (4.2%), MOR (2.7%), PEN (0.8%) Desviación explicada: 50.8%	PAL (35.3%), NAS (32.4%), PEN (11.9%), MDT (8.6%), TXF (3.7%), ARE (3.3%), EST (1.6%), BPI_G (1.5%), NOR (1.5%)
AUC	0.7629	0.7897
Kappa	0.3214	0.3915
Umbral	0.1936	0.4871
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		12.65%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		86.35%

Profundidad hábitat	129-718 m
Superficie hábitat	42.00 km ²
Área hábitat vs. área modelada	1.98%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	0.93%

- **Tipo de sustrato:** Arena, sedimento mixto y grava biogénica.
- **Especies características:** Al braquiópodo *Gryphus vitreus*, la principal especie estructurante de este hábitat, le acompañan muchas otras especies de grupos taxonómicos diversos. Entre éstas, podemos destacar equinodermos, como el crinoideo *Leptometra phalangium*, el erizo *Cidaris cidaris* y algunas ofiuras, el poliqueto *Lanice conchilega*, cnidarios como el coral blanco *Madrepora oculata* y la pluma de mar *Funiculina quadrangularis*, y las esponjas *Poecillastra compressa*, *Haliclona poecillastroides* y *Phakellia* spp.
- **Descripción del hábitat**

El braquiópodo *Gryphus vitreus* es un organismo filtrador, con valvas asimétricas translúcidas de color blanco, que poseen un pedúnculo con el que se adhiere al sustrato, ya sea en fondos duros e inclinados, fondos sedimentarios horizontales detríticos, en los que vive semienterrado o fondos mixtos, fijados a pequeños fragmentos o clastos. A pesar de que el hábitat que conforman las facies de esta especie no se caracteriza por tener una estructura tridimensional, al igual que determinadas esponjas masivas e incluso algunos cnidarios antozoos, los braquiópodos pueden ser el componente dominante del hábitat y conformar un biotopo específico (Toma *et al.*, 2022).

En fondos sedimentarios, puede solaparse con los "Fondos detríticos batiales con esponjas" y otros hábitats similares (Templado *et al.*, 2012). En fondos rocosos, también se solapa con el hábitat "Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas" (Templado *et al.*, 2012).

- **Distribución del hábitat**

La especie que da nombre a este hábitat, *Gryphus vitreus*, está presente en todo el Mediterráneo y, muy especialmente, en los estrechos entre islas o entre éstas y el continente (Pérez, 1985). Según este autor, uno de los primeros en describir los fondos de grandes braquiópodos en este mar, éstos "no pueden ser considerados como una comunidad ecológica, debido a la dificultad de compilar una lista de especies características", pero señala que "puede ser considerado como un «horizonte» de transición entre las formaciones de la plataforma inferior, de la zona circalitoral, y las

formaciones de la parte superior del talud, en la zona batial”. También señala que “este horizonte de transición parece ser el resultado de los cambios en el nivel del mar que tuvieron lugar durante el Plioceno, el Pleistoceno y el Cuaternario y su distribución depende de la topografía submarina, de la temperatura del agua, de las corrientes y de las características granulométricas del sedimento”.

Más recientemente, la presencia de la especie se ha detectado en fondos sedimentarios del borde exterior de la plataforma continental e inicios del talud, explotados por la flota de arrastre (Massutí y Reñones, 2005). En los fondos sedimentarios del Canal de Menorca, Requena y Gili (2014) han descrito y cartografiado el hábitat que conforma la especie, que ocupa grandes extensiones en la zona de transición entre la plataforma y el talud, entre 100 y 300 m de profundidad. En esta área, Grinyó *et al.* (2018) también han señalado la presencia de *G. vitreus* en el borde de toda la plataforma, siguiendo la isóbata de 200 m, donde forma agregaciones de >25 individuos/m². Estas densidades son relativamente bajas si se comparan con los 600 individuos/m² estimados en taludes continentales expuestos a corrientes de fondo intensas (Emig, 1987). Aguilar *et al.* (2020) señalan la presencia de la especie alrededor del Archipiélago de Cabrera y en el escarpe del Emile Baudot, en fondos detríticos y fangosos entre 120 y 275 m de profundidad, aunque puede alcanzar hasta 450 m de profundidad. En estas áreas, los fondos de grandes braquiópodos se solapan con facies del crinoideo *Leptometra phalangium* y en ellos también puede ser abundante el poliqueto *Lanice conchilega* (Requena y Gili, 2014; Aguilar *et al.*, 2020).

En los montes submarinos del Canal de Mallorca, el hábitat se localiza en fondos sedimentarios mixtos detríticos, principalmente en el sudeste de SO y alrededor de EB. Su distribución está fuertemente correlacionada con la profundidad, siendo ésta la variable más significativa identificada en el presente estudio, seguida por el contenido en arena y materia orgánica del sedimento. La pendiente del fondo es otra variable que puede influir en la distribución del hábitat, aunque en un porcentaje mucho menor. Ello puede ser debido a que las poblaciones de *G. vitreus* muestran preferencia tanto por sustratos sedimentarios horizontales como por fondos rocosos de pendiente pronunciada (Toma *et al.*, 2022). A pesar de que las variables relacionadas con la

hidrodinámica marina no se han identificado como determinantes de su distribución, diversos autores señalar que esta especie, al igual que otros organismos filtradores, se distribuye preferentemente en fondos expuestos a corrientes moderadas y fuertes. Según Emig (1989), las condiciones óptimas para la comunidad de grandes braquiópodos incluye niveles estables de salinidad y temperatura, así como corrientes de fondo constantes que minimizan la sedimentación.

En el área de estudio, estos fondos se entremezcla con el hábitat "Fondos detríticos batiales con esponjas", al igual que ocurre en el Seco de los Olivos, del Mar de Alborán (de la Torriente *et al.*, 2014). También se han localizado en zonas rocosas, solapándose con el hábitat "Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas". Este patrón también se ha observado en los cañones submarinos de la parte occidental del Golfo de León (Dominguez-Carrió, 2018) y en los volcanes del fango del Golfo de Cádiz (Díaz del Río *et al.*, 2014), donde la presencia de *G. vitreus* destaca como especie vinculada al sustrato rocoso, junto con corales de agua fría (Mastrototaro *et al.*, 2010) y grandes esponjas.

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

En el Mediterráneo, se han documentado alrededor de 14 especies de braquiópodos, de las cuales solo dos han sido identificadas en fondos sedimentarios, destacando entre ellas *Gryphus vitreus* (Logan *et al.*, 2004). Es una especie estenotípica, con un amplio rango de preferencias ecológicas, distribuyéndose a lo largo de un gran gradiente batimétrico y en fondos tanto sedimentarios como rocosos e, incluso, se adhieren a pequeños fragmentos o clastos, de orígenes diversos, lo que les confiere una capacidad de asentamiento oportunista (Toma *et al.*, 2022). La información sobre sus ciclos reproductivos y longevidad es limitada. Al igual que otros organismos bentónicos, es probable que tenga un crecimiento rápido durante las primeras fases de su desarrollo.

Las biocenosis de *G. vitreus* son un indicador de la transición entre la zona circalitoral y batial (Emig, 1989; Pérès, 1985, 1989). Ello les confiere un valor estratégico como comunidad de transición y, además, una elevada diversidad de especies, tanto de plataforma como de talud. Se distribuyen en fondos de arenas parcialmente fangosas, con una rica meiofauna y endofauna, que constituye la base de la dieta de muchas

especies de peces (Requena y Gili, 2014). Desempeñan un papel importante en los procesos de acoplamiento bento-pelágico de los ecosistemas profundos mediterráneos.

Habitualmente se solapa con el crinoideo *Leptometra phalangium* y diversas especies de esponjas (p.ej. *Poecillastra compressa*). Toma *et al.* (2022) han señalado que el equinodermo *Cidaris cidaris* y algunos crustáceos decápodos, entre los que destaca la langosta de interés comercial *Palinurus mauritanicus*, son depredadores ocasionales de braquiópodos, lo que también refuerza la necesidad de conservar estos fondos.

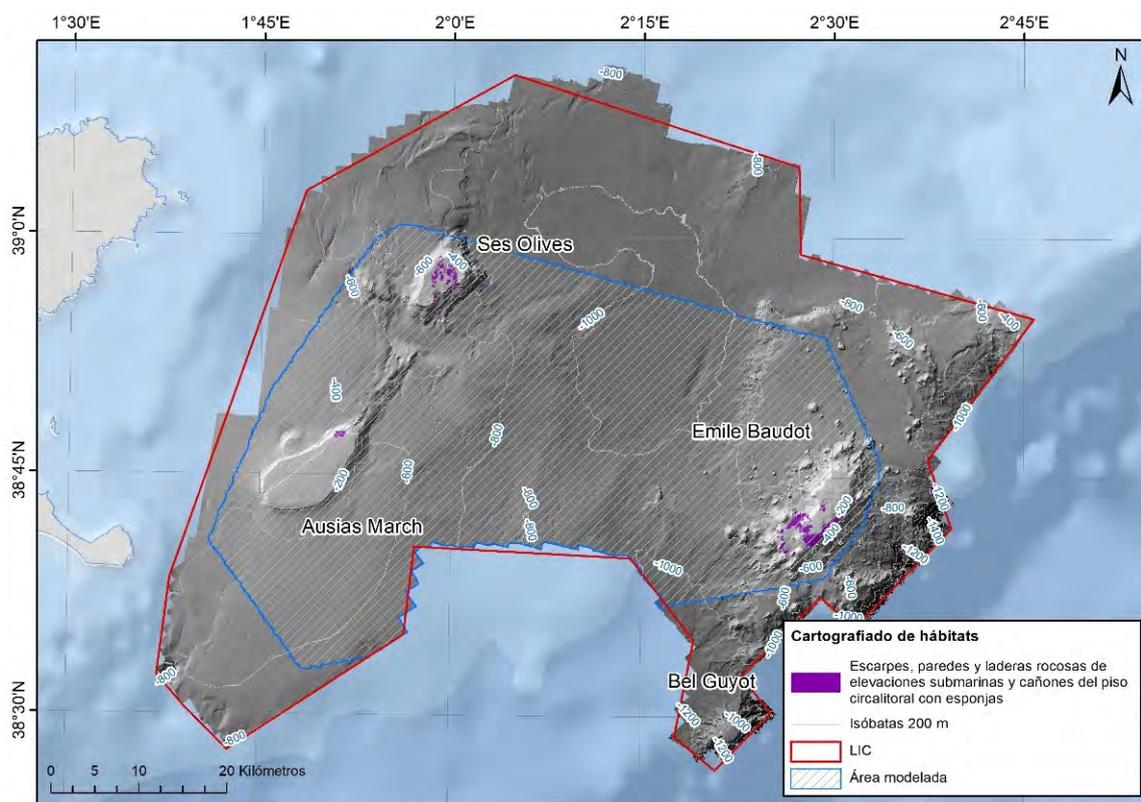
Según Requena y Gili (2014), la principal amenaza de los fondos de grandes braquiópodos es la pesca de arrastre. No por capturar ejemplares de estas especies, o de otras especies de su endofauna, sino por destruir las propiedades geológicas y biológicas del sedimento y dejarlo inutilizable para una rápida recolonización.

- **Grado de Protección**

Ni *Gryphus vitreus* ni el hábitat que conforma están actualmente catalogados de especial interés para la conservación. No obstante, la lista de referencia actualizada de tipos de hábitats marinos a incluir en los inventarios nacionales de lugares de interés para la conservación, elaborada en el contexto SPA/RAC del Convenio de Barcelona (SPA/RAC–UN Environment/MAP, 2019), incluye numerosas biocenosis dominadas por braquiópodos como *G. vitreus*. Es el caso, por ejemplo, de los hábitats ME4.512 “Upper bathyal mixed sediment Facies with Brachiopoda” y MC1.529a “Shelf edge rock Facies with Brachiopoda”.

Como se ha señalado antes, los fondos de grandes braquiópodos suelen solaparse con fondos de crinoideos. Según el STECF de la Comisión Europea, los fondos de crinoideos son SH, o hábitats frágiles, reconocidos internacionalmente como ecológicamente importantes, por lo que recomienda su protección. Al mismo tiempo, estos fondos son también EFH, ya que juegan un papel fundamental para el desarrollo de etapas críticas del ciclo de vida de recursos pesqueros del Mediterráneo (Colloca *et al.*, 2004). Por ello, requieren una gestión y protección especial, para mejorar el estado de los stocks y garantizar la sostenibilidad, a largo plazo, de las pesquerías.

Nombre:	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas
DH:	1170: <i>Reefs</i>
EUNIS	MD151: Biocenosis of Mediterranean shelf-edge rock (level 5)
LPRE:	0302022902: Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas. 0302022305: Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con dominancia de esponjas



Modelado:	Variables GAM	Variables Maxent
Variables	RUG (14.3%), MOR (7.7%), RFL (4.5%), ARE (2.7%) Desviación explicada: 26.5%	NAS (42.6%), PEN (31.1%), MDT (16.7%), BPI_G (3.5%), ARE (2.2 %), TXF (1.4 %), NOR (1.1%), CMF (0.8%)
AUC	0.7744	0.8533
Kappa	0.4455	0.5041
Umbral	0.2698	0.4439
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		20.36%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		97.6%

Profundidad hábitat	146-726 m
Superficie hábitat	14.88 km ²
Área hábitat vs. área modelada	0.61%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	0.33%

- **Tipo de sustrato:** Roca aflorante y semienterrada.
- **Especies características:** Principalmente *Tretodictyum reisiwigi*, que junto con otras especies como *Jaspis* sp., *Heteroxya* cf. *beauforti*, *Hamacantha* sp., *Poecillastra compressa* y *Phakellia robusta* forman la agrupación de esponjas Sa. Están acompañadas por el braquiópodo *Gryphus vitreus*, crinoideos, poliquetos serpúlidos y otros invertebrados.
- **Descripción del hábitat**

Se trata de un hábitat de fondos rocosos profundos y de zonas escarpadas, dominado por esponjas, tanto masivas (p.ej. *Jaspis* sp.), como incrustantes (p.ej. *Hamacantha* sp.) y pedunculadas y eréctiles (*Phakellia robusta*). Esta diversidad de morfo-tipos de esponjas le confiere heterogeneidad al hábitat y cierta estructura tridimensional, aunque menos acusada que la de fondos rocosos dominados por cnidarios.

- **Distribución del hábitat**

El margen de las cimas y las laderas rocosas de los tres montes submarinos del Canal de Mallorca, son el ambiente idóneo para la comunidad de esponjas que conforman ese hábitat. De hecho, tres de las principales variables ambientales que determinan la distribución de esta comunidad, pendiente, rugosidad y reflectividad, son indicadoras de este tipo de fondo.

En la roca aflorante de la parte más profunda de las cimas de SO y EB, este hábitat se solapa con los "Fondos detríticos batiales con esponjas" y con los "Fondos batiales de reborde de plataforma con *Gryphus vitreus*" (Templado *et al.*, 2012). En cambio, en los fondos de coralígeno zonas más someras de las cimas de AM y EB, se puede solapar con los hábitats "Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas" y "Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con campos de esponjas" (Templado *et al.*, 2012). De hecho, la transición entre la aparición de *Foraminospongia balearica* y la menor presencia de *T. reisiwigi*, a medida que disminuye la profundidad, es un indicador del cambio de hábitat desde la zona afótica a la mesofótica.

La comunidad de esponjas que caracterizan esta hábitat es similar a la descrita por Santin *et al.* (2018) en paredes rocosas del talud superior del Canal de Menorca, entre 250 y 350 m de profundidad, que estos autores han denominado “*Hamacantha-Tretodictyum* assemblage”. También se asemeja al hábitat “Paredes rocosas verticales batiales con *Neopycnodonte zibrowii* y esponjas de copa (*Phakellia* sp.)”, identificado por de la Torre *et al.* (2018) en el Seco de los Olivos (Mar de Alborán).

La especie *T. reiswigi*, representativa de la comunidad de esponjas que caracterizan este hábitat, ha sido descrita recientemente por Boury-Esnault *et al.* (2017), a partir de muestras, datos e imágenes recopiladas en diferentes cañones y montes submarinos del Mediterráneo, entre ellos EB. Según estos autores, la especie se distribuye en rocas y paredes verticales, hasta 726 m de profundidad, a lo largo de todo el Mediterráneo, desde el Mar Egeo hasta el Mar de Alborán, incluyendo el Mar Balear (Maldonado *et al.*, 2015).

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

Este hábitat está muy ligado a un tipo de sustrato habitual en los escarpes, laderas y afloramientos rocosos de las elevaciones submarinas. Los escarpes de roca y las laderas verticales de roca limpia, es donde esta comunidad de esponjas toma importancia, junto con otros invertebrados que tienen su nicho en zonas expuestas, donde probablemente las corrientes marinas les proveen de alimento (Massutí *et al.*, 2022b).

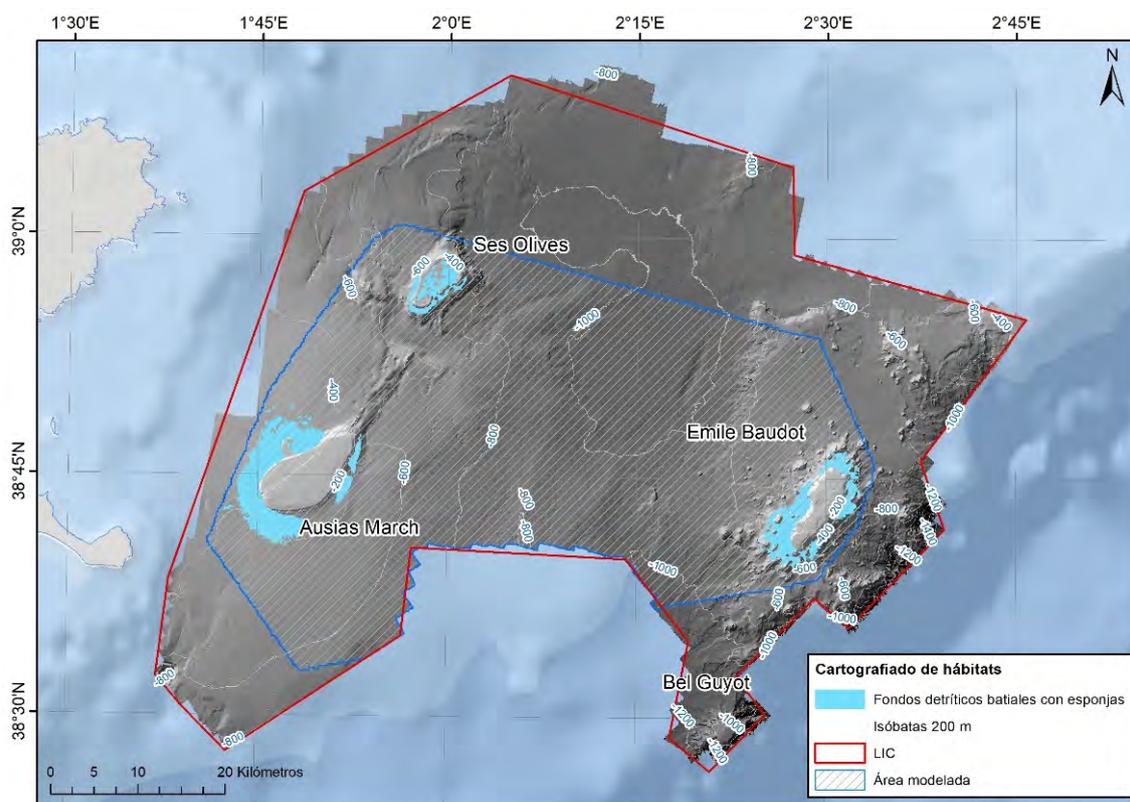
Estos fondos rocosos no están expuestos a la pesca de arrastre, que en los montes submarinos se realiza en los fondos sedimentarios adyacentes (Massutí *et al.*, 2022b), pero sí a otros aparejos de pesca, como palangres y nasas. En este caso, la pesca del camarón *Plesionika edwardsii* con nasas de profundidad, que se realiza en las laderas de los tres montes submarinos (García-Rodríguez *et al.*, 2000), probablemente sea su principal amenaza. De hecho, en estaciones de muestreo con presencia de este hábitat, principalmente de SO y AM, se han observado también restos de este arte de pesca (Massutí *et al.*, 2022a).

- **Grado de Protección**

Ni este hábitat, ni las esponjas que lo caracterizan están actualmente catalogados de especial interés para la conservación. No obstante, dos de estas especies, *Poecillastra compressa* y *Phakellia robusta*, aparecen junto con otras esponjas y algunos cnidarios, como especies características de hábitats de la lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona (UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017).

Señalar también que el Reglamento (CE) nº 734/2008 del Consejo, de 15 de julio de 2008, sobre la protección de los ecosistemas marinos vulnerables de alta mar frente a los efectos adversos de la utilización de artes de fondo, incluye los campos de esponjas de aguas frías entre estos ecosistemas. Según este reglamento, los buques pesqueros comunitarios deberán disponer de un permiso de pesca especial para poder faenar en áreas donde se hayan localizado VME, que expedirán las autoridades competentes, tras realizar una evaluación de los posibles efectos de estas actividades y haber llegado a la conclusión de que no es probable que vayan a tener un efecto adverso significativo en estos ecosistemas.

Nombre:	Fondos detríticos batiales con esponjas
DH:	-
EUNIS	ME451: Assemblages of Mediterranean upper bathyal muds biocenosis characterised by mixed sediment (level 4)
LPRE:	0402031109: Fondos detríticos batiales con esponjas



Modelado:	Variables GAM	Variables Maxent
Variables	MDT (39.5%), ARE (17.4%), CMF (13.9%) Desviación explicada: 60.2%	ARE (34.3%), NAS (33.7%), PAL (11.9%), PEN (7.4%), MDT (6.1 %), BPL_G (3.5 %), NOR (2%)
AUC	0.8924	0.8657
Kappa	0.6392	0.6200
Umbral	0.1654	0.3580
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		42.40%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		93.29%

Profundidad hábitat	223-507 m
Superficie hábitat	119.59 km ²
Área hábitat vs. área modelada	4.94%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	2.66%

- **Tipo de sustrato:** Arena, sedimento mixto y grava biogénica.
- **Especies características:** Hábitat caracterizado por una comunidad de esponjas cuyas principales especies son *Poecillastra compressa*, *Desmacella inornata*, *Thenea muricata*, *Hamacathta* sp., *Dragmatella aberrans* y *Desmacella annexa*. En algunas áreas, se solapa con facies del braquiópodo *Gryphus vitreus*.
- **Descripción del hábitat**

Se trata de un hábitat característico de fondos sedimentarios de origen biogénico, formado por una comunidad de esponjas, con una riqueza de especies y biomasa menores que los hábitats más someros de las zonas fótica y mesofótica (Díaz *et al.*, 2024a). Suele encontrarse entremezclado con otros hábitats detríticos como las facies del braquiópodo *G. vitreus* y, en su estrato más profundo, con fondos fangosos de *Thenea muricata*.

Algunas de las principales especies de esponjas que caracterizan el hábitat, como *Poecillastra compressa* y *Hamacathta* sp., también se encuentran en fondos rocosos. De hecho, por su abundancia y también por la escasez de otro tipo de especies a mayor profundidad, las esponjas desempeñan un papel esencial en la conformación de los hábitats bentónicos de los montes submarinos del Canal de Mallorca, su biodiversidad y biomasa.

- **Distribución del hábitat**

Se distribuye en un rango batimétrico bastante limitado, que en el área de estudio incluye la cima de SO y las laderas de AM y EB, y un tipo de fondo muy concreto. De hecho, las principales variables ambientales que determinan la distribución de la comunidad de esponjas que lo caracterizan son la profundidad, el porcentaje de arena del sedimento y la corriente del fondo.

Este tipo de hábitat es similar a los fondos descritos por de la Torriente *et al.* (2014) en el Seco de los Olivos, bajo las denominaciones "Fondos detríticos biogénicos circalitorales con presencia de *G. vitreus*" y "Fondos detríticos batiales con corales solitarios *Caryophyllia smithii* no fijados al sustrato". También podría corresponderse

con los fondos detríticos batiales del espacio marino de la Isla de Alborán (Gofas *et al.*, 2014).

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

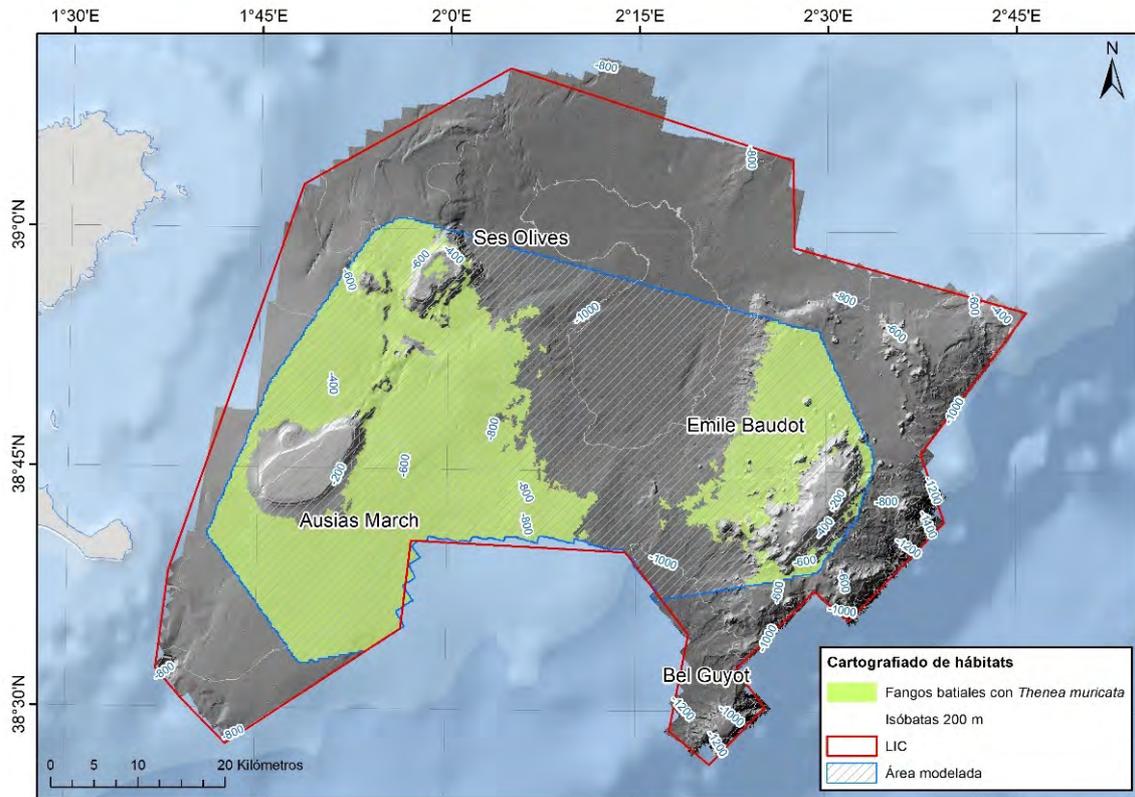
Las esponjas son especies estructurantes que contribuyen a incrementar la biodiversidad y biomasa bentónica. Su papel se ha demostrado clave en ecosistemas oligotróficos (Maldonado *et al.*, 2012; Maldonado, 2015), como son los fondos detríticos batiales del Mediterráneo. Se alimentan de materia orgánica disuelta, que liberan en forma de orgánulos de materia orgánica particulada, lo que facilita alimento a los organismos detritívoros (de Goeij *et al.*, 2013). Además, los campos de esponjas son un centro de actividad quimiosintética, pudiéndose encontrar un aumento sustancial en la biomasa bacteriana que las rodea (Hentschel *et al.*, 2002), lo que sustenta a organismos simbiotes.

Las especies de esponjas de mayor porte de hábitats profundos, generalmente se caracterizan por tener ciclos de vida largos y una tasa de reproducción baja (Hogg, 2010). Estas características las convierten en especies muy vulnerables a las actividades antrópicas como la pesca. Ésta tiene un impacto no solo directo, si no también indirecto, ya que puede alterar las características del fondo marino e incluso del agua adyacente, como resultado de la resuspensión de sedimentos que provocan determinados artes de pesca.

- **Grado de Protección**

Ni este hábitat, ni las esponjas que lo caracterizan están catalogados de especial interés para la conservación. No obstante, una de sus principales especies, *Poecillastra compressa*, aparece junto con otras esponjas y algunos cnidarios, como características de hábitats de la lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona (UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017).

Nombre:	Fangos batiales con <i>Thenea muricata</i>
DH:	-
EUNIS	ME6511: Mediterranean upper bathyal facies of sandy muds with <i>Thenea muricata</i> (level 5)
LPRE:	0402020401: Fangos batiales con <i>Thenea muricata</i>



Modelado:	Variables GAM	Variables Maxent
Variables	MDT (48.8%), PEN (18%) Desviación explicada: 50.8%	NAS (31.9%), TXF (28.2%), MDT (24.4%), CMF (6.1%), NOR (2.9%), PEN (2.7%), EST (2.5%)
AUC	0.8482	0.8679
Kappa	0.6086	0.5988
Umbral	0.2679	0.4180
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		61.37%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		65.94%

Profundidad hábitat	283-755 m
Superficie hábitat	1310.94 km ²
Área hábitat vs. área modelada	54.10%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	29.14%

- **Tipo de sustrato:** Fango y fango arenoso.
- **Especies características:** *Thenea muricata*, *Desmacella inornata* y *Desmacella annexa*, todas ellas esponjas pertenecientes a la clase Demospongiae. También puede haber presencia del octocoralario *Isidella elongata*, el pennatuláceo *Funiculina quadrangularis* y el briozoo *Kinetoskias* sp.
- **Descripción del hábitat**

La especie *T. muricata* es una esponja blanquecina, de pequeño tamaño, que presenta una serie de apéndices, a modo de raíz, que le proporcionan agarre al sustrato donde vive semienterrada. Principalmente habita en fondos fangosos batiales, expuestos a bajo hidrodinamismo, donde puede formar agregaciones con otros invertebrados, como esponjas del género *Desmacella*, pennatuláceos, gorgonias y briozoos.

Los fondos de fangos batiales con *T. muricata* pueden presentarse como una continuación del hábitat "Fondos detríticos batiales con esponjas" (Templado *et al.*, 2012), también presente y modelado en los montes submarinos del Canal de Mallorca. Asimismo pueden solaparse con los hábitats de coral bambú (*I. elongata*) y campos de Pockmarks.

- **Distribución del hábitat**

Se encuentra en los fondos fangosos batiales alrededor de los tres montes submarinos del Canal de Mallorca. Es el hábitat más extenso y uno de los más profundos (hasta 755 m) modelados en el área. La esponja *T. muricata* es una especie bien conocida en las Islas Baleares. Su presencia es muy habitual en los fondos sedimentarios explotados por la flota de arrastre alrededor de Mallorca y Menorca (Massutí y Reñones, 2005), en los que puede llegar a alcanzar grandes densidades y, más concretamente, en Cabrera y Sóller (Ramon *et al.*, 2014, Aguilar *et al.*, 2020, Massutí *et al.*, 2020). También es muy conocida su presencia en el Canal de Menorca (Requena y Gili, 2014), donde junto con el pennatuláceo *Virgularia mirabilis* forma la "Comunidad de los fondos detríticos circalitorales dominados por invertebrados: *V. mirabilis* y *T. muricata*", ampliamente distribuida en la plataforma continental (247.53 km²), entre 100 y 140 m de

profundidad, en fondos de arenas finas, con una pendiente suave y un alto grado de bioturbación. Requena y Gili (2014) asignan estos fondos al hábitat DH 1110.

En el canal que separa SO y AM, en fondos >400 m de profundidad, la especie predominante de este hábitat, *T. muricata*, se solapa con *I. elongata*, al igual que ocurre en el Seco de los Olivos, un monte submarino del Mar de Alborán (de la Torriente *et al.*, 2014) y los volcanes del fango del Golfo de Cádiz (Díaz del Río *et al.*, 2014). Esta especie también puede formar agregaciones densas con los pennatuláceos *Funiculina quadrangularis* y *Kophobelemnon stelliferum* y con la esponja *Pheronema carpenteri* (Díaz del Río *et al.*, 2014; Sitjà *et al.*, 2019; González-García *et al.*, 2020). Alrededor de los tres montes submarinos del Canal de Mallorca, hay una gran zona de sedimentos finos fangosos, con presencia de Pockmarks, que también presenta las condiciones idóneas para este hábitat, que en esta área de presenta junto con facies del briozoo *Kinetoskias* sp.

La distribución de este hábitat viene determinada principalmente por una correlación positiva con la profundidad. También muestra una correlación negativa con la pendiente, la temperatura media y la velocidad máxima de la corriente sobre el fondo marino. Esto último indica que las especies que conforman este hábitat tienen preferencia por fondos fangosos batiales, en los que la sedimentación es mayor.

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

En los fangos batiales son muy comunes las comunidades de demospongias como *T. muricata*, muy vinculada a este tipo de sustrato (Díaz *et al.*, 2024a). Esta especie fue la esponja más abundante en la mayoría de las estaciones de muestreo con patín epibentónico, realizadas en los fondos sedimentarios alrededor de los tres montes submarinos del Canal de Mallorca.

Los fondos de *T. muricata* son similares a los “Fondos detríticos batiales con esponjas” (Templado *et al.*, 2012), otro hábitat modelado en el área de estudio. Sin embargo, los fondos de *T. muricata* muestran una menor diversidad y biomasa (Massutí *et al.*, 2022b), probablemente por la elevada concentración de fango y la menor proporción de sedimentos organogénicos.

T. muricata puede tener un papel importante, como especie estructurante formadora de hábitat, en el estrato batial (Álvarez, 2016). La deposición de partículas orgánicas de pequeño tamaño que genera, sirve de alimento a invertebrados depositívoros. Ello explicaría que agregaciones de esta especie aumenten los recursos tróficos para las comunidades bentónicas (Díaz del Río *et al.*, 2014).

La existencia de caladeros de la flota de arrastre en los fondos batiales sedimentarios alrededor de los montes submarinos del Canal de Mallorca, donde también se distribuye este hábitat, podría explicar su baja biodiversidad. Según Álvarez (2016), las agregaciones de esponjas son especialmente vulnerables a las alteraciones físicas provocadas por las actividades pesqueras que puedan alterar el fondo marino. Esta misma autora señala que *T. muricata*, como otras especies de esponjas, es muy sensible al aumento de la turbidez del agua, que le puede obstruir su sistema filtrador. Sin embargo, la coexistencia antes señalada, sugiere que *T. muricata* y otras especies del género *Desmacella*, por su pequeño tamaño y otras características de su estrategia vital, podrían ser más resilientes que otras esponjas, ya que normalmente se encuentran en caladeros de pesca de arrastre (Pansini y Musso, 1991).

- **Grado de Protección**

Ni este hábitat, ni su especie principal *T. muricata*, están actualmente catalogados de especial interés para la conservación. No obstante, sí que se contempla en la lista de referencia de los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona (UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017).

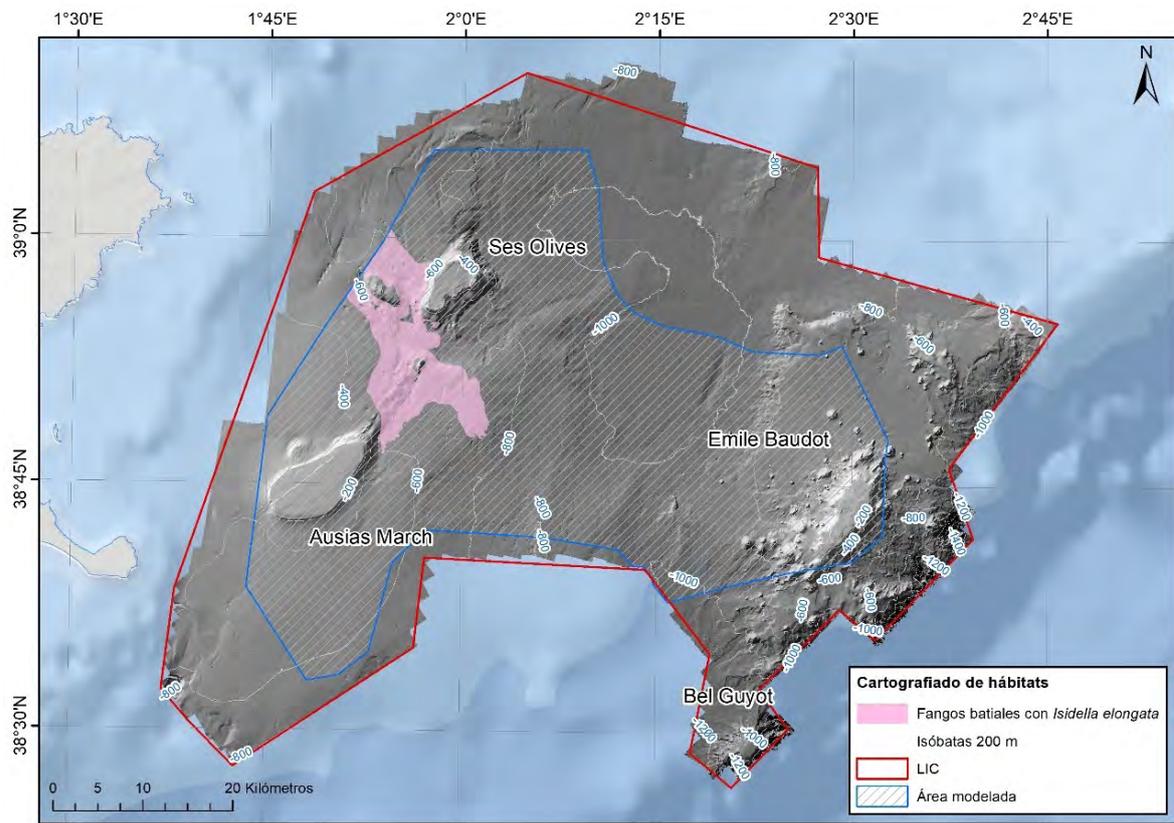
Para la elaboración de esta lista se tomó como referencia la clasificación de los tipos de hábitats marinos bentónicos de la región del Mediterráneo del Convenio de Barcelona (1998), el nuevo sistema de clasificación EUNIS (2017), la lista de hábitats mediterráneos en Francia (Michez *et al.*, 2014), el inventario español de hábitats marinos (Templado *et al.*, 2012), la Lista de hábitats marinos de Croacia (Bakran-Petricioli, 2011) y nuevos hábitats, a partir de las aportaciones de expertos. También se tuvo en cuenta la lista roja europea de hábitats marinos en el Mediterráneo y la lista compilada por OCEANA, con la colaboración de expertos en hábitats de alta mar del

Mediterráneo, sobre ecosistemas marinos vulnerables (VME, de sus siglas en inglés; FAO, 2009). Se tuvieron en cuenta 8 criterios que definen la importancia y vulnerabilidad de los hábitats: 1) fragilidad, 2) resiliencia, 3) exclusividad o singularidad, 4) importancia para albergar especies inusuales, amenazadas, en peligro o endémicas, que solo se encuentran en zonas bien definidas, 5) diversidad de especies, 6) complejidad estructural, 7) capacidad para modificar el entorno físico y los procesos ecosistémicos, e 8) importancia para la supervivencia y reproducción de especies que no tienen por qué ser típicas del hábitat.

T. muricata aparece en la lista roja de los invertebrados marinos del Mar Balear (Álvarez, 2016), donde está catalogada como especie vulnerable. Más recientemente, la IUCN la incluye en un listado de taxones sésiles vulnerables que forman hábitats en las aguas profundas en Mediterráneo oriental (Otero y Mytilineou, 2022), si bien no la incluye en ninguna categoría de sus listas rojas. Según estos autores, esta especie es una de las esponjas más frecuentes y abundantes de estos hábitats.

En algunas áreas como los volcanes de fango del Golfo de Cádiz (Díaz del Río *et al.*, 2014) y en Seco de los Olivos (de la Torriente *et al.*, 2018), los fangos batiales con *T. muricata* se solapan con fondos de coral bambú (*I. elongata*), una especie de octocoralario catalogada "en peligro crítico" por la IUCN (Otero *et al.*, 2017). Esto también se ha observado en los montes submarinos del Canal de Mallorca.

Nombre:	Fangos batiales con <i>Isidella elongata</i>
DH:	1170: Reefs
EUNIS	ME6515: Mediterranean upper bathyal facies of compact muds with <i>Isidella elongata</i> (level 5)
LPRE:	04020206: Fangos batiales compactos con <i>Isidella elongata</i> . 0402030702: Fondos sedimentarios batiales no fangosos con <i>Isidella elongata</i> .



Modelado:	Variables GAM	Variables Maxent
Variables	MDT (10.8%), CMF (5.7%), DCP (3.2%), PEN (2.9%) Desviación explicada: 57.6%	MDT (38.2 %), TXF (23.5%), CMF (16.5%), BPL_G (4.3 %), PEN (3.8%), RUG (3.6%), NAS (2.8%), DCP (2.1%), MOR (1.7%), PAL (1.6%), NOR (1.3%)
AUC	0.9460	0.9131
Kappa	0.7355	0.6689
Umbral	0.4509	0.2338
Solapamiento áreas predicción GAM y Maxent		48.00%
Coincidencia cuadrículas GAM y Maxent		92.78%

Profundidad hábitat	464-719 m
Superficie hábitat	156.48 km ²
Área hábitat vs. área modelada	6.67%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	3.48%

- **Tipo de sustrato:** Fango
- **Especies características:** Al coral bambú (*Isidella elongata*), la principal especie estructurante de este hábitat, le acompañan otras especies de grupos taxonómicos diversos. Entre éstas, podemos destacar otro coral de profundidad como *Funiculina quadrangularis* y otros cnidarios como las anémonas tubulares (Ceriantharia), el briozoo *Kinetoskias* sp., el poliqueto *Lanice conchylega* y la esponja *Thenea muricata*.
- **Descripción del hábitat**

El coral bambú (*Isidella elongata*) es un octocoralario arborescente, con esqueleto calcáreo y un pie característico para su sujeción en fondos blandos, cuyas colonias pueden alcanzar 50 cm de altura y distribuirse entre 170 y 1800 m de profundidad (Fabri *et al.*, 2014). Según Cartes *et al.* (2022), el hecho de tener las colonias de esta especie forma bidimensional, combinado con su tamaño moderado y la forma espaciada en que aparecen distribuidas las colonias en el fondo marino, constituyen un hábitat menos compacto para la posible fauna asociada que los corales duros o gorgonias, con una estructura más tridimensional y generalmente formando campos más agregados o densos. De esta manera, las gorgonias pueden formar bosques, mientras que los campos de coral de bambú tienen una estructura más similar a una sabana abierta.

A pesar de ello, y de que los hábitats generados por gorgonias y corales o taxones similares no están bien estudiados, especialmente en el Mediterráneo profundo, estas especies forman agregaciones más o menos densas y pueden volverse dominantes en su hábitat, generando condiciones diferentes a las que las rodean (de la Torriente, 2020). De hecho, las agregaciones de individuos de *I. elongata* conforman un hábitat de alto valor ecológico en los fondos fangosos batiales de poca pendiente (Cartes *et al.*, 2013), aumentando la complejidad tridimensional y la productividad de estos fondos (de Juan *et al.*, 2012). Maynou y Cartes (2012) identificaron hasta 61 especies de peces, 54 crustáceos decápodos y 118 taxones de otros invertebrados en muestras obtenidas con arte de arrastre con presencia de *I. elongata*, mientras que Mastrototaro *et al.* (2017), a partir de grabaciones de video realizadas con ROV, han inventariado hasta 50 taxones en la comunidad bentónica asociada a este hábitat. Determinadas especies de

crustáceos decápodos de alto valor comercial, como *Aristeus antennatus* y *Aristaeomorpha foliacea* (Maynou y Cartes, 2012; Ragonese, 2018), unas de las principales especies objetivo de la pesquería de arrastre de gran profundidad en el Mediterráneo (Sardà *et al.*, 2004), también se han asociado a este hábitat.

- **Distribución del hábitat**

Los corales bambú están ampliamente distribuidos en las aguas profundas de todos los océanos, principalmente entre 200 y 1500 m de profundidad y hasta 2250 m y profundidades abisales (Morris *et al.*, 2012). *Isidella elongata* es la única especie de coral bambú del Mediterráneo, su principal área de distribución (Dieuzeide 1960; Maynou y Cartes, 2012; Michez *et al.*, 2014; Lauria *et al.*, 2017; Carbonara *et al.*, 2020). En el Atlántico, su presencia solo se conoce en áreas próximas al Estrecho de Gibraltar, como el Golfo de Cádiz (Sitjà *et al.*, 2019) y la costa norte de Marruecos (Grasshoff, 1989).

En los montes submarinos del Canal de Mallorca, el hábitat de esta especie se localiza en los fangos batiales al oeste de SO y en los canales generados entre este monte y AM, el cual se caracteriza por presentar poca pendiente con evidencias de erosión y transporte activo de sedimento provocado por la aceleración del flujo o masa de agua en determinadas zonas. Las variables más importantes en los modelos de distribución de *I. elongata* desarrollados en el presente estudio sugieren que la probabilidad de presencia de este hábitat depende de la profundidad, la temperatura del agua sobre el fondo, la velocidad de la corriente y la distancia al caladero de arrastre más cercano. Esta última variable presenta correlación, debido a la proximidad o solapamiento de los caladeros de pesca de arrastre con este hábitat. Respecto a las variables ambientales, hay que tener en cuenta que se trata de un organismo suspensívoro pasivo, que se alimenta de materia orgánica y zooplancton, estando sus colonias orientadas hacia las corrientes de fondo dominantes. Ello explicaría su mayor probabilidad de presencia con valores medios de la velocidad de la corriente sobre el fondo. Su correlación con valores bajos de BPI, también sugieren su mayor presencia en fondos fangosos de pendiente suave, al igual que señalan Standaert *et al.* (2023) y de la Torriente *et al.* (2019).

Estos resultados son coincidentes, solo en parte, con los resultados de Standaert *et al.* (2023), quienes señalan su presencia también al sudeste y sur de AM. Estas diferencias

pueden deberse a las diversas variables utilizadas y resolución espacial de las mismas, así como en los modelos desarrollados por ambos estudios. Standaert *et al.* (2023) utilizan datos de presencia/ausencia de la especie procedentes de 58 transectos de video grabados con ROV y 5 variables geomorfológicas extraídas de un cartografiado del área de estudio de 50 m de resolución realizado previamente al proyecto INTEMARES, pero no incluyen variables sedimentológicas, hidrodinámicas ni de huella pesquera. En este sentido, estos mismos autores señalan que “incluir variables oceanográficas beneficiaría en gran medida los modelos de idoneidad de hábitats, obteniendo resultados más precisos y aplicables sobre las limitaciones de las preferencias de hábitat de *I. elongata* en todas las escalas espaciales, ya que se ha demostrado que ejercen un gran control en la distribución y otras características de los corales de agua fría (Puerta *et al.*, 2020)”. En el presente estudio se han utilizado los datos anteriores de presencia/ausencia de la especie, a los que se han añadido otros datos procedentes de 217 estaciones de muestreo con diversos métodos, obteniéndose con ello mayor cobertura espacial y batimétrica. Además, se han utilizado 15 variables explicativas (7 geomorfológicas, incluyendo un cartografiado a detalle de 16 m de resolución espacial remuestreado a 100 m para el modelado, 3 sedimentológicas, 2 hidrodinámicas y 3 de huella pesquera). Por lo que se refiere a los métodos, en el primer estudio se aplicaron tres metodologías de modelado (GAM, Maxent y Random Forest), cuyas predicciones se combinaron teniendo en cuenta el rendimiento de cada modelo (*Ensemble Model*), mientras que en el presente estudio se han desarrollado dos modelos (GAM y Maxent) y se han considerado como predicciones de presencia del hábitat únicamente las cuadrículas en que ambos modelos así lo predecían. Esta última es una predicción restrictiva, que se ajusta más a las observaciones de ambos estudios, en los que no se detectó la presencia de la especie al sudeste y sur de AM, donde predominan los campos de pockmarks y otros tipos morfológicos deposicionales y ligados a inestabilidades sedimentarias como son las ondas de sedimento, depósitos contorníticos y deslizamientos. Solo se han observado puntualmente tres colonias de *I. elongata* en los fondos batiales alrededor del EB (observaciones campañas OCEANA 2010, OCEANA 2014 e INTEMARES_A22B_1019) en fondos que se caracterizan por presentar rasgos erosivos como escarpes o en cabeceras de barrancos. Un estudio

reciente, de modelado de la pérdida del hábitat de *I. elongata* en el Mediterráneo noroccidental a partir de datos presencia (actual y pasada) de la especie y de corrientes marinas (González-Irusta *et al.*, 2022), muestra esta pérdida principalmente en la costa peninsular, al este del delta del Ebro y en un área grande entre Tarragona y Barcelona. En el Canal de Mallorca se localizan varias áreas pequeñas, de una extensión menor que las resultantes del estudio de Standaert *et al.* (2023).

En el área de estudio, los fondos de *I. elongata* se solapan con el hábitat de la esponja *Thenea muricata*, tal y como señaló Mastrototaro *et al.* (2017) en esta misma área y al igual que ocurre en el Seco de los Olivos, donde ambas especies forman un hábitat conjunto (de la Torriente *et al.*, 2018). También se solapan con campos de pockmarks, distribuidos fundamentalmente entre los montes submarinos del área de estudio.

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

En los fondos batiales del Mediterráneo, predominantemente sedimentarios y homogéneos, los organismos coloniales sésiles (no sólo cnidarios sino también esponjas) son importantes para aumentar la complejidad de sus hábitats y, con ello, la biodiversidad de las comunidades bentónicas. Es el caso de los fondos de *Isidella elongata*, que se consideran hábitats de alto valor ecológico para la macrofauna, especialmente cuando se trata de colonias grandes y con una densidad elevada (Cartes *et al.*, 2022). Las facies de colonias de menor tamaño y con una densidad baja, que son las predominantes, parecen tener una capacidad más reducida de formar hábitat para la megafauna (Cartes *et al.*, 2013). Por ello, el número de estas especies (principalmente peces y crustáceos decápodos) verdaderamente asociadas a estos fondos es bajo, lo que podría estar relacionado con la morfología de sus colonias, pero también estar influenciado por el empobrecimiento general de la fauna del Mediterráneo profundo, en comparación con las aguas atlánticas adyacentes (Cartes *et al.*, 2022). Aunque algunas especies de coral bambú tienen colonias que alcanzan 3 m de altura (Krieger y Wind, 2002), las colonias mediterráneas de *I. elongata* apenas superan 60 cm de altura.

Según Cartes *et al.* (2022), aunque se necesitan más estudios para desentrañar la posible relación entre la distribución y abundancia de las especies de profundidad con la capacidad de los corales para generar hábitat adecuados para ellas, las colonias de *I.*

elongata, como las de otros corales, pueden aumentar las acumulaciones de detritos a su alrededor. Con ello mejorarían las condiciones del hábitat para especies que se alimentan de bentos, como los peces macrúridos (Cartes *et al.*, 2013), lo que favorece el aumento de la diversidad y densidad de la fauna asociada.

El coral bambú *I. elongata* es una especie longeva y de crecimiento lento (Cartes *et al.*, 2013), con una capacidad de dispersión larvaria baja, por lo que es especialmente vulnerable a los impactos antrópicos y forma aglomeraciones puntuales en los fondos profundos del Mediterráneo. El impacto de la pesca, especialmente arrastre de fondo, ha podido provocar la reducción de su área de distribución y abundancia. Así lo sugieren las descripciones de los fondos sedimentarios del Mediterráneo occidental, realizadas por Maurin (1968) antes de que se desarrollara la pesca de arrastre de gran profundidad, indicando la presencia de especies vulnerables, como el coral bambú, en estos fondos.

La pesca con artes de arrastre de fondo es la principal amenaza de este hábitat, no solo porque produce un impacto directo de eliminación de las colonias, sino también indirecto, resultado del aumento de la turbidez del agua, que puede provocar obstrucciones en el sistema respiratorio de la especie, sin pólipos retráctiles, con la consiguiente degradación de sus colonias (Cartes *et al.*, 2013). A pesar de que el impacto del arrastre es mayor, otros artes de pesca como redes de enmalle, trasmallos y palangres, también pueden afectar negativamente la especie (Bo *et al.*, 2014a).

La baja resiliencia de la especie al impacto de la pesca, no solo ha podido provocar la reducción de su área de distribución sino también la reducción de la densidad y tamaño de sus colonias, lo que ha alterado también su capacidad para formar hábitat. De hecho, Cartes *et al.* (2013, 2002) muestran el ejemplo de un fondo entre 620 y 670 m de profundidad al nordeste del Delta de Ebro, caracterizado como un hábitat óptimo para *I. elongata* e impactado por la pesca de arrastre desde finales de los años noventa por la pesca de arrastre, que eliminó casi todas sus colonias. Sin embargo, este impacto apenas ha alterado la composición de peces e invertebrados en estos fondos, sin una pérdida significativa de diversidad, lo que apunta también a una capacidad bastante baja de formación de hábitat para la megafauna.

La pesca de arrastre de gran profundidad, dirigida a la gamba roja, se realiza en el talud alrededor de las Islas Baleares (García-Rodríguez y Esteban, 1999; Farriols *et al.*, 2017; Massutí *et al.*, 2022a). No obstante, es en esta área donde se han localizado uno de los fondos de *I. elongata* con mayor densidad de colonias del Mediterráneo noroccidental. Más concretamente al noroeste de Mallorca (Cartes *et al.*, 2013), en los montes submarinos del Canal de Mallorca, entre SO y AM (Mastrototaro *et al.*, 2017; Standaert *et al.*, 2023) y al sudeste de Menorca (Observaciones Personales). Ello puede ser debido a que amplias zonas del talud, por sus características geomorfológicas y sedimentarias, con grandes pendientes y fondos con elevada rugosidad, no son accesibles a la pesca de arrastre, a que esta modalidad pesquera esté prohibida por la presencia de interconexiones submarinas desde la Península Ibérica hasta el archipiélago balear y entre sus islas y, además, por el menor desarrollo de la flota de arrastre en comparación con las áreas adyacentes de la Península Ibérica (Acosta *et al.*, 2002; Quetglas *et al.*, 2012; Mastrototaro *et al.*, 2017; Farriols *et al.*, 2017; Guijarro *et al.*, 2020)

- **Grado de Protección**

La comunidad científica ha reiterado la importancia del hábitat que conforma *Isidella elongata* para los ecosistemas profundos del Mediterráneo y justificado su inclusión en los planes de protección y conservación (Bo *et al.*, 2015; Otero y Marin, 2019). La especie está incluida en la Lista Roja de antozoos del Mediterráneo de la IUCN, que la ha catalogado como “en peligro crítico”. Según estos autores, se trata de uno de los casos más representativos de esta lista, por ser “muy carismática” de este mar y “su singularidad reside no sólo en sus peculiares características biológicas y ecológicas, sino también en el enorme impacto que han sufrido sus poblaciones, prácticamente desapercibidas en las últimas décadas, debido al impacto de la pesca no selectiva”. Estiman que su población se ha reducido alrededor del 80% en los últimos 100 años, lo que sugiere un efecto dramático de la pesca de arrastre durante un período que va desde la década de 1960, cuando esta actividad pesquera empieza la explotación del Mediterráneo profundo, hasta el presente, y se concentra en las llanuras batiales. Probablemente debido a las presiones socio-económicas de la flota de arrastre y también porque la importancia ecológica de esta especie no estaba clara en aquel

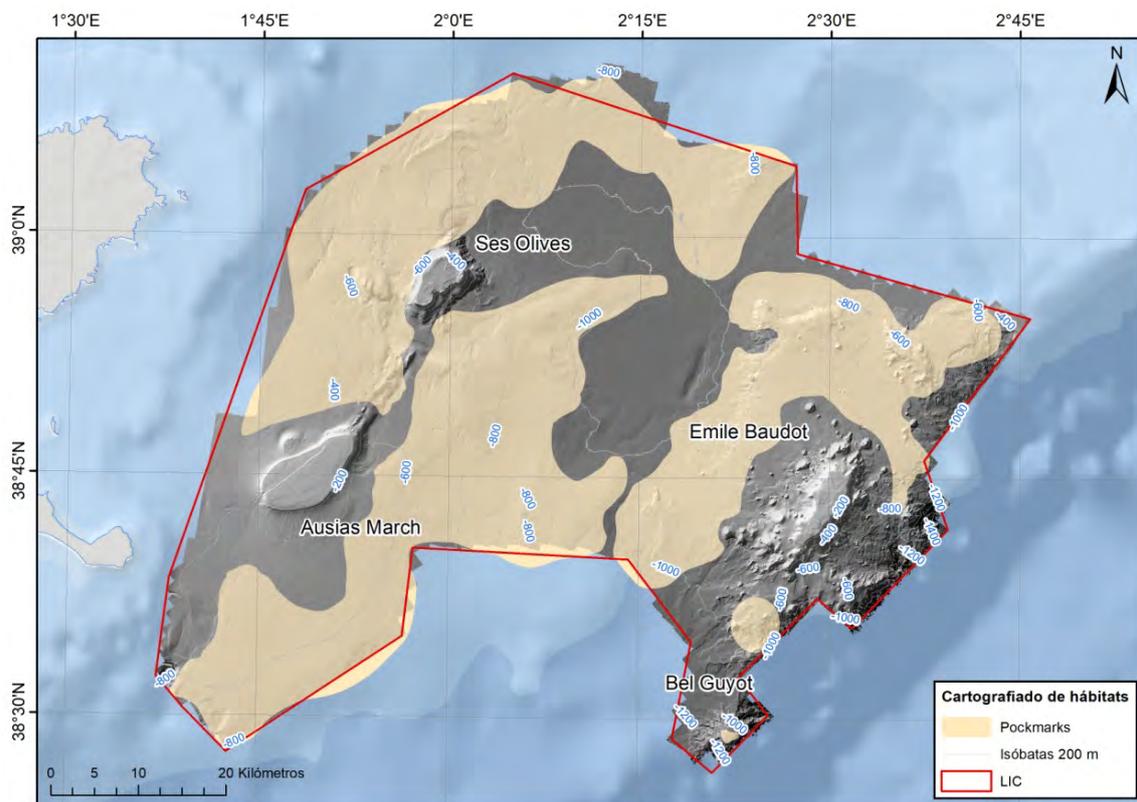
entonces, lo que hizo que no se tomara medida alguna para la preservación de sus poblaciones. También está incluida en la Lista Roja de los invertebrados marinos del Mar Balear (Álvarez, 2016), siguiendo los criterios de la IUCN.

El coral bambú *I. elongata* está incluido en el Anexo II (lista de especies en peligro o amenazadas) del Protocolo SPA/BD del Convenio de Barcelona (BOE nº 184, de 2 de agosto de 2019). Esto supone que las Partes Contratantes están comprometidas a prohibir la destrucción y deterioro del hábitat de estas especies y aplicar planes de acción para su conservación o recuperación (BOE nº 302, de 18 de diciembre de 1999).

Asimismo los fondos de *I. elongata* se recogen en la lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona (UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017): ME6.515: Fangos batiales con *Isidella elongata*; MF6.513: Fangos compactos con *Isidella elongata*. Señalar también que el STECF incluyó estos fondos entre los hábitats sensibles de mayor relevancia para la conservación de los ecosistemas marinos del Mediterráneo (STECF, 2006) y que la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino) recomendó la protección de especies y hábitats de corales de aguas profundas, debido a que son indicadores de VME (FAO, 2009). En este mismo contexto, la Comisión General de Pesca para el Mar Mediterráneo (GFCM de sus siglas en inglés) ha identificado los fondos de *I. elongata* como uno de los principales VME mediterráneos a proteger, a pesar de que la mayoría de estos hábitats aún carecen de una caracterización ecológica integral, incluidos mapas de distribución espacial. Por ello, la GFCM ha propuesto llevar a cabo una acción integrada, para identificar y delimitar áreas prioritarias para la protección de la especie (GFCM, 2022).

Nombre:	Campo de pockmarks
DH:	1180: <i>Submarine structures made by leaking gases</i>
EUNIS	A6.94: <i>Vents in the deep-sea bed*</i> (Level 4)
LPRE:	04020101: Pockmarks

(*) En la categoría A6.9 (*Vents, seeps, hypoxic and anoxic habitats of the deep sea*) se incluyen hábitats de aguas profundas, caracterizados por sus condiciones químicas que, a menudo, presentan gases o líquidos filtrados o burbujeantes, condiciones hipóxicas y/o anóxicas en la columna de agua superior. No obstante, en los pockmarks del Canal de Mallorca, no se ha detectado actividad relacionada con la emisión de fluidos (agua o gases).



Cartografiado:	APM	Manual
Variables	MDT, BPI, RFL	MDT, PEN, RFL
Solapamiento con otros hábitats		>50%
Umbral mínimo		100 m ²

Profundidad hábitat	301-1178 m
Superficie hábitat	2583.45 km ²
Área hábitat vs. área modelada	60%
Área hábitat vs. área propuesta LIC	57.43%

- **Tipo de sustrato:** Fondos mixtos, fundamentalmente de fango arenoso.
- **Especies características:** No se han identificado especies quimiosimbiontes típicas de ambientes extremófilos, ni otros sustratos ligados a emisión de fluidos desde el subsuelo, como costras o chimeneas carbonatadas.
- **Descripción del hábitat**

Los pockmarks son depresiones de sedimento fango-arenoso, que alcanzan decenas de metros de profundidad y varios cientos de metros de anchura. Se originan por emisiones de fluidos recientes o relictos relacionadas con reservorios de hidrocarburos, que pueden constituir un hábitat de alto valor ecológico. Los campos de pockmarks del Canal de Mallorca posiblemente sean rasgos relictos, que se mantienen en el tiempo por la acción de corrientes de fondo de intensidad moderada imperantes en el área.

Los pockmarks identificados en el Canal de Mallorca tienen una longitud entre 10 y 500 m y hasta 20 m de profundidad. Aunque la mayoría se distribuyen aleatoriamente, algunos se sitúan de manera alineada, formando cadenas con orientación noroeste-sudeste, nordeste-sudoeste y norte-sur. Los perfiles obtenidos con ecosonda paramétrica muestran que, en algunos casos, estas cadenas han desarrollado depresiones alargadas, emplazadas sobre fallas.

No se han identificado comunidades biológicas ligadas a la expulsión de fluidos. Entre las principales especies epi-bentónicas que las conforman hay crustáceos decápodos (p.ej. *Lophogaster typicus*, *Ergasticus clovei*, *Monodaeus couchii*, *Alpheus glaber*, *Chlorotocus crassicornis* y *Calocaris macandreae*), moluscos bivalvos (*Ebalia nux*, *Cuspidaria rostrata*, *Bathyarca philippiana*), esponjas (*Desmacella inornata*, *D. annexa* y *Thenea muricata*), equinodermos (*Ophiura D. carnea*, *Pseudostichopus occultatus*, *Ophiomyces grandis* y *Amphiura filiformis*), el braquiópodo *Gryphus vitreus* y los moluscos gasterópodo *Aporrhais serresianus* y escafópodo *Antalis* sp., entre otras muchas (Massutí *et al.*, 2022b). También se ha observado la presencia en estos fondos de pennatuláceos y otros cnidarios sésiles, como colonias de *Funiculina quadrangularis* e *Isidella elongata*, pero su frecuencia y densidad es baja.

Las comunidades necto-bentónicas están formadas por crustáceos decápodos (*Plesionika heterocarpus*, *P. acanthonotus*, *P. martia*, *Pasiphaea multidentata*, *P. sivado*, *Polycheles typhlops*, *Geryon longipes*, *Nephrops norvegicus*, *Parapenaeus longirostris* y *Aristeus antennatus*), peces condríctios (*Galeus melastomus* y *Scyliorhinus canicula*) y peces osteíctios (*Coelorinchus caelorhincus*, *Nezumia aequalis*, *Hymenocephalus italicus*, *Gadiculus argenteus*, *Phycis blennoides*, *Merluccius merluccius*, *Hoplostethus mediterraneus*, *Helicolenus dactylopterus* y *Lepidorhombus boscii*), con algunos moluscos cefalópodos como *Sepietta oweniana* e *Illex coindetii* (Massutí *et al.*, 2022b).

- **Distribución del hábitat**

Se han identificado hasta 4000 pockmarks, que se distribuyen en todo el Canal de Mallorca, principalmente en fondos batiales adyacentes a los montes submarinos SO, AM y EB, con la excepción de sus laderas y cimas, aunque sí se han encontrado en la cima de Bel Guyot. Si bien pueden aparecer como unidades aisladas, se disponen espacialmente formando tres campos diferentes, situados al norte-noroeste, centro-sudoeste y este del área de estudio, con densidades de 1 hasta 6,8 pockmarks por km². Estos campos de pockmarks se distribuyen principalmente en zonas con un gran espesor de sedimentos y tasas altas de sedimentación, que favorecen la acumulación de materia orgánica y su soterramiento, haciéndola más propensa a la digestión anaeróbica. De hecho, se ubican en los fondos con los valores de materia orgánica más altos registrados en los sedimentos superficiales del área de estudio.

Si bien se pensaba que este hábitat estaba escasamente representado en los fondos marinos, conforme se ha ido aumentando el nivel de conocimiento de las áreas más profundas, se ha descubierto que estas estructuras geomorfológicas tienen una mayor distribución. De hecho, estudios previos ya habían mostrado que los pockmarks representan un hábitat sedimentario habitual de los fondos del talud Archipiélago Balear, muy especialmente en los canales de Ibiza y Mallorca (Acosta *et al.*, 2001).

- **Implicaciones ecológicas y vulnerabilidad**

Los ambientes profundos donde los fluidos procedentes del subsuelo se movilizan, pueden ser utilizados por organismos quimiosintéticos y generar estructuras

carbonatadas muy características, de un alto valor ambiental y gran interés biológico y geológico. La singularidad y el excepcional valor ecológico de estos ambientes reside en la asociación de las comunidades quimiosintéticas con los sedimentos y filtraciones de gases que dan lugar a: i) un hábitat donde la producción primaria no depende de la energía solar; y ii) formaciones geológicas, que se originan como consecuencia del metabolismo anaerobio, con una endofauna y epifauna singular, que en el Golfo de Cádiz está compuesta por invertebrados quimiosimbiontes, como los moluscos bivalvos *Acharax gadirae* y *Lucinoma asapheus*, los poliquetos *Siboglinum* sp. y *Bobmarleya gadensis* y el crustáceo decápodo *Calliax lobata*, entre otras especies (Rueda *et al.*, 2012, 2016; Lozano *et al.*, 2020), algunas descritas recientemente para la ciencia.

Casi todas estas especies albergan bacterias simbiotas involucradas en la captación de energía a partir de los gases o salmueras emanados de las depresiones. La concentración de gases hidrocarburos (principalmente metano) entre los sedimentos subsuperficiales facilita esta actividad bacteriana y provoca la formación de carbonatos autigénicos, por lo que este hábitat también puede ser considerado como “factorías” de carbonatos en grandes profundidades. Además, los tapetes bacterianos actúan como biofiltro natural del sustrato marino, que reduce la emisión de metano, un potente gas de efecto invernadero, a la atmósfera, con el consiguiente efecto no solo en la productividad y los procesos biogeoquímicos que afectan a la oceanografía de los ecosistemas más profundos sino también en el clima y el calentamiento global. Se necesitan miles de años para que se formen estas comunidades biológicas, por lo que la conservación de un hábitat tan singular es fundamental.

No obstante, hasta la fecha, en los montes submarinos del Canal de Mallorca no se ha detectado la presencia de estas especies, ni estructuras geológicas asociadas a emanaciones de gases o salmueras. En el área de estudio, el sedimento cargado de gas no debe representar un entorno muy extremófilo. Por ello, las comunidades epibentónica y nectobentónica que se han observado en estos fondos sedimentarios están formadas por especies comunes en muchos otros fondos fangosos y fondos mixtos de arena y fango de las Islas Baleares, y del Mediterráneo occidental, sin presencia de pockmarks. El hecho de que dentro de éstos se hayan encontrado restos

de *Posidonia oceanica*, sugiere que estas estructuras geomorfológicas podrían ejercer un importante papel como 'trampas' de materia orgánica.

Es de destacar también la importancia de este hábitat para la actividad pesquera, ya que alberga caladeros muy importantes de la flota de arrastre de gran profundidad, que faena alrededor de las Islas Pitiusas. Esta pesquería está dirigida a la captura de algunas de las especies demersales antes mencionadas (García-Rodríguez y Esteban, 1999; Massutí *et al.*, 2022a), principalmente crustáceos decápodos de gran valor comercial como gamba blanca (*P. longirostris*), cigala (*N. norvegicus*) y gamba roja (*A. antennatus*).

- **Grado de Protección**

El desconocimiento de este hábitat en el Mediterráneo, dificulta enormemente poder realizar una evaluación de su estado actual de conservación. No obstante, en los fondos sedimentarios con campos de pockmarks, la pesca de arrastre podría haber producido una reducción drástica de especies sésiles, como las colonias de corales látigo (*F. quadrangularis*) y bambú (*I. elongata*), que a mediados del siglo pasado eran unas de las especies bentónicas características de los fondos sedimentarios del Mediterráneo occidental (Maurin, 1968) y que actualmente son menos frecuentes y abundantes (p.ej. Lauria *et al.*, 2017; González-Irusta *et al.*, 2022). Tanto *F. quadrangularis* como *I. elongata*, están incluidas en la Lista Roja de los Antozoos del Mediterráneo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Otero *et al.*, 2017), donde están catalogadas como "vulnerables" y "en peligro crítico", respectivamente.

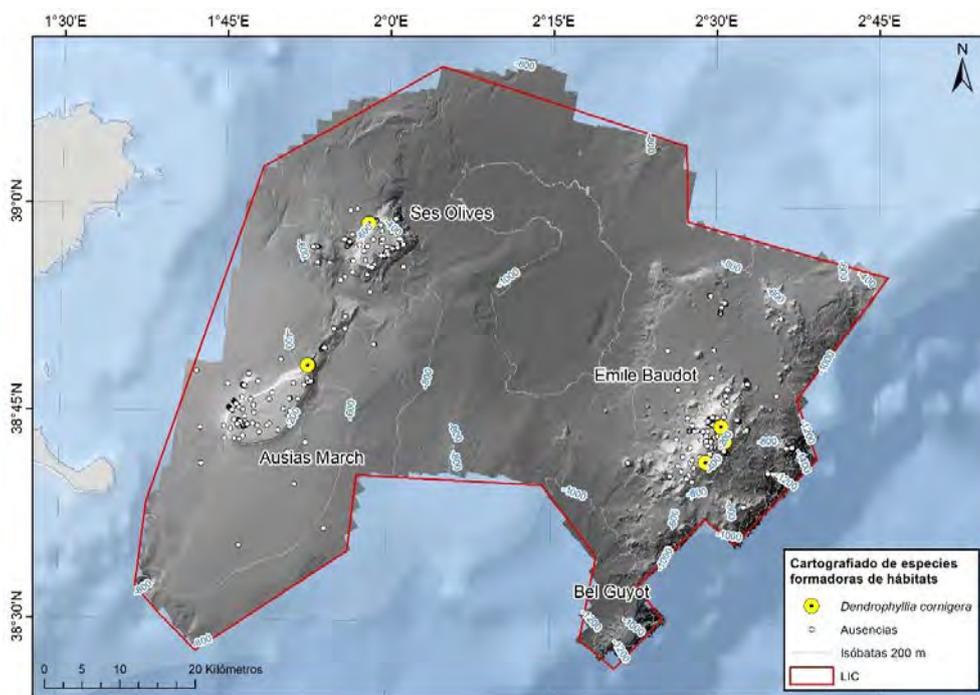
Además, *I. elongata* está incluida en el Anexo II (lista de especies en peligro o amenazadas) del Protocolo SPA/BD del Convenio de Barcelona (BOE nº 184, de 2 de agosto de 2019), lo que supone que las Partes Contratantes están comprometidas a prohibir la destrucción y el menoscabo del hábitat de estas especies y a formular y aplicar planes de acción para su conservación o recuperación (BOE nº 302, de 18 de diciembre de 1999). Señalar también que el STECF de la Comisión Europea incluyó los fondos de *F. quadrangularis* e *I. elongata* entre los SH de mayor relevancia para la conservación de los ecosistemas marinos del Mediterráneo (STECF, 2006). No obstante, actualmente en el Mediterráneo occidental no hay espacios protegidos, con medidas de gestión eficaces para proteger y conservar estos fondos.

4.4.3. Cartografiado de especies

- *Dendrophyllia cornigera*

Rango de profundidad	100-649 m
Tipo de sustrato	Parches de coral cubierto de sedimento, coralígeno, roca aflorante, roca semienterrada por fango y colonizada por invertebrados
Nº de registros	10
Hábitats	
DH	1170: Reefs
EUNIS	ME15: Mediterranean upper bathyal rock (level 3) MF15: Mediterranean lower bathyal rock (level 3)
LPRE	04010204: Roca batial colmatada de sedimentos con restos de antiguos arrecifes de corales blancos (<i>Desmophyllum pertusum</i> , <i>Madrepora oculata</i> , <i>Dendrophyllia</i> spp.) 03020218: Roca circalitoral dominada por <i>Dendrophyllia cornigera</i> 03020213: Roca circalitoral dominada por invertebrados con <i>Phakelia ventilabrum</i> y <i>D. cornigera</i> 04010116: Roca limpia batial con <i>Dendrophyllia cornigera</i>
Catalogación y grado de protección*	
IUCN Red List	Endangered
Lista Roja Illes Balears	Endangered
Convenio de Barcelona	Anexo II
STECF	Sensitive Habitats

(*) La lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona [UNEP(DEPI)/MED IG.23/23; páginas 353-412], incluye hábitats formados por *Dendrophyllia cornigera*: p.ej. Roca circalitoral con dominancia de *D. cornigera* (MD1.5: Roca circalitoral mediterránea offshore); Rocas batiales con *D. cornigera* (ME1.5: Roca batial superior mediterránea); Fangos batiales con *D. cornigera* (ME6.5: Fangos batiales superiores mediterráneos).



Dendrophyllia cornigera es un coral escleractinio, que puede alcanzar 60 cm de altura, aunque sus colonias son generalmente más pequeñas. Presenta un fuerte esqueleto carbonatado, con pólipos de gran tamaño y color amarillo. Se distribuye en el Atlántico oriental y en todo el Mediterráneo, entre 70-100 y 733 m de profundidad, siendo más habitual a 200-300 m (Castellan *et al.*, 2019). Se desarrolla en fondos rocosos y áreas de pendiente pronunciada, caracterizadas por la presencia de grandes rocas, bloques y losas (Dominguez-Carrió *et al.*, 2022), si bien también se puede encontrar en fondos batiales con un mayor componente sedimentario (Templado *et al.*, 2012). Según Castellan *et al.* (2019), ocupa una franja batimétrica de transición entre las gorgonias del circalitoral profundo y los antipatarios y corales de aguas frías del talud, solapándose con todas estas especies.

En las Islas Baleares, se conoce su presencia en el Canal de Menorca, principalmente entre 100 y 180 m de profundidad, como especie acompañante de gorgonias, antipatarios y corales blandos, además de esponjas, en las comunidades bentónicas de fondos rocosos del final de la plataforma (Requena y Gili, 2014). Los muestreos del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca, han permitido localizar esta especie en los tres montes submarinos objeto de estudio. Más concretamente en el espolón norte de AM, el flanco norte de SO y, en particular, en la cima de EB. Un estudio previo de OCEANA, ya había documentado su presencia en el área, principalmente en SO y EB. Más concretamente, en el fondo rocoso batial, donde esta especie fue el escleractinio más frecuente a partir de 150 m de profundidad, aunque sin formar comunidades densas (Marín *et al.*, 2011).

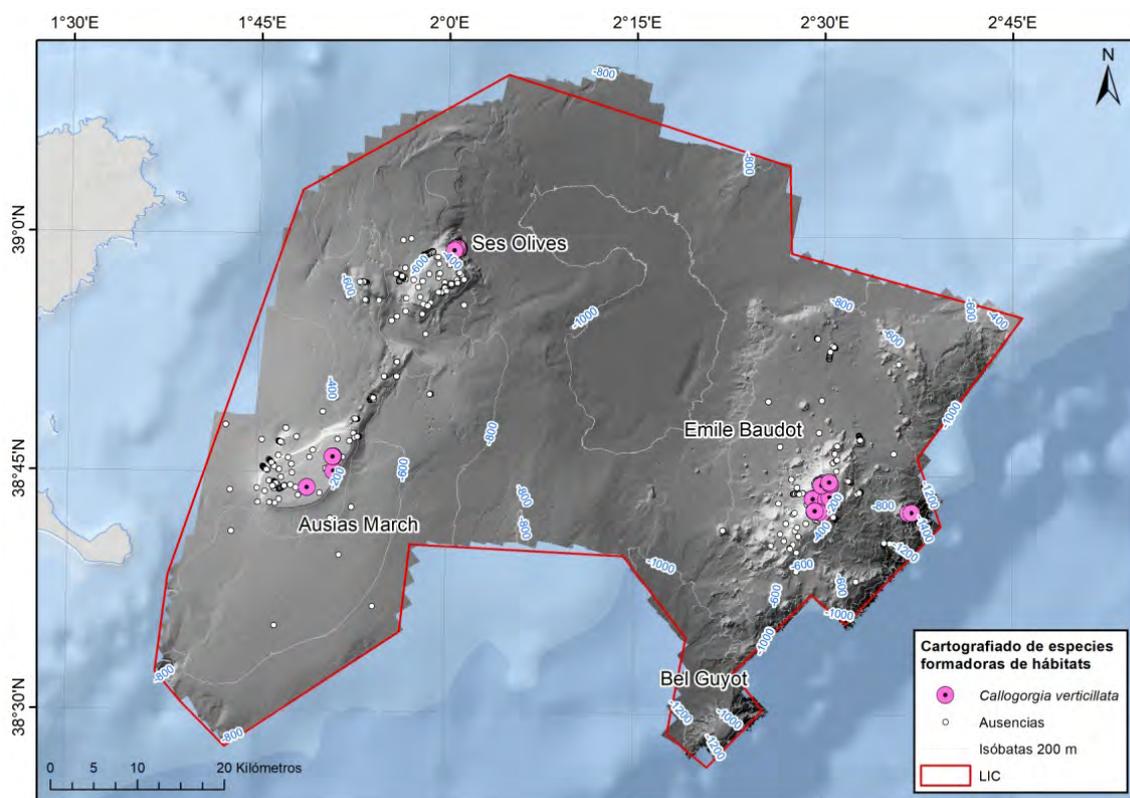
D. cornigera es una de las especies de corales de profundidad más destacadas en el Mediterráneo, por su contribución a la formación de arrecifes (Otero *et al.*, 2017). Los restos fósiles de corales de aguas frías, como *D. cornigera*, ofrecen una visión significativa de cómo estas comunidades se desarrollaron en el pasado (Dominguez-Carrió *et al.*, 2014). La presencia de estos arrecifes, incluso en forma de restos, actúa como estructuras propicias para ser colonizadas por diversos organismos como serpúlidos, esponjas o briozoos (Grinyó *et al.*, 2018). El amplio rango batimétrico de *D. cornigera*, le permite formar comunidades con especies muy diversas, como corales de

aguas frías, antipatarios, gorgonias y una gran variedad de esponjas (Pardo *et al.*, 2011; Bo *et al.*, 2014b; Gori *et al.*, 2017; Grinyó *et al.*, 2018; Lo Iacono *et al.*, 2019), todas ellas formadoras de hábitats, que se caracterizan por su gran complejidad estructural, biodiversidad y abundancia de especies bentónicas y necto-bentónicas (Lo Iacono *et al.*, 2019; Chimienti *et al.*, 2019; Dominguez-Carrió *et al.*, 2022).

Es una especie longeva y de crecimiento muy lento (Orejas *et al.*, 2011), y por tanto con poca capacidad de recuperación frente a perturbaciones, lo que la hace muy vulnerable. Uno de los potenciales impactos antrópicos son las actividades pesqueras (Orejas *et al.*, 2009; Bo *et al.*, 2014a; Cau *et al.*, 2017). De una parte, la pesca de arrastre de fondo, no solo por su impacto físico directo sino indirectamente, por aumentar los sedimentos en suspensión, con el consiguiente efecto negativo en especies filtradoras (p.ej. Larsson y Purser, 2011; Maynou y Cartes, 2012). De otra, la pesca con palangre de fondo y redes de enmalle, más dirigida a fondos rocosos, a pesar de que su esqueleto calcáreo le confiere mayor resistencia ante enganches de estos aparejos. En este sentido, señalar que según Bo *et al.* (2014b), en entornos con fuerte sedimentación, las colonias de *D. cornigera* no suelen estar firmemente fijadas a la roca subyacente, lo que las hace más propensas a su extracción, en comparación con las colonias de fondos duros. No obstante, estos mismos autores señalan que se trata de uno de los corales más capturados accidentalmente con estos aparejos. Por lo que respecta a cambios ambientales, Castellan *et al.* (2019) han sugerido que, por mayor tolerancia que otros corales al incremento de la temperatura y la acidificación, en el actual contexto de calentamiento global, *D. cornigera* podría experimentar a largo plazo un aumento de su rango de distribución horizontal y vertical.

- *Callogorgia verticillata*

Rango de profundidad	106-888 m
Tipo de sustrato	Roca aflorante
Nº de registros	53
Hábitats	
DH	1170: Reefs
EUNIS	MC352: Mediterranean upper bathyal rock (level 3)
LPRE	0302022901: Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con antozoos (escleractinarios, gorgonias, antipatarios) 04010104: Roca limpia batial con <i>Callogorgia verticillata</i>
Catalogación y grado de protección	
IUCN Red List	Near Threatened
Lista Roja Illes Balears	Near Threatened
Convenio de Barcelona	Anexo II
STECF	Sensitive Habitats



Callogorgia verticillata es una gorgonia que se caracteriza por su gran porte y la morfología de sus colonias, que crecen en abanico ramificado en un mismo plano. Su área de distribución es el Atlántico y Mediterráneo (Freiwald y Roberts, 2005), principalmente en fondos rocosos de diversos tipos, tanto bloques como pendientes, del piso batial, aunque también se ha señalado en fondos circalitorales aplacerados de hidrodinamismo moderado y sedimentación elevada. Según Álvarez (2016), la mayor abundancia de esta especie en el Mediterráneo se da entre 400 y 900 m de profundidad, si bien también puede encontrarse en cotas menos profundas de las cimas de montes submarinos, como los 85 m del Seco de los Olivos en el Mar de Alborán (de la Torre et al., 2018).

En las Islas Baleares, se conoce la presencia de *C. verticillata* en el Canal de Menorca, principalmente entre 140 y 180 m de profundidad, donde junto con el coral blando *Nidalia studeri* y otra gorgonia (*Viminella flagellum*) forma una de las comunidades bentónicas con mayor biodiversidad que caracterizan los fondos rocosos del final de la plataforma continental (Requena y Gili, 2014; Grinyó et al., 2018). Los muestreos realizados durante el proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca, han permitido localizar esta especie en los tres montes submarinos objeto de estudio (SO, AM y EB), donde parece distribuirse en dos rangos batimétricos distintos: 106-143 m y 679-888 m. Esta fragmentación de las poblaciones, podría ser consecuencia de la dispersión larvaria y la necesidad de encontrar sustratos rocosos adecuados para su asentamiento (Díaz del Río et al., 2014). Un estudio previo de OCEANA, ya había documentado su presencia en el área, formando bosques de gorgonias, junto con *Villogorgia brevicoides*, *Swiftia* spp., *Viminella flagellum*, *Bebryce mollis* y *Acanthogorgia hirsuta*, en fondos rocosos circalitorales profundos de AM y EB, y en fondos rocosos batiales de SO y EB (Marín et al., 2011).

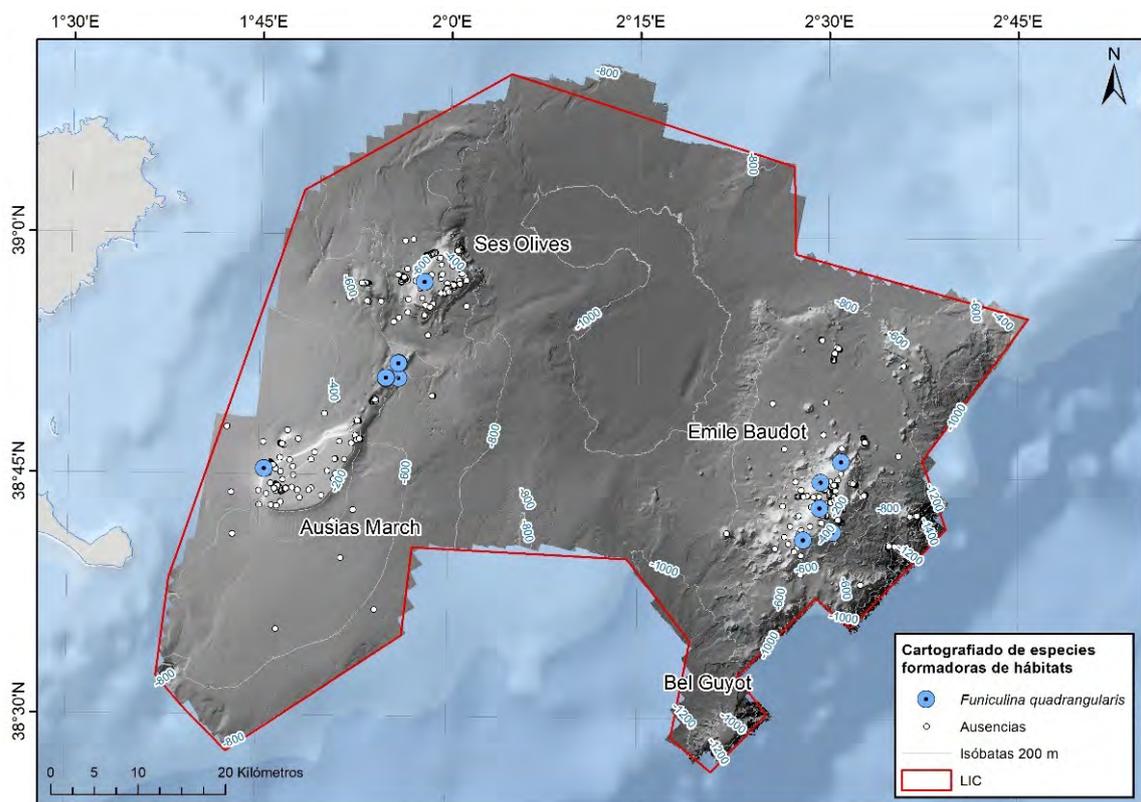
Los bosques que forman gorgonias como *C. verticillata*, junto con corales negros y grandes esponjas como *Phakellia*, constituyen una de las comunidades más emblemáticas y de mayor valor ecológico de los ecosistemas profundos del Mediterráneo (Cerrano et al., 2010; Requena y Gili, 2014). La estructura tridimensional que proporciona *C. verticillata* y otras gorgonias, crea hábitats ricos y diversos, de una

complejidad estructural elevada, que actúan como sustrato, refugio y zona de alimentación para numerosas especies asociadas (Buhl-Mortensen y Mortensen, 2005). Alrededor de Baleares se han observado especies como *Astrospartus mediterraneus* y diferentes especies de nudibranquios y parazoántidos como *Savalia savaglia* sobre especímenes de *C. verticillata*, aprovechando estas condiciones idóneas específicas (Observaciones personales). Aunque este incremento en la heterogeneidad del hábitat favorece la abundancia y diversidad funcional de las comunidades bentónicas y necto-bentónicas, también incrementa su vulnerabilidad ante impactos antrópicos, ya de por sí elevada por el crecimiento lento de muchas de las especies que lo conforman, entre ellas *C. verticillata*. Esto también hace que la recuperación de las poblaciones después de una perturbación sea muy lenta.

El gran tamaño, la fragilidad de su esqueleto y el crecimiento lento de *C. verticillata*, hace que sea una especie muy vulnerable a cualquier impacto físico. Principalmente los derivados de ciertas artes de pesca que se utilizan en fondos rocosos, como el palangre de fondo y las redes de enmalle. Si bien Requena y Gili (2014) señalan que no es posible saber si la heterogeneidad espacial que muestran algunas gorgonias en el Canal de Menorca, con zonas concretas que muestran un estado de conservación excelente frente a otras con densidades muy bajas o incluso colonias aisladas, es fruto de factores antropogénicos o responde a procesos ecológicos de larga escala (cientos de años), sí parece que los pequeños núcleos de población de *C. verticillata* son resultado probablemente de una extracción debida a artes de pesca como el palangre de fondo. Álvarez (2016) también sugiere un posible descenso de las poblaciones de esta especie en las Islas Baleares.

- *Funiculina quadrangularis*

Rango de profundidad	146-614 m
Tipo de sustrato	Fango
Nº de registros	18
Hábitats	
DH	1170: Reefs
EUNIS	ME6513: Mediterranean upper bathyal facies of soft muds with <i>Funiculina quadrangularis</i> and <i>Aporrhais serresianus</i> (level 5)
LPRE	04020205: Fangos blandos batiales con <i>Funiculina quadrangularis</i> y/o <i>Aporrhais serresianus</i> 0402031102: Fondos detríticos batiales con Pennatuláceos (<i>Funiculina quadrangularis</i> , <i>Pennatula</i> spp.)
Catalogación y grado de protección	
IUCN Red List	Vulnerable
Lista Roja Illes Balears	Vulnerable
Convenio de Barcelona	*
STECF	Sensitive Habitats



El pennatuláceo *Funiculina quadrangularis* es una especie colonial en forma de látigo, formada por un esqueleto delgado y alargado, córneo y de sección transversal cuadrada. Sus colonias crecen verticalmente sobre el fondo y son muy flexibles. Alcanzan más de 2 m de longitud, tienen una cuarta parte enterrada en el sedimento y su tercio superior es curvado. Pueden formar facies, generalmente parcheadas (Gili y Pages, 1987; Cerrano *et al.*, 2015).

Se trata de una especie que se distribuye en los océanos Pacífico y Atlántico, cuya presencia en el Mediterráneo es ampliamente conocida (Otero *et al.*, 2017; Wright *et al.*, 2015; Chimienti *et al.*, 2019). Habita sobre fondos detríticos, arena fangosa o fango del margen de la plataforma continental y la parte superior del talud, entre los 70 y 616 m de profundidad (Altuna y Poliseno, 2019). La presencia de esta especie en los fondos del talud de las Islas Baleares, se conoce desde mediados del siglo pasado (Maurin, 1968). En el Canal de Menorca es una especie acompañante de las comunidades "Fondos batiales sedimentarios de reborde de plataforma con *Leptometra phalangium*" y "Fondos batiales sedimentarios de reborde de plataforma con *Gryphus vitreus*". Ambos hábitats ocupan grandes extensiones en fondos arenosos y de pendiente suave, entre 115 y 270 m profundidad y en fondos de arenas gruesas y gravas, también de pendiente suave, entre 100 y 300 m de profundidad, respectivamente (Requena y Gili, 2014). También se ha localizado *F. quadrangularis* en el margen de la plataforma continental al oeste de Mallorca, entre 228 y 347 m de profundidad (Ramón *et al.*, 2014) y, junto con otros pennatuláceos, al sur y este de Cabrera, en fondos próximos al escarpe Emile Baudot (Aguilar *et al.*, 2020).

Los muestreos realizados durante el proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca, han permitido localizar esta especie en las cimas y laderas de los tres montes submarinos objeto de estudio (SO, AM y EB). Un estudio previo de OCEANA, ya había documentado su presencia en el área y señalaba que es el pennatuláceo más habitual del fondo arenoso-fangoso batial, que suele encontrarse entre 250-300 y 500 m de profundidad, e incluso a más profundidad en fondos de fango batial (Marín *et al.*, 2011). Según este informe, los hábitats de *F. quadrangularis* se localizan en pockmarks (entre 436 y 531 m de profundidad, con las mayores densidades de 0.01 individuos/m² a 529 m

de profundidad) y en SO, si bien en este último monte sólo se localizó uno a 330 m de profundidad.

Aunque no se dispone de información sobre la longevidad de *F. quadrangularis* (Lauria *et al.*, 2017), comparándola con otros casos similares, es posible inferir que sea una especie de larga vida y crecimiento lento y que madura a los 5-6 seis años (Greathead *et al.*, 2007). Existen pocos estudios sobre la reproducción de esta especie. Según Álvarez (2016), las colonias son de sexos separados y se reproducen en verano, con una fecundidad alta e independiente del tamaño de la colonia (Edwards y Moore, 2009). Se conoce poco el desarrollo y la dispersión larvaria, aunque hay indicios de que las larvas planctónicas pasan largos períodos en la columna de agua antes del asentamiento (Wright *et al.*, 2015).

Al igual que otros pennatuláceos, la presencia de *F. quadrangularis* en fondos sedimentarios hace que esté más expuesta a la pesca de arrastre. Ello puede ser la causa principal de la disminución de sus facies en el Mediterráneo. Otero *et al.* (2017) estiman que las poblaciones de estas especies pueden haberse reducido un 40% en los últimos 20 años. Los fondos de *F. quadrangularis* son considerados EFH (STECF, 2006) y su protección es necesaria no solo para la conservación del medio marino sino también la sostenibilidad de las pesquerías. Según un estudio reciente, esta especie ha aumentado su densidad (hasta 0.03 individuos/m²) después de la protección de los fondos frente a la pesca de arrastre, incluso tras un período corto de tiempo (Martinelli *et al.*, 2023), lo que también sugiere que *F. quadrangularis* puede ser un buen indicador del estado de conservación de hábitats.

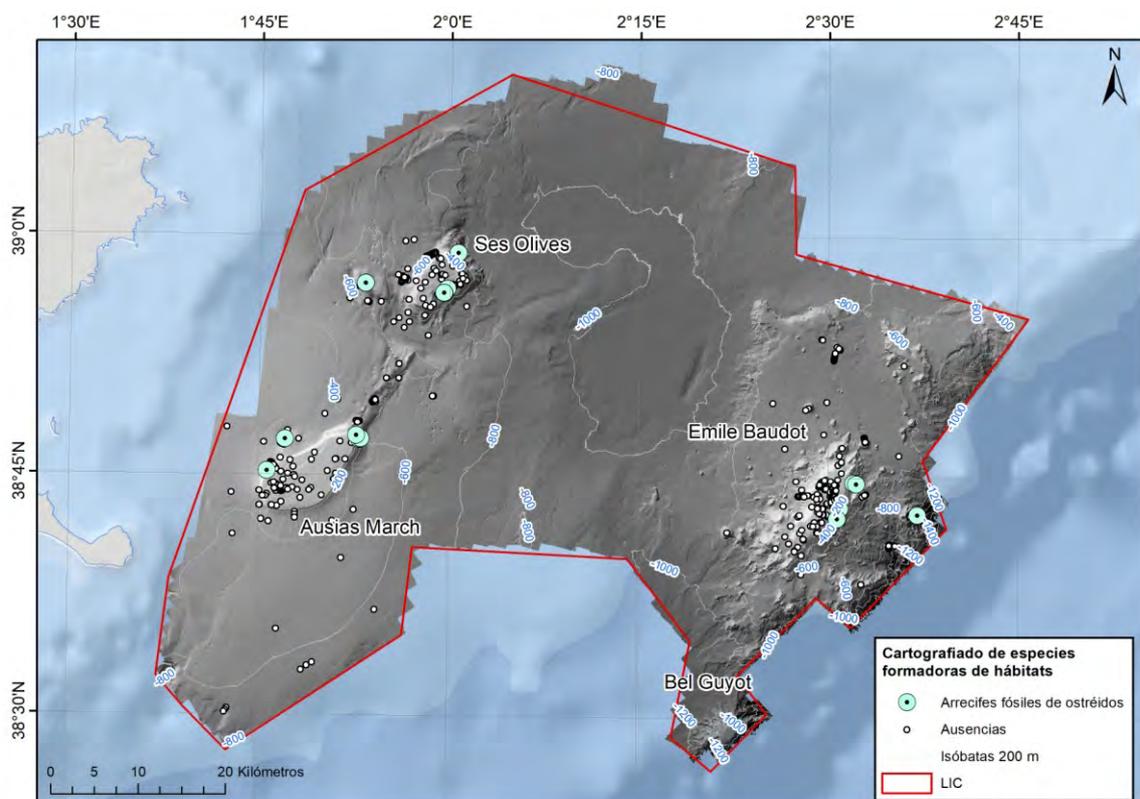
• Arrecifes fósiles de ostreidos

Rango de profundidad	205-427 m
Tipo de sustrato	Roca aflorante en paredes verticales con salientes
Nº de registros	22
Hábitats	
DH	1170: Reefs
EUNIS	Upper bathyal biogenic thanatocoenosis of giant ostreids (level 5)*
LPRE	04010403: Escarpes, paredes y laderas rocosas del mar profundo con <i>Neopycnodonte zibrowii</i> **
Catalogación y grado de protección	
Convenio de Barcelona	***

(*) Se podrían englobar en la siguiente categoría del *Updated Classification of Benthic Marine Habitat Types for the Mediterranean Region* (SPA/RAC, 2019): ME2.514 (*Facies with Bivalvia*; e.g. *Neopycnodonte* spp.), incluida en ME2.51 (*Upper bathyal reefs*).

(**) No se han observado individuos vivos. Según Requena y Gili (2014), que en el Canal de Menorca señalan la presencia de arrecifes de ostras gigantes (probablemente *N. zibrowii*), en el Mediterráneo se han observado individuos vivos en muy pocas ocasiones.

(***) Los arrecifes fósiles de ostréidos identificados y cartografiados en el Canal de Mallorca se pueden considerar en la lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona (UNEP(DEPI)/MED IG.23/23 (páginas 353-412), 2017). Más concretamente en el ME2.1 (Hábitat biogénico batial superior del Mediterráneo), que incluye "Arrecifes de *Neopycnodonte* spp." entre otros hábitats.



Estructura biogénica carbonatada o formación arrecifal, que puede extenderse y albergar espesores de varias decenas de metros. Las especies de moluscos sésiles o incrustantes que dan lugar a formaciones arrecifales en aguas europeas, entre las que destacan las pertenecientes a las familias Mytilidae y Vermetidae (Bayne, 1976; Azzopardi y Schembri, 2000), colonizan distintos tipos de sustratos y forman arrecifes que crean formas muy variadas, siendo las más habituales en cresta, cornisa o atolón. La mayoría de los casos se tratan de formaciones fósiles, aunque se han encontrado animales vivos en arrecifes fechados entre 450-650 años de antigüedad (Silenzi y Antonioli, 2001).

La macrofauna está representada por restos esqueléticos de diferentes especies de moluscos bivalvos de gran tamaño y poco fragmentados. El fósil principal son grandes ostréidos del tipo *Neopycnodonte*, que aparece junto con otros moluscos bivalvos, algunos corales coloniales y algas rodofíceas. Este *hardground* genera un nuevo tipo de sustrato, con muchas oquedades y grietas, que puede servir de sustrato y refugio a otras especies, principalmente equinodermos (crinoideos y equinoideos) y crustáceos decápodos, respectivamente.

Está presente en los tres montes submarinos objeto de estudio. Más concretamente, a lo largo del margen de sus cimas y la parte superior de las laderas, entre 205 y 427 m de profundidad. Estos fondos aparecen fundamentalmente como paredes escarpadas muy irregulares, siendo predominantes en SO y habiéndose observado con menor frecuencia en AM y EB.

La especie *Neopycnodonte zibrowii* es una ostra de gran tamaño, descrita hace pocos años en aguas profundas del Atlántico nororiental, cuya presenciase podía también intuir en otras áreas del Atlántico oriental (viva) y del Mediterráneo (como sub-fósil), a partir de observaciones de fotografías o vídeos del fondo marino (Taviani *et al.*, 2007). Posteriormente, esta especie ha sido citada en fondos escarpados del Banco de El Idrissi (Mar de Alborán), a 490 m de profundidad, donde se encontraron ejemplares vivos entre numerosas ostras fósiles (Hebbeln *et al.*, 2009) y en un volcán de fango del Golfo de Cádiz, donde se han encontrado ejemplares vivos a 720 de profundidad, en

fondos que no presentan acantilados abruptos, ni salientes rocosos como en los anteriores registros (Gofas *et al.*, 2010).

Este hábitat está escasamente representado en el Mediterráneo y su distribución se asocia a los pisos infralitoral y circalitoral, aunque existen algunos arrecifes a mayores profundidades. Es el caso del Seco de los Olivos, un monte submarino del Mar de Alborán, en cuyas laderas de la Torriente *et al.* (2018, 2019) han señalado la presencia del hábitat “Bathyal vertical rocky walls with *Neopycnodonte zibrowii* and cup sponges (*Phakellia* sp.)”, entre 313 y 494 m de profundidad.

En el Canal de Menorca, Requena y Gili (2014) también han identificado comunidades de fondos rocosos profundos o batiales con antipatarios y agregaciones de esponjas en paredes verticales, grandes bloques y extensiones sub-horizontales, entre 250 y 330 m de profundidad. Estos autores señalan la observación ocasional de tanatocenosis de corales muertos, principalmente *Madrepora oculata* y *Desmophyllum pertusum* y que bajo los salientes rocosos se ha observado también la presencia de arrecifes de ostras gigantes, probablemente *Neopycnodonte zibrowii*. Estos mismos autores señalan que en el Mediterráneo se han observado individuos vivos de esta especie en muy pocas ocasiones. Observaciones más recientes, realizadas con el ROV Liropus 2000 durante la campaña de investigación oceanográfica CIRCA-LEBA-0523, sugieren la presencia de una franja de arrecifes fósiles de ostréidos a lo largo del talud superior que rodea las Islas Baleares (Observaciones Personales).

Dada su sensibilidad, los arrecifes de ostréidos y otros bivalvos se consideran indicadores de alta calidad ambiental y, por ello, pueden ser utilizados como testigos de los cambios en el nivel del mar y a las diferencias de temperaturas que éste ha sufrido a lo largo de la historia (Da Silva *et al.*, 2005). No se dispone de información acerca del papel ecológico que pueden desempeñar los arrecifes de ostréidos en los ecosistemas profundos del Mediterráneo. En cualquier caso, sus numerosas y diversas oquedades y grietas, hacen de este hábitat un refugio potencial para muchas especies.

Este podría ser el caso del camarón de profundidad *Plesionika edwardsii*, una especie que aparece en todos los transectos de video submarino donde se han observado estos arrecifes. Sus ejemplares, en solitario o formando bancos, se distribuyen generalmente

en el interior de estas oquedades y grietas. En el área de estudio, esta especie es objeto de explotación pesquera por parte de una flota con puerto base en Santa Pola (Alicante), que faena a lo largo de la costa mediterránea de la Península Ibérica y alrededor de las Islas Baleares, principalmente en fondos rocosos de pendiente pronunciada, entre 220 y 380 m de profundidad (García-Rodríguez *et al.*, 2000). Estos fondos podrían coincidir con la franja de arrecifes fósiles de ostréidos del talud superior que rodea los montes submarinos del Canal de Mallorca y las Islas Baleares.

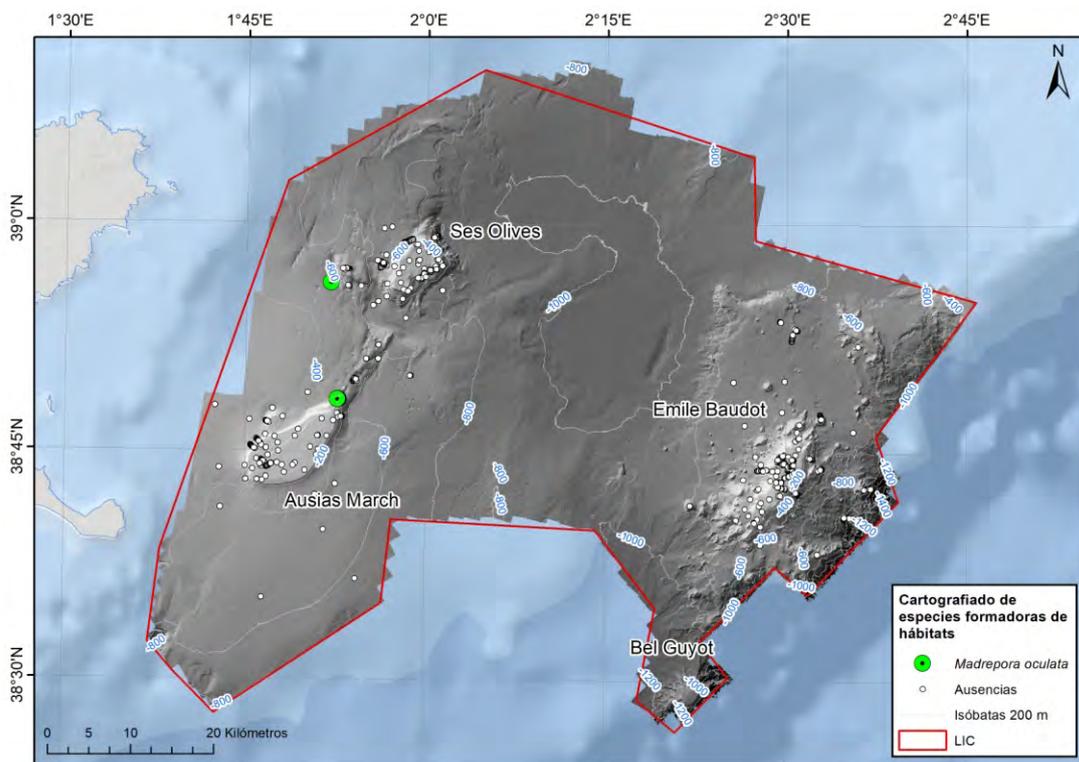
Por todo lo anterior, el principal impacto sobre este hábitat en el área de estudio no provendría de la pesca de arrastre, ya que son fondos no accesibles a este arte de pesca, sino de la pesquería de camarón con nasas de profundidad. A ésta se la podría añadir la pesca con palangre de fondo. Ambas modalidades se realizan en las cimas y margen superior de las laderas de SO, AM y EB (Massutí *et al.*, 2022a). Si bien el esfuerzo pesquero que realizan estas flotas en los montes submarinos del Canal de Mallorca no parece ser elevado, ya que son pocos barcos, que además faenan en un área mucho más extensa, el hecho de que en los transectos realizados con ROV se hayan observado restos de aparejos de palangre y nasas, sugiere un potencial impacto en el hábitat. No obstante, actualmente no se dispone de información científica que permita evaluarlo.

El desconocimiento científico de estos hábitats, dificulta enormemente una valoración de su estado de conservación. Por ello, tampoco se han implementado medidas de gestión dirigidas a proteger este hábitat de sus potenciales amenazas.

El molusco formador de estructuras arrecifales *Dendropoma petraeum*, ha sido incluido en el Anexo II del Convenio de Berna (especies de fauna estrictamente protegidas), relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa, en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies en peligro o amenazadas), sobre la diversidad biológica del Mediterráneo y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. No obstante, se trata de un hábitat muy diferente, ya que esta especie se distribuye en la parte inferior del mediolitoral y el horizonte superior del infralitoral, hasta 3 m de profundidad.

- *Madrepora oculata*

Rango de profundidad	341-561 m
Tipo de sustrato	Parches de coral cubierto de sedimento
Nº de registros	6
Hábitats	
DH	1170: Reefs
EUNIS	ME25: Mediterranean upper bathyal biogenic habitat (level 3) MF25: Mediterranean lower bathyal biogenic habitat (level 3) ME151: Biocenosis of Mediterranean upper bathyal rock (level 4) ME1512: Mediterranean upper bathyal <i>Madrepora oculata</i> reefs (level 5) MF151: Biocenosis of Mediterranean lower bathyal rock (level 3) MF1512: Mediterranean lower bathyal <i>Madrepora oculata</i> reefs (level 5)
LPRE	04010112: Roca limpia batial con corales blancos (<i>Lophelia-Madrepora-Desmophyllum</i>) 04010204: Roca batial colmatada de sedimentos con restos de antiguos arrecifes de corales blancos (<i>Desmophyllum pertusum</i> , <i>Madrepora oculata</i> , <i>Dendrophyllia</i> spp.) 04030301: Arrecifes de corales profundos de <i>Desmophyllum pertusum</i> y/o <i>Madrepora oculata</i>
Catalogación y grado de protección	
IUCN Red List	Endangered
Lista Roja Illes Balears	Data Deficient
Convenio de Barcelona	Anexo II
STECF	Sensitive Habitats



El coral de agua fría *Madrepora oculata* es un coral de color blanco, que forma colonias arbustivas duras, con los pólipos dispuestos de manera característica en zigzag. Se trata de una especie con una distribución geográfica amplia (Orejas *et al.*, 2021), aunque la mayor parte de información científica disponible proviene del Atlántico nororiental (p.ej. Arnaud-Haond *et al.*, 2017) y el Mediterráneo (p.ej. Orejas *et al.*, 2009; Wienberg *et al.*, 2009; Gori *et al.*, 2013; Rueda *et al.*, 2019). Se encuentra a partir de 190 m de profundidad (Otero *et al.*, 2017), sobre sustrato rocoso, que puede estar recubierto de sedimento. Suele encontrarse asociada a otros corales de aguas frías, como *Desmophyllum pertusum* (Firewald *et al.*, 2004), principalmente en cabeceras de cañones submarinos (Orejas *et al.*, 2009), asociados a volcanes de fango (Wienberg *et al.*, 2009) o en áreas donde el talud presenta una pendiente suave (Vertino *et al.*, 2010). La hidrodinámica y el tipo de sustrato son factores que determinan la distribución de corales de aguas frías, como *M. oculata* (Orejas *et al.*, 2009).

En las Islas Baleares se han registrado colonias vivas de *M. oculata* en paredes verticales, grandes bloques y terrazas rocosas del Canal de Menorca, entre 250 y 330 m de profundidad (Requena y Gili, 2014). Sin embargo, evidencias del registro fósil indican que su área de distribución podría haber sido más extensa alrededor de las Islas (Ramos-Guerrero *et al.*, 1990). Los muestreos realizados durante el proyecto INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca, han permitido localizar esta especie en el espolón al norte de AM, en fondos rocosos de pendiente suave cubiertos de sedimento mixto, entre 350 y 384 m de profundidad. Un estudio previo, realizado por OCEANA, había documentado la presencia de restos de esta especie, pero no colonias vivas, en un fondo aplacerado a 577 m de profundidad, dentro de una depresión de tipo erosivo generada por acción de las corrientes de fondo imperantes al oeste de SO (Marín *et al.*, 2011).

M. oculata junto con *Desmophyllum pertusum* y *Dendrophyllia cornigera*, son especies de corales de aguas frías que contribuyen a la formación de arrecifes en las aguas más profundas del Mediterráneo (Otero *et al.*, 2017). Estos arrecifes son esenciales para la fauna bentónica profunda, ya que aumentan la heterogeneidad espacial y su

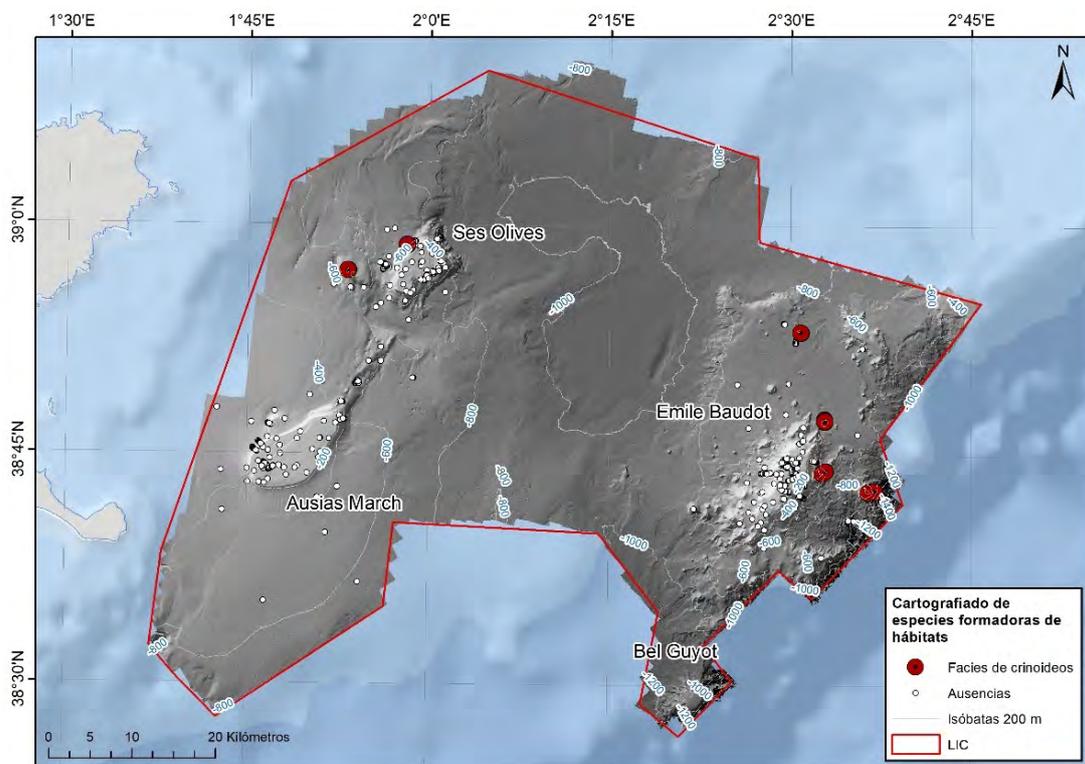
biodiversidad (Corbera *et al.*, 2019). Se trata de organismos muy longevos y de crecimiento lento (Orejas *et al.*, 2008), cuyas colonias vivas se encuentran en la parte más apical de las ramas, mientras que su parte muerta, más basal, suele estar colonizada por gorgonias, esponjas, ofiuras, briozoos, braquiópodos, poliquetos y serpúlidos (Rueda *et al.*, 2019). Gracias a su estructura tridimensional, estos corales, incluso una vez muertos, generan un entorno propicio para la alimentación, reproducción y refugio de una amplia variedad de especies (Orejas y Gili, 2008; Mastrototaro *et al.* 2010; D'Onghia *et al.*, 2012; Corbera *et al.*, 2019).

Los corales de aguas frías son particularmente vulnerables al cambio climático, que implica la acidificación de las aguas y un incremento de su temperatura. Otras de sus amenazas son la pesca de arrastre y el palangre de fondo, que les afectan no solo directa sino indirectamente, por el incremento de la turbidez que puede afectar su capacidad de filtración (Otero *et al.*, 2017). Según estos autores, la pesca de arrastre ha contribuido a un declive del 40-50% de las poblaciones de *M. oculata* y *L. pertusa* durante los últimos 50-60 años, aunque otros aparejos como las redes de enmalle y el palangre de fondo, que se utilizan en fondos rocosos no accesibles al arrastre y que al enredarse en las colonias provocan su rotura, representan también una amenaza para estas especies (Orejas *et al.*, 2009), así como su exposición a los desechos marinos (D'Onghia *et al.*, 2017). Hoy en día, los arrecifes de corales de aguas frías se encuentran en regresión en el Mediterráneo, donde están presentes casi exclusivamente como parches aislados de registro fósil y escombros o restos de coral (Wienberg *et al.*, 2009).

- **Facies de crinoideos**

Rango de profundidad	388-894 m
Tipo de sustrato	Fango, arena detrítica y roca aflorante cubierta de sedimento mixto
Nº de registros	53
Hábitats	
DH	1110
EUNIS	MD4.512: Facies with <i>Leptometra phalangium</i> (level 5)
LPRE	04020403: Campos de <i>Leptometra phalangium</i> en fondos batiales de reborde de plataforma 04020214: Fangos batiales con dominancia de crinoideos 0402031106: Fondos detríticos batiales con campos de <i>Leptometra phalangium</i> 04010122: Roca limpia batial con <i>Leptometra phalangium</i>
Catalogación y grado de protección	
Convenio de Barcelona	*
STECF	Sensitive Habitats and Essential Fish Habitats

(*) La lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona [UNEP(DEPI)/MED IG.23/23; páginas 353-412], incluye los hábitats formados por crinoideos: Fondos detríticos de alta mar en el borde de la plataforma continental (MD4.51) con *Leptometra phalangium* (MD4.512), incluidos en Sedimento circalitoral mediterráneo mixto offshore (MD4.5); Rocas batiales con *Leptometra phalangium* o *Leptometra celtica* y/o *Antedon mediterranea*, incluidas en Roca batial superior mediterránea (ME1.5); y Arenas batiales con *Leptometra phalangium* y/o *Antedon mediterranea*, incluidas en Arena batial superior mediterránea (ME5.5).



Los crinoideos son equinodermos filtradores y suspensívoros, de naturaleza vágil, que pueden emplear sus cirros para fijarse al sustrato mientras extienden sus brazos para capturar partículas alimenticias transportadas por la corriente. Habitualmente se distribuyen en fondos detríticos batiales, aunque también pueden estar asociados a fondos rocosos (Templado *et al.*, 2012). En el Mediterráneo, sus principales especies son *Antedon mediterránea* y *Leptometra phalangium*, siendo esta última más abundante en fondos sedimentarios del margen de la plataforma continental y el talud superior, donde puede formar facies con una elevada abundancia de individuos (p.ej. Pérès y Picard, 1964; Colloca *et al.*, 2004). Esta franja batimétrica es una zona de transición de alta energía más expuesta al hidrodinamismo, con fenómenos de mezcla de agua que resultan en un enriquecimiento de nutrientes y un aumento de la productividad primaria (Vanney y Stanley, 1983; Mann y Lazier, 1996)

En las Islas Baleares, se ha detectado la presencia de facies de *L. phalangium* al sur de Mallorca, alrededor de Cabrera, así como al este y norte del Canal de Menorca (Ordines y Massutí, 2009; Requena y Gili, 2014; Grinyó *et al.*, 2018; Aguilar *et al.*, 2020). En esta última área, uno de los hábitats más extendidos lo forma la comunidad de fondos batiales sedimentarios de reborde de plataforma con *L. phalangium*, que se distribuye en fondos arenosos de pendiente suave entre 115 y 270 m de profundidad (Requena y Gili, 2014).

En los muestreos del proyecto INTEMARES realizados en los montes submarinos del Canal de Mallorca se han identificado facies de crinoideos en SO y EB, entre 388 y 894 m de profundidad. Éstas se distribuyen tanto en fondos blandos detríticos, como en terrazas de roca aflorante de pendiente suave, cubierta por sedimentos mixtos y restos de corales muertos y, en algunos casos, cercanas a formaciones rocosas abruptas con arrecifes fósiles de ostréidos. También se han encontrado en montículos de origen volcánico mayormente rocosos. En los fondos detríticos las facies de crinoideos comparten hábitat con el braquiópodo *Gryphus vitreus*, la esponja *Thenea muricata* y peces como *Helicolenus dactylopterus* y *Conger conger*, mientras que en fondos rocosos lo hacen con esponjas y crustáceos decápodos como *Plesionika edwardsii*. En muestreos previos realizados en esta misma área por OCEANA, se localizaron facies de *L.*

phalangium en SO y EB, entre 236 y 565 m de profundidad, principalmente en fondo arenoso-detrítico batial (Marín *et al.*, 2011). Las densidades estimadas en esta área (3-5 individuos/m²) no son muy elevadas, si se comparan con las de Cabrera (hasta 10-12 individuos/m²; Aguilar *et al.*, 2020) y las del Canal de Menorca (entre 1 y 14 individuos/m², con máximos de 31 individuos/m²; Requena y Gili, 2014). Las facies de crinoideos de los montes submarinos del Canal de Mallorca presentan algunas particularidades respecto a las de otras áreas del Archipiélago Balear. De una parte, el hecho de que aunque se distribuyen principalmente en fondos blandos, se han localizado algunas en fondos rocosos y, de otra, su mayor profundidad. Estas diferencias podrían ser debidas a la hidrodinámica particular alrededor de los montes submarinos, que puede determinar la composición de las comunidades bentónicas, al influir en las tasas de asentamiento de especies y la disponibilidad de alimento (Würtz *et al.*, 2015).

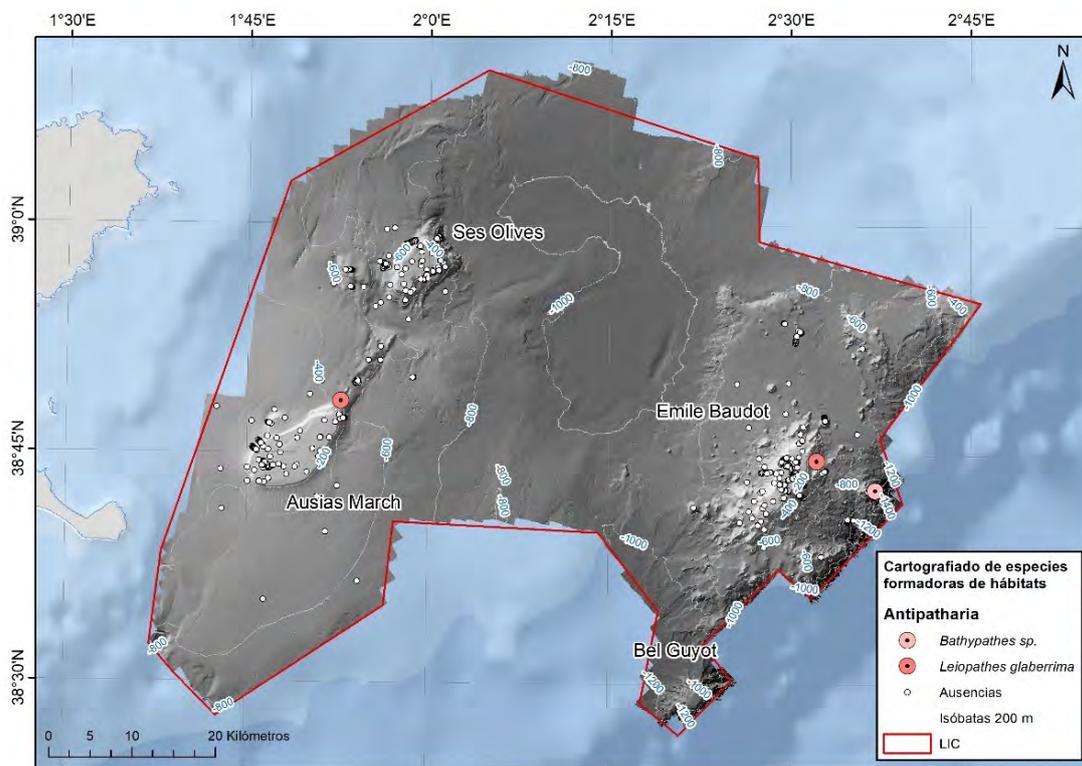
Los fondos colonizados por crinoideos aportan tridimensionalidad al medio y proporcionan refugio y alimento a muchas especies bentónicas y necto-bentónicas, especialmente larvas y juveniles (Colloca *et al.*, 2004). Estos autores, en facies del Mediterráneo central con densidades de 12 a 15 individuos/m², identificaron hasta 121 especies de peces y crustáceos demersales, muchos de los cuales de interés para la pesca: p.ej. gallos (*Lepidorhombus boscii* y *L. whiffiagonis*), rapas (*Lophius piscatorius* y *L. budegassa*), merluza (*Merluccius merluccius*) y gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*). Por ello, los fondos de crinoideos son considerados EFH (STECF, 2006) y su protección es necesaria no solo para la conservación del medio marino sino también la sostenibilidad de las pesquerías.

• **Antipatharia: *Leiopathes glaberrima* y *Bathypathes* sp.**

Rango de profundidad	505-888 m
Tipo de sustrato	Roca aflorante y parches de coral cubierto de sedimento
Nº de registros	5
Hábitats	
DH	1170: Reefs
EUNIS	MF15: Mediterranean lower bathyal rock (level 3)
LPRE	04010102: Fondos rocosos profundos con antipatarios 04010404: Escarpes, paredes y laderas rocosas del mar profundo con antozoos (escleractinarios, gorgonias, antipatarios) 04010115: Roca limpia batial con corales negros (<i>Leiopathes glaberrima</i> y <i>Antipathes dichotoma</i>)
Catalogación y grado de protección*	
IUCN Red List	Endangered*
Lista Roja Illes Balears	Endangered*
Convenio de Barcelona	Anexo II**
STECF	Sensitive Habitats

(*) *Leiopathes glaberrima*.

(**) La lista de referencia de tipos de hábitats marinos actualizada para seleccionar los lugares que se incluirán en los inventarios nacionales de lugares naturales de interés para la conservación en el Mediterráneo, elaborada en 2017 en el contexto del SPA/RAC del Convenio de Barcelona [UNEP(DEPI)/MED IG.23/23; páginas 353-412], incluye los hábitats formados por antipatarios: Rocas batiales con *Leiopathes glaberrima* y/o *Antipathes dichotoma* y/o *Parantipathes larix*, dentro de ME1.51 (Roca batial superior).



Los antipatarios, o corales negros, se caracterizan por tener un esqueleto de coloración muy oscura, textura leñosa y flexible. Se distribuyen en fondos rocosos profundos, generalmente entre 200 y 600 m (Bo *et al.*, 2009). La información sobre estas especies en el Mediterráneo es bastante reciente y se basa, sobretudo, en la presencia de bosques de *Leiopathes glaberrima*, tanto en fondos del borde de la plataforma continental, entre 100 y 290 m de profundidad, como en montes submarinos más profundos, hasta 400 m (Gori *et al.*, 2017; de la Torriente *et al.*, 2018; IUCN, 2019). Una cota batimétrica que en la cuenca oriental se ha situado en 634 m (Salomidi *et al.*, 2022). El género *Bathypathes* es mucho menos conocido y aunque se ha señalado la presencia de la especie *Bathypathes patula* en el Mediterráneo, se trata de un registro que no se ha podido confirmar (Otero *et al.*, 2017).

En las Islas Baleares, se ha señalado la presencia de corales negros en el margen de la plataforma continental y el talud superior del Canal de Menorca (Requena y Gili, 2014). Estos autores señalan que *L. glaberrima*, junto con las gorgonias *Callogorgia verticillata* y *Bebryce mollis* y la esponja *Phakellia robusta* forman una comunidad característica de los fondos rocosos profundos o batiales, que se ha observado en extensiones rocosas sub-horizontales hasta 300 m de profundidad, si bien *L. glaberrima* también se encuentra en cornisas y, ocasionalmente, se han visto colonias de pequeño tamaño en paredes verticales.

En los muestreos del proyecto INTEMARES realizados en los montes submarinos del Canal de Mallorca, se ha detectado la presencia de *L. glaberrima* en la ladera este de EB, a 505 m de profundidad y un ejemplar vivo muy epifitado en el espolón del AM, a 370 m de profundidad sobre parches de coral cubierto de sedimento. Con ello se amplía el área de distribución y el rango batimétrico de esta especie en las Islas Baleares. En la ladera de un montículo más al este, entre 867 y 888 m de profundidad, se registró la presencia de una posible especie del género *Bathypathes*, cuya identificación está pendiente de confirmar. En muestres previos realizados por OCEANA, se registró la presencia de *L. glaberrima* en los fondos rocosos de las laderas de SO y de *Antipathes dichotoma* en EB (Marín *et al.*, 2011).

Los antipatarios, que generalmente se encuentran junto con gorgonias, pueden formar comunidades que determinan el aspecto fisionómico de los hábitats bentónicos, dotándoles de una estructura tridimensional compleja (Gori *et al.*, 2017). Es el caso de especies arborescentes, como *L. glaberrima*, que junto con otras especies estructurantes pueden conformar auténticos bosques submarinos. En el área de estudio, este coral negro se ha encontrado asociado a otras especies formadoras de hábitats, como crinoideos o la gorgonia *C. verticillata*. En el Mar de Alborán, *L. glaberrima* se encuentra en asociación con *Savalia savaglia*, *Antipathes dichotoma*, *Madrepora oculata* y *Dendrophyllia cornigera*, lo que pone en evidencia la diversidad de su entorno (Pardo *et al.*, 2011; de la Torriente *et al.*, 2014). Al igual que ocurre en el Canal de Menorca y en los volcanes de fango del Golfo de Cádiz *L. glaberrima* coexiste con *C. verticillata* (Requena y Gili, 2014; Díaz del Río *et al.*, 2014).

Los antipatarios se caracterizan por un crecimiento muy lento y su extraordinaria longevidad. En el caso de *L. glaberrima*, que puede alcanzar más de un metro de altura, se ha estimado un crecimiento de 0.005 mm/año y hasta 4000 años de edad, lo que la convierte en la especie marina más longeva conocida (Roark *et al.*, 2006; Deidun *et al.*, 2014; Bo *et al.*, 2015). *Bathypathes patula* también presenta una notable longevidad, con edades superiores a los 385 años (Marriott *et al.*, 2020). Por ello, estas especies son muy vulnerables a perturbaciones ambientales y al impacto antrópico, y son buenos indicadores del estado de conservación de los ecosistemas profundos (Deidun *et al.*, 2014; Bo *et al.*, 2015; Cau *et al.*, 2017).

4.4.4. Hábitats y variables ambientales y pesqueras

El Análisis de Redundancia (RDA) entre las variables explicativas y los hábitats bentónicos biogénicos explica el 42.76% de varianza acumulada. Las variables ambientales y pesqueras que más influyen en la distribución de estos hábitats son profundidad, pendiente, reflectividad, materia orgánica del sedimento, velocidad máxima de la corriente sobre el fondo, huella pesquera de las flotas de nasas y palangre de fondo, además del tipo de sedimento (arena o fango) y monte submarino. En el gráfico de ordenación de variables y especies se pueden identificar tres grupos claramente diferenciados (Fig. 4.38):

- Hábitats asociados a las cimas de AM y EB, en las áreas menos profundas, con una elevada reflectividad y un mayor porcentaje de arena en el sedimento, caracterizados principalmente por los fondos de Maërl/rodolitos, con comunidades de esponjas y cnidarios. Los rodolitos vivos pueden desarrollarse sobre acumulaciones de rodolitos muertos, formando un sustrato duro que, junto con los afloramientos de coralígeno, incrementan la reflectividad del fondo. Estos hábitats se caracterizan por albergar una biomasa y biodiversidad bentónica muy elevadas. Los fondos de coralígeno dominados por alcionáceos y gorgonias también contribuyen a ello.
- Hábitats más profundos, asociados a las zonas adyacentes a SO, en sedimentos con un mayor porcentaje de fango y contenido en materia orgánica, entre los que destacan los fondos de *Isidella elongata* y *Thenea muricata*. Algunas de las especies de estos fondos son invertebrados depositívoros, que se alimentan de materia orgánica de pequeño tamaño depositada en el sustrato, mientras que otros, como las colonias de *I. elongata*, tienen el potencial de incrementar las acumulaciones de detritos en su entorno.
- Hábitats distribuidos en las laderas de los montes, con pendientes muy acusadas y más expuestas a las corrientes de fondo, entre los que destacan los fondos de grandes braquiópodos (*Gryphus vitreus*) y esponjas. Este braquiópodo está asociado a las corrientes del borde de la plataforma y en la zona de estudio se encuentra en pendientes sedimentarias, con fondos mixtos de arenas detríticas

que se alternan con afloramientos rocosos. Este hábitat se solapa con comunidades de esponjas, asociadas también a escarpes y afloramientos rocosos, más expuestos a las corrientes marinas que les proveen de alimento.

Por lo que respecta a las actividades pesqueras, se observa que la pesca de camarón de profundidad (*Plesionika edwardsii*) con nasas está ligada a estos últimos hábitats, cuya complejidad estructural favorece la existencia de nichos aptos para este tipo de especies. Por el contrario, el palangre de fondo no solo está relacionado con este grupo de hábitats, sino también con los hábitats asociados a las cimas de los montes submarinos. Con este arte de pesca se capturan grandes espáridos y serránidos, algunos muy móviles y que distribuyen indistintamente en fondos sedimentarios, como los mantos de rodolitos, afloramientos rocosos y fondos de coralígeno.

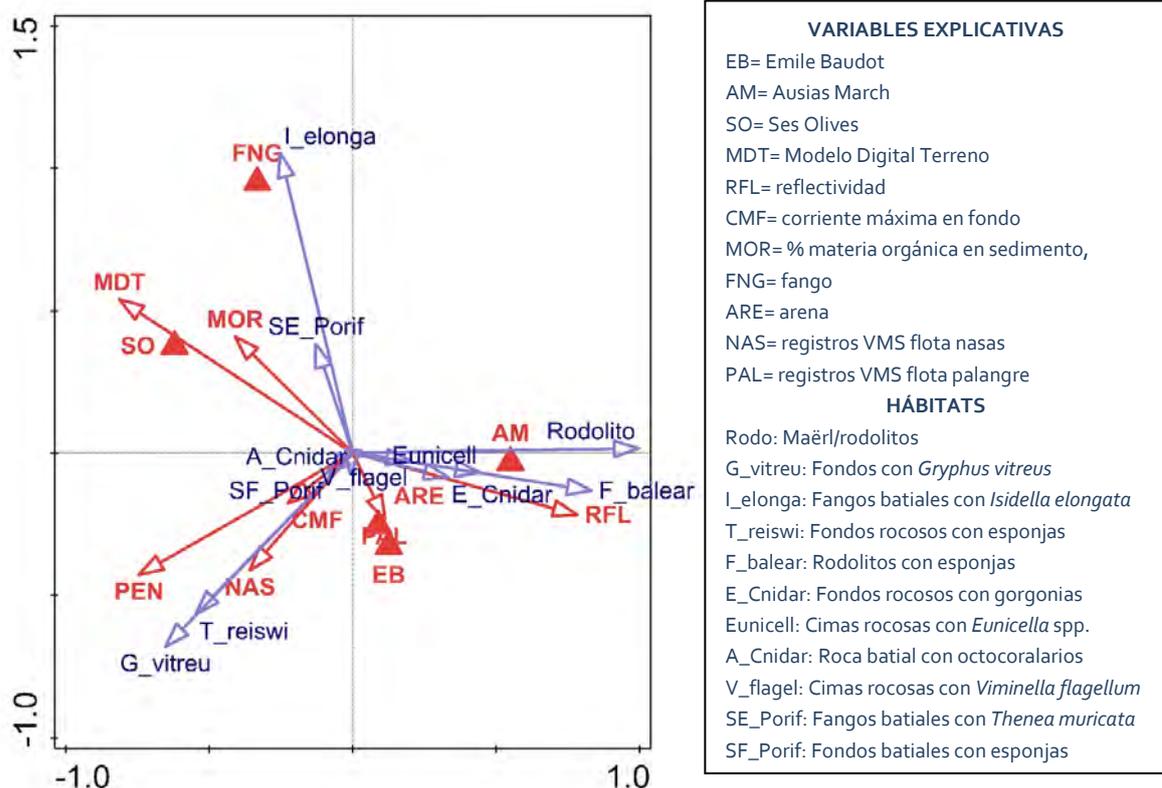


Figura 4.36. Biplot del análisis de redundancia (RDA) con la relación entre las variables explicativas (ambientales y pesqueras) y los hábitats biogénicos identificados y cartografiados en los montes submarinos del Canal de Mallorca. Para más información sobre variables y hábitats, ver Apartados 3.3.2 y 4.4.2. Porcentaje de varianza acumulada = 42.76%.

5. Discusión y conclusiones

5.1. Criterios para la designación del LIC

Los resultados del proyecto INTEMARES en los montes submarinos SO, AM y EB y fondos adyacentes del Canal de Mallorca suponen una mejora del conocimiento científico sobre su diversidad geológica, biológica y de hábitats. Estas mejoras se centran en el cartografiado y la caracterización geomorfológica y de tipo de sustratos marinos, el inventariado de su flora y fauna, la distribución de hábitats bentónicos y la evaluación de la actividad pesquera demersal. El estudio interdisciplinar llevado a cabo, justifica la inclusión del área en la Red Natura 2000 marina y proporciona información básica sobre biodiversidad y la distribución de su paisaje marino, que serán de gran utilidad en futuras evaluaciones del estado de conservación.

La propuesta de que una parte del Canal de Mallorca sea declarado Lugar de Interés Comunitario (LIC), y con ello se incorpore a la Red Natura 2000, se basa en criterios distintos y diversos. De una parte, la existencia de hábitats de interés comunitario, de acuerdo a la Directiva Hábitats y el Convenio de Barcelona, así como hábitats sensibles y hábitats esenciales para la sostenibilidad de las pesquerías (*Essential Fish Habitats*). También la presencia de especies de interés comunitario, protegidas y/o vulnerables. De otra parte, se han considerado criterios ecológicos que incluyen biodiversidad, singularidad y diversidad de comunidades y/o hábitats y de estructuras geomorfológicas, conectividad, representatividad y sensibilidad.

a) Diversidad: Geodiversidad y biodiversidad

Con la nueva cartografía se ha mejorado entre 6 y 20 veces el detalle batimétrico del fondo marino del área de estudio. Una mejora que ha permitido identificar hasta 24 tipos morfológicos diferentes: eje de depresión, eje de canal, eje de barranco, eje de cañón principal, cabecera de barranco, cabecera de cañón, escarpe, cresta de onda, cicatriz de deslizamiento, cuerpo de deslizamiento, bloque deslizado y frente de deslizamiento, monte submarino, colina submarina, cono volcánico, cráter, depósito turbidítico, depósito contornítico, depresión pockmark, campo de montículos, campo de ondas, cañón, surco y otras depresiones. Esta gran geodiversidad muestra la

importancia que ha tenido la interacción entre los diferentes procesos geológicos (tanto estructurales como de escape de fluidos), oceanográficos (relacionados con las corrientes del fondo) y biogénicos (acumulación de organismos formadores de arrecifes) en la génesis de la morfología del fondo marino del Canal de Mallorca, sus tipos de sustrato y hábitats bentónicos.

Dentro de esta variedad de tipos geomorfológicos, cabe destacar que la superficie del fondo marino afectada por inestabilidades sedimentarias es superior al 10% del área de estudio (~500 km²), un valor que duplica el estimado previamente para el Promontorio Balear por Acosta (2005). Destacan también las depresiones de pockmarks, que aunque ya habían sido identificados en estudios previos tanto en el Canal de Mallorca, como en el Canal de Ibiza y su área adyacente de la Península Ibérica (Acosta *et al.*, 2001), gracias al aumento de resolución conseguido en los nuevos datos batimétricos adquiridos y a la aplicación de un cartografiado realizado en el proyecto INTEMARES mediante herramientas semiautomáticas, ha permitido contabilizar más de 4000 de estas estructuras individuales (abarcando un total de 15 km², 0,3% del área total). Estos rasgos geomorfológicos forman extensos campos de pockmarks alrededor de los montes submarinos, principalmente en zonas con gran espesor sedimentario. Estas estructuras submarinas, producidas por escapes de fluidos desde el subsuelo cuya expulsión favorecería la erosión de los sedimentos (Hovland *et al.*, 2010), configuran uno de los hábitats de interés comunitario (HIC 1180: Estructuras submarinas originadas por emisiones de gases), que en áreas como el Golfo de Cádiz albergan especies bentónicas características de estos ambientes, por ejemplo de moluscos y poliquetos, que forman comunidades singulares quimiosimbióticas ligadas a las emisiones de fluidos cargados en gas (Rueda *et al.*, 2012). Aunque con los perfiles paramétricos de alta resolución, en algunos casos se han observado chimeneas acústicas en el subsuelo bajo los pockmarks, en estas estructuras no se ha detectado hasta el momento actividad actual de expulsión de fluidos, ya sea de hidrocarburos como de naturaleza hipersalina y/o hidrotermal. De hecho, las comunidades epi- y necto-bentónicas asociadas a los pockmarks del Canal de Mallorca son muy similares a las observadas en otros fondos del área no asociados a estas estructuras. Su peculiaridad radica en el gran

número de pockmarks existentes y su gran diversidad de tamaños y formas, lo que sugiere que puedan encontrarse en diferentes fases evolutivas.

Este tipo morfológico, de gran extensión y peculiaridad en los fondos del Canal de Mallorca, presenta un conjunto de elementos sedimentológicos (alta continuidad de los registros paleoclimáticos) y geomorfológicos (indicadores de riesgo geológico) que tienen un alto valor científico, cultural y educativo. Permite conocer, estudiar e interpretar el origen y evolución de los procesos geológicos que han modelado el fondo marino adyacente a los montes submarinos, lo que le confiere un valor geológico patrimonial. Por ello, el área se podría proponer como un Lugar de Interés Geológico (LIG) submarino (Fig. 5.1). La propuesta de LIG pondría en valor la representatividad de estas estructuras geológicas, en función de parámetros cuantificables, como por ejemplo, su estado de conservación (p.ej. pockmarks muy erosionados, pockmarks colmatados y pockmarks de reciente generación), tal y como indica el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), de acuerdo con la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE nº 299 de 14 de diciembre de 2007). Actualmente en España, los LIG submarinos solo están representados por algunos elementos geomorfológicos de las Islas Canarias, por lo que esto supondría una acción pionera en el Mediterráneo español.

Otro tipo geomorfológico a destacar entre la diversidad geológica del área de estudio es la existencia de un campo de conos volcánicos conocido como "Campo volcánico del suroeste de Mallorca" (Acosta, 2005). En él se han identificado hasta 242 edificios en las laderas y fondos adyacentes de EB, un monte submarino que, a diferencia de SO y AM, es de origen volcánico. Los perfiles de alta resolución del subsuelo que se han podido realizar en algunas de estas estructuras, muestran una baja penetración, lo que indica la ausencia de una cubierta sedimentaria no consolidada reciente y sugiere la disponibilidad de sustratos duros, aptos para organismos formadores de arrecifes. Este campo podría ser otra propuesta de LIG a considerar. Está caracterizado por un edificio volcánico principal, el monte submarino EB, probablemente construido a lo largo de millones de años de evolución, pero con actividad en el Cuaternario, que se encuentra rodeado por un extenso campo de conos volcánicos, evidencias de una reactivación

generalizada de la zona, bastante reciente dado el buen estado de conservación de estos edificios volcánicos, hecho que también le confiere una notable singularidad en el Mediterráneo español.

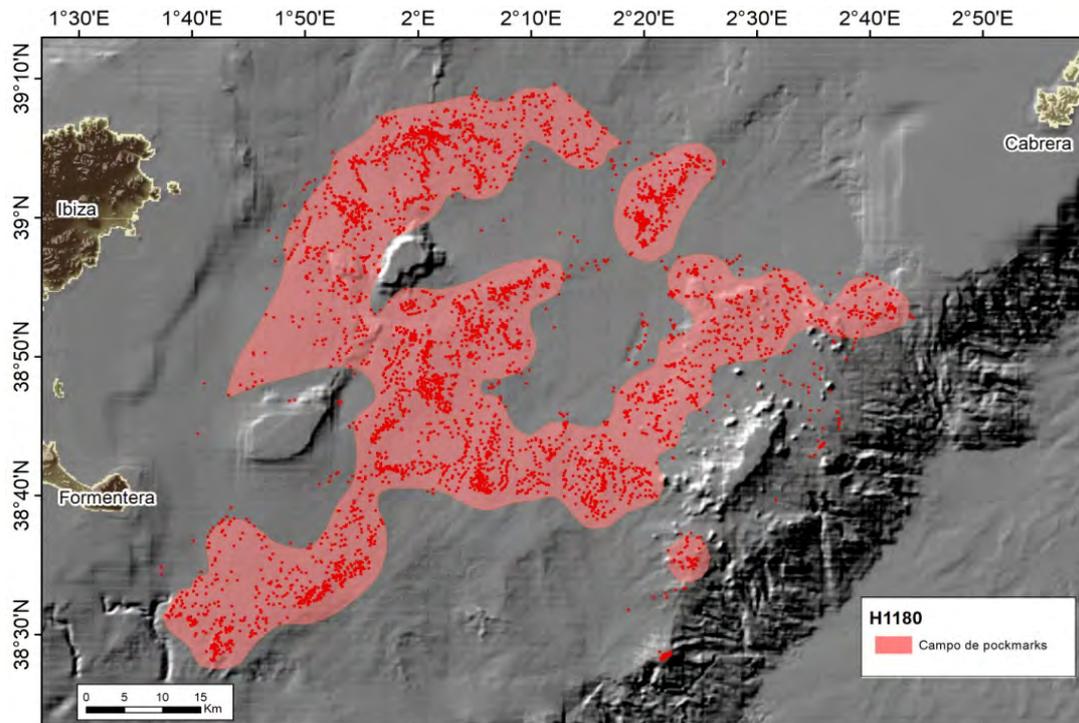


Figura 5.1. Mapa que muestra la propuesta, actualmente en trámite, del Lugar de Interés Geológico (LIG) “Campos de pockmarks del Canal de Mallorca”, para ser incluida en el Inventario de LIGs de España. En la cartografía se proponen los polígonos existentes del hábitat de interés comunitario 1180 (H1180) por su valor primario como tipo geomorfológico singular.

En cuanto a la geomorfología de los montes submarinos, cabe señalar que SO, AM y EB tienen cimas planas y han desarrollado diferentes niveles de terrazas, lo que sugiere que alguna vez estuvieron emergidos y fueron islas, estando expuestos a procesos erosivos tanto subáereos como costeros. Posteriormente, se convirtieron en edificios sumergidos, como consecuencia de los cambios del nivel del mar en el Cuaternario. La erosión de las olas en la superficie del mar, la interacción con las masas de agua, los cambios de nivel del mar y otras condiciones ambientales, como el régimen hidrodinámico y la productividad marina, han modulado la morfología de estas estructuras (Turner *et al.*, 1980; Just *et al.*, 2010). En el momento actual, que podemos calificar de nivel del mar alto, los tres montes submarinos del Canal de Mallorca forman plataformas aisladas del resto de las Islas Baleares. No obstante, en el caso de AM y EB,

cuyas cimas se sitúa en torno a 90-100 m de profundidad, podrían haber quedado parcialmente emergidas durante la última era glacial, hace 18000 años, cuando el nivel del mar bajó aproximadamente unos 120 m, constituyéndose en las épocas glaciales del Cuaternario como otras islas del Archipiélago Balear. Por el contrario en el caso de SO, la presencia de una orla de montículos en su borde sugiere una forma del tipo atolón.

Por último, desde el punto de vista geológico, cabe señalar que durante el proyecto INTEMARES se ha localizado la presencia de una falla activa durante el Cuaternario (Vázquez *et al.*, 2022). Se trata de la primera falla de estas características documentada en el Canal de Mallorca, que se prevé incluir en la próxima revisión del catálogo de fallas activas durante el Cuaternario (QAFI) del Instituto Geológico y Minero de España. Esta no es la única falla presente en la morfología, donde destaca la falla que atraviesa el monte AM (Acosta, 2005).

Según Pitcher *et al.* (2007), la estimación de la riqueza de especies bentónicas en los montes submarinos, puede verse muy influenciada por la metodología de muestreo aplicado, siendo el muestreo extractivo el que produce una estimación más amplia de la biodiversidad. A diferencia de estudios anteriores, desarrollados a partir de censos visuales con ROV y muestras de sedimentos recogidas con draga (Marín *et al.*, 2011; OCEANA, 2015), la combinación de métodos de muestreo utilizados en el presente estudio (patín epi-bentónico, red de arrastre de fondo experimental, draga de arrastre, así como trineo fotogramétrico y ROV), ha permitido detectar una gran diversidad de especies, incluyendo organismos bentónicos de pequeño tamaño, difíciles de identificar sólo a partir de imágenes y peces nectobentónicos de gran movilidad. Además, con esta estrategia de muestreo se ha logrado también una identificación más precisa de los mismos, gracias al análisis posterior de muestras en laboratorio. Por ello, durante el proyecto INTEMARES se han podido inventariar hasta 740 especies o taxones de flora y fauna bentónica y necto-bentónica, la mayoría recolectadas con métodos de muestreo intrusivos (patín epi-bentónico, draga de roca y arte de arrastre), mientras que solo un 10% se identificaron de imágenes submarinas obtenidas con trineo fotogramétrico y ROV. A estas especies, hay que añadir 6 peces, cuya presencia ha sido detectada

mediante análisis de ADN ambiental. Estudios anteriores realizados en el área, habían inventariado 454 especies o taxones (Marín *et al.*, 2011; OCEANA, 2015).

Algunas de las especies recolectadas en los montes submarinos del Canal de Mallorca durante el proyecto INTEMARES, han sido nuevas para la ciencia o se trata de registros nuevos en el área de estudio e, incluso, en el Mediterráneo. Las muestras obtenidas han permitido ampliar no solo el conocimiento científico sobre el área de distribución de algunas especies, sino también su rango batimétrico y, además, se ha mejorado la descripción de otras especies hasta la fecha muy poco conocidas.

Por lo que se refiere a especies nuevas para la ciencia, señalar el descubrimiento del nuevo género de esponja *Foraminospongia*, cuya especie tipo *Foraminospongia balearica* es una de las esponjas más abundantes en las cimas de AM y EB (Díaz *et al.*, 2021, 2024a). Estos autores hallaron otras dos nuevas especies de esponjas, *Foraminospongia minuta* y *Paratimea masuttii*, a las que hay que añadir 4 esponjas tetractinélidas (*Stelletta mortarium*, *Geodia bibilonae*, *Geodia microsphaera* y *Geodia matrix*), descritas más recientemente por Díaz *et al.* (2024b). Hasta ahora, en los montes submarinos del Canal de Mallorca se han descrito 7 nuevas especies de esponjas. También se acaba de describir una especie nueva de ofiura, *Ophiomyxa xispa*, cuyo único ejemplar conocido procede de una muestra recolectada con draga de roca en SO a 235-263 m de profundidad (Ordines *et al.*, 2024).

Se ha documentado, por primera vez en el Mediterráneo, la presencia de las esponjas *Pachastrella cf. ovisternata*, *Petrosia (Petrosia) raphida*, *Calyx cf. tufa*, *Lanuginella pupa* y *Heteroxya cf. beauforti* (Díaz *et al.*, 2021, 2024a, 2024b), esta última representa además la primera cita del género *Heteroxya* en el Mediterráneo, así como de la ofiura *Ophiomyces grandis* (Ordines *et al.*, 2019), una especie muy abundante en los montes submarinos del Canal de Mallorca. Otros casos como las esponjas *Axinella venusta*, *Axinella spatula*, *Haliclona (Soestella) fimbriata*, *Stelletta dichoclada* y *Erylus corsicus*, han sido segundas citas de estas especies desde que fueron descritas por primera vez para la ciencia, hace ya 40 años en las dos últimas (Díaz *et al.*, 2021, 2024a, 2024b, 2024c). Los hallazgos de esponjas realizados, también han representado segundas citas

de 4 especies para el Mediterráneo, primeras citas de 3 especies para la cuenca occidental y una para la sub-cuenca noroccidental de este mar, además de 22 nuevas citas para las Islas Baleares (Tabla 5.1).

Algunas especies se han encontrado a profundidades donde no habían sido registradas anteriormente. El góbido *Gymnesigobius medits* se halló en fondos fangosos de la ladera de EB, a 501-520 m de profundidad, lo que hasta la fecha representa la observación más profunda de un góbido a nivel mundial (Kovačić *et al.*, 2023). En el caso de los alféidos *Alpheus platydactylus* y *Alpheus cf. dentipes*, dos crustáceos decápodos poco conocidos, el rango batimétrico conocido hasta ahora para la primera especie, 120-791 m (Forest, 1965; Duris, 1996; Abelló *et al.*, 2002), se ha ampliado con la recolección de un macho y una hembra ovígera a 88 m de profundidad, en los fondos coralígenos de la cima de EB. Por el contrario, la segunda especie fue recolectado a 305 m de profundidad en SO, cuando hasta ahora había sido señalada en fondos infralitorales poco profundos en el interior de esponjas o cavidades de rocas y entre algas calcáreas (Forest, 1965; Zariquiey, 1968; Garcia-Raso *et al.*, 1996; Box, 2008; Mateo-Ramírez *et al.*, 2018). Aunque esta especie fue identificada como *A. cf. dentipes* de acuerdo con Noël (1992), estas diferencias batimétricas generan dudas sobre su asignación específica, a la espera de futuros análisis moleculares que confirmen esta identificación.

Destacar también la mejora del conocimiento biogeográfico de 11 especies de moluscos (4 gasterópodos y 7 bivalvos), cuya distribución en el Mediterráneo era poco conocida (Marco-Herrero *et al.*, 2022). En este grupo taxonómico se ha documentado una nueva cita para el Mediterráneo occidental (*Haliris granulata*), 6 nuevas citas para el Mediterráneo noroccidental (*Cantrainea peloritana*, *Fusiturris similis*, *Gymnobela abyssorum*, *Pododesmus squama*, *Allogramma formosa* y *Policordia gemma*) y dos nuevas citas para las Islas Baleares (*Colus jeffreysianus* y *Cetomya neaeroides*), mientras que en otras dos especies, *Asperarca nodulosa* y *Spondylus gussonii*, se ha mejorado el conocimiento sobre su presencia en las Islas Baleares, hasta ahora muy escaso o registrado a partir de material fósil, respectivamente (Marco-Herrero *et al.*, 2022).

Tabla 5.1. Hallazgos de esponjas, realizados a partir de muestras recolectadas en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante las campañas de investigación oceanográfica del proyecto INTEMARES, que han representado especies nuevas para la ciencia, primeras citas para el Mediterráneo (MED), su cuenca occidental (W-MED) y sub-cuenca noroccidental (NW-MED) y las Islas Baleares. Se muestran también las referencias bibliográficas que las incluyen.

Especie	Cita	Otros	Referencias
<i>Axinella spatula</i>	Islas Baleares	2ª cita	Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Axinella venusta</i>	1ª W-MED	2ª cita	Díaz <i>et al.</i> (2024c)
<i>Calyx cf. tufa</i>	1ª MED		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Caminus vulcanii</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Characella pachastrelloides</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Characella tripodaria</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Discodermia polymorpha</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Dragmatella aberrans</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Erylus corsicus</i>	Islas Baleares	2ª cita	Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Erylus mamillaris</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Foraminospongia balearica</i>	Especie nueva		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Foraminospongia minuta</i>	Especie nueva		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Geodia bibilonae</i>	Especie nueva		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Geodia geodina</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Geodia matrix</i>	Especie nueva		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Geodia microsphaera</i>	Especie nueva		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Haliclona fimbriata</i>	1ª NW-MED	2ª cita	Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Hemiaspella elongata</i>	Islas Baleares	2ª cita MED	Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Heteroxya cf. beauforti</i>	1ª MED		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Lanuginella cf. pupa</i>	1ª MED		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Melonanchora emphysema</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Pachastrella cf. ovisternata</i>	1ª W-MED	1ª documentación MED	Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Paratimea massutii</i>	Especie nueva		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Penares candidatus</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Petrosia raphida</i>	1ª MED		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Petrosia vansoesti</i>	1ª W-MED		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Phakellia ventilabrum</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Polymastia tissieri</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024a)
<i>Pseudotrachya hystrix</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Rhabdobaris implicata</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2021)
<i>Stelletta dichoclada</i>	Islas Baleares	2ª cita	Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Stelletta mediterranea</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Stelletta mortarium</i>	Especie nueva		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Thrombus abyssi</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Timea chondrilloides</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024a)
<i>Vulcanella aberrans</i>	Islas Baleares	2ª cita	Díaz <i>et al.</i> (2024b)
<i>Vulcanella gracilis</i>	Islas Baleares		Díaz <i>et al.</i> (2024b)

Por último, señalar la recolección de un ejemplar del sepiólido *Stoloteuthis leucoptera* en los fondos adyacentes a AM, un cefalópodo de aguas profundas, cuya presencia en el Mediterráneo es muy poco conocida (Quetglas *et al.*, 2013). También las imágenes submarinas han permitido realizar el inventariado de peces necto-bentónicos de interés. Es el caso de *Trachyscorpia cristulata echinata*, observado en EB durante un transecto de ROV. Asimismo, en el estudio previo realizado por OCEANA con ROV, se registró la presencia de *Pontinus kuhlii* en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Marín *et al.*, 2011). Ambos escorpénidos son poco conocidos en el Mediterráneo, probablemente porque su hábitat preferencial no es accesible a las redes de arrastre de fondo, el método de muestreo más convencional y generalizado que se utiliza en el área para el estudio de especies nectobentónicas. De hecho, estas observaciones representan segundas citas de ambas especies en las Islas Baleares (Massutí *et al.*, 1993; Merella *et al.*, 1998).

b) Especies protegidas y vulnerables

Hasta 14 de las especies inventariadas en los montes submarinos del Canal de Mallorca durante los muestreos del proyecto INTEMARES, están protegidas por diversas normativas internacionales, europeas y españolas (Tabla 5.2). Destacar las esponjas *Axinella polypoides* y *Tethya aurantium*, la gorgonia *Callogorgia verticillata*, el coral bambú *Isidella elongata*, los corales de aguas frías *Dendrophyllia cornigera* y *Madrepora oculata*, el coral negro *Leiopathes glaberrima* y el falso coral negro *Savaglia savaglia*, así como el molusco gasterópodo *Ranella olearium*. Estas especies están incluidas en el Anexo II (especies en peligro o amenazadas) del Convenio de Barcelona para la protección del Mar Mediterráneo y en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y/o el Catálogo Español de Especies Amenazadas. En un nivel de protección más bajo, están las algas coralináceas *Lithothamnion coralloides* y *Phymatholithon calcareum*, formadoras de fondos de maërl, que se incluyen en el Anexo II de la Directiva Hábitats, de especies de interés comunitario cuya recogida y explotación pueden ser objeto de medidas de gestión y dos crustáceos decápodos, *Scyllarus pigmaeus* y la langosta roja (*Palinurus elephas*), incluidas en el Anexo III (especies cuya explotación está regulada) del Convenio de Barcelona.

Tabla 5.2. Especies inventariadas en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante las campañas de investigación oceanográfica del proyecto INTEMARES, de interés para la protección por estar incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), la Directiva Hábitat (DH; Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre), el Convenio de Berna relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa (CBE), el Convenio de Barcelona para la Protección del Mar Mediterráneo (CBA), el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA) en el Mediterráneo, ambos desarrollados por el Real Decreto 139/2011 (BOE nº 46 de 23 de febrero de 2011) o el Catálogo Balear de Especies amenazadas y de Especial Protección (CB), desarrollado por el Decreto 75/2005 (BOIB nº 106 de 16 de julio de 2005).

Especies	CITES	DH	CBE	CBA	LESRPE	CEEAA	CB
<i>Lithothamnion coralloides</i>		Anexo V					
<i>Phymatholithon calcareum</i>		Anexo V					
<i>Axinella polypoides</i>			Anexo II	Anexo II	X	X	
<i>Tethya aurantium</i>				Anexo II	X	X	RPE
<i>Callogorgia verticillata</i>				Anexo II	X	X	RPE
<i>Dendrophyllia cornigera</i>	Apéndice II			Anexo II			
<i>Isidella elongata</i>				Anexo II			
<i>Leiopathes glaberrima</i>	Apéndice II			Anexo II	X	X	RPE
<i>Bathypathes</i> sp.	Apéndice II						
<i>Madrepora oculata</i>				Anexo II	X	X	RPE
<i>Savaglia savaglia</i>				Anexo II		X	
<i>Ranella olearium</i>			Anexo II	Anexo II	X		RPE
<i>Palinurus elephas</i>			Anexo III	Anexo III			
<i>Scyllarus pigmaeus</i>				Anexo III			

Apéndice II CITES: Especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

Anexo V DH: Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión.

Anexo II CBE: Especies estrictamente protegidas.

Anexo III CBE: Especies que requieren medidas especiales en su gestión.

Anexo II CBA: Especies en peligro o amenazadas.

Anexo III CBA: Especies cuya explotación está regulada.

RPE: Especies silvestres en régimen de protección especial.

En el caso de la langosta roja, señalar que en los montes submarinos del Canal de Mallorca se aplica la normativa pesquera que regula la pesca de la langosta *Palinurus* spp. en las aguas exteriores próximas a las Islas Baleares (BOE nº 141, 13/06/2001),

actualizada recientemente (BOE nº 52, 02/03/2023). Esta normativa establece períodos de veda para la pesca (del 1 de septiembre al 31 de marzo para la langosta roja), regula tamaño mínimo de malla, longitud máxima de redes, tiempo máximo de calada y profundidad mínima a la que puede faenar la flota, así como la talla mínima de captura, además de prohibir la captura de hembras ovadas. Se trata de una regulación que se aplica exclusivamente en las Islas Baleares y no en el resto del caladero mediterráneo.

Además de estas especies inventariadas durante el proyecto INTEMARES, un estudio previo de OCEANA señala la presencia en los montes submarinos del Canal de Mallorca de otras especies de interés para la conservación. Es el caso de la esponja carnívora *Lycopodina hipogea* y los moluscos gasterópodos *Charonia lampas*, *Erosaria spurca* y *Tonna galea*, incluidas en el Anexo II del Convenio de Barcelona y de los corales *Balanophyllia cf. cellulosa* y *Javania caileti*, así como diversas especies del género *Caryophyllia*, incluidas en el Apéndice II de CITES, de especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio (Marín *et al.*, 2011). También de la esponja *Spongia (Spongia) agaricina*, incluida en el Anexo III del Convenio de Berna, de especies que requieren medidas especiales en su gestión y del coral negro *Antipathes dichotoma*, incluido en este anexo, así como en el Anexo III del Convenio de Barcelona.

Otras especies inventariadas en los montes submarinos del Canal de Mallorca, son también de interés para la conservación, por estar catalogadas en alguna de las tres categorías de especies amenazadas de listas rojas de las Islas Baleares (Grau *et al.*, 2015; Álvarez, 2016) y/o el Mediterráneo (Cavanagh y Gibson, 2007; Abdul Malak *et al.*, 2011; Dulvy *et al.*, 2016; Otero *et al.*, 2017). Es el caso de la esponja *Thenea muricata* y la pluma de mar *Funiculina quadrangularis*, catalogadas como vulnerables en las Islas Baleares y la segunda especie también en el Mediterráneo, los corales *D. cornigera*, *L. glaberrima* y *M. oculata*, que han sido catalogadas como especies en peligro, las dos primeras en ambas áreas y la tercera en el Mediterráneo, y el coral bambú (*I. elongata*), catalogada en peligro crítico en el Mediterráneo y las Islas Baleares (Tabla 5.3).

Tabla 5.3. Especies inventariadas en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante las campañas de investigación oceanográfica del proyecto INTEMARES, de interés para la protección por estar catalogadas en alguna de las tres categorías de especies amenazadas (CR: en peligro crítico; EN: En peligro; VU: vulnerable) dentro de listas rojas de las Islas Baleares (Grau et al., 2015; Álvarez, 2016) y/o el Mediterráneo (Cavanagh y Gibson, 2007; Abdul Malak et al., 2011; Dulvy et al., 2016; Otero et al., 2017). También se indican otras categorías: NT (casi amenazada), LC (preocupación menor) y DD (Datos insuficientes).

Especies	Islas Baleares	Mediterráneo
<i>Thenea muricata</i>	VU	--
<i>Dendrophyllia cornigera</i>	EN	EN
<i>Funiculina quadrangularis</i>	VU	VU
<i>Isidella elongata</i>	CR	CR
<i>Leiopathes glaberrima</i>	EN	EN
<i>Madrepora oculata</i>	DD	EN
<i>Savaglia savaglia</i>	VU	NT
<i>Centrophorus uyato</i>	LC	CR
<i>Dalatias licha</i>	DD	VU
<i>Etmopterus spinax</i>	VU	LC
<i>Squalus blainville</i>	VU	DD
<i>Argentina sphyraena</i>	VU	LC
<i>Glossanodon leioglossus</i>	VU	LC
<i>Merluccius merluccius</i>	LC	VU
<i>Polyprion americanus</i>	VU	DD

Estas listas rojas también incluyen 8 especies de peces presentes en el área de estudio. Es el caso de los tiburones *Centrophorus uyato*, catalogado en peligro crítico en el Mediterráneo, aunque en las Islas Baleares se considera de preocupación menor, *Dalatias licha* considerado vulnerable en el Mediterráneo y *Etmopterus spinax* y *Squalus blainville*, catalogados como vulnerables en las Islas Baleares. También de los peces óseos *Argentina sphyraena*, *Glossanodon leioglossus* y la cherna (*Polyprion americanus*), catalogados como vulnerables en las Islas Baleares y la merluza (*Merluccius merluccius*), vulnerable a nivel del Mediterráneo, aunque en las Islas Baleares esté catalogada de preocupación menor. No obstante lo anterior, la información científica actualmente disponible contradice la consideración de *G. leioglossus* como especie vulnerable, ya que es un pez muy frecuente y abundante en los fondos sedimentarios de la plataforma profunda y el talud superior alrededor de las Islas Baleares (Moranta *et al.*, 2008;

Ordines *et al.*, 2022). Lo mismo ocurre con *T. muricata*, una especie característica de la comunidad de esponjas de los fondos de fango del talud, en los que también es muy abundante (Díaz *et al.*, 2024a).

c) Hábitats de interés comunitario, sensibles y esenciales

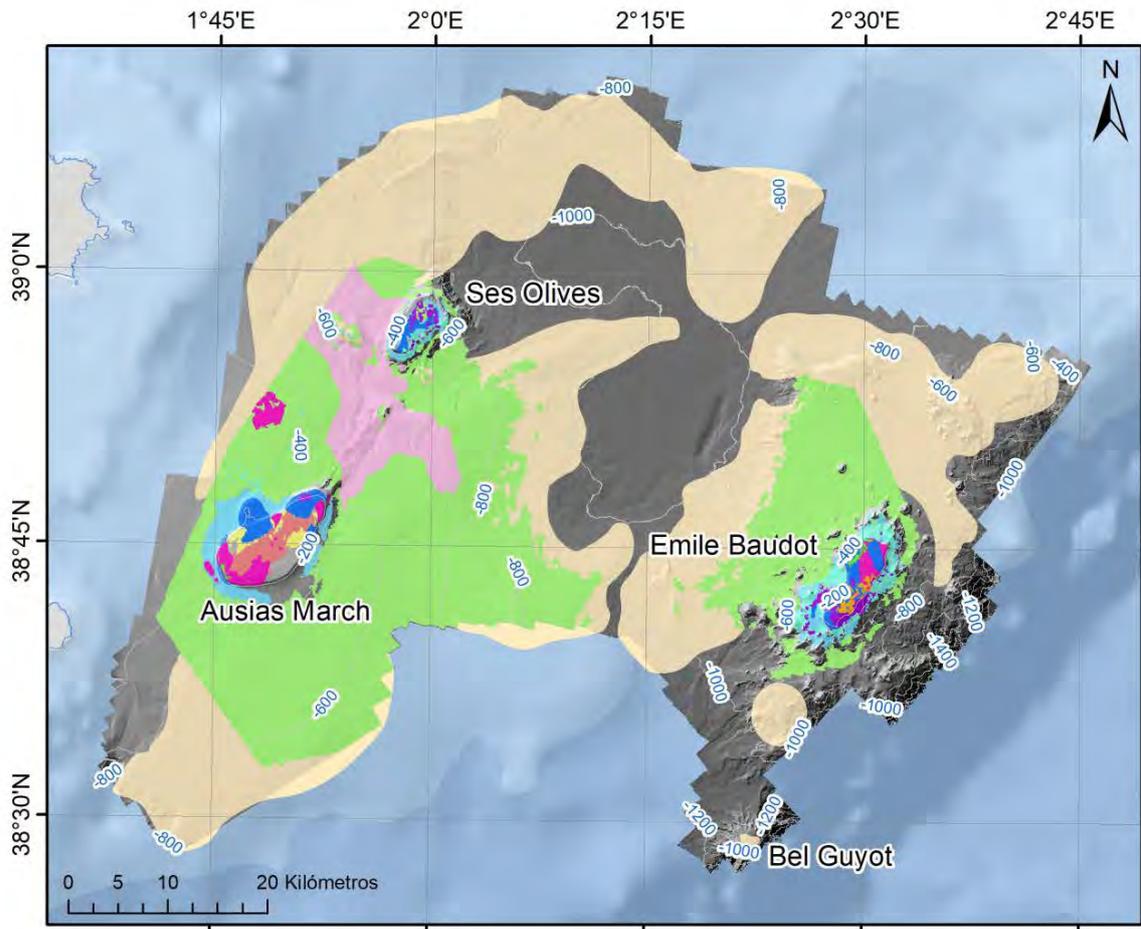
De los 12 hábitats modelados en los montes submarinos del Canal de Mallorca, se ha considerado que 9 corresponden a Hábitats de Interés Comunitario (HIC; Tabla 5.4). Según la Directiva Hábitats, los HIC son hábitats amenazados de desaparición y/o en regresión en el territorio de la Unión Europea, siendo la Red Natura 2000 el principal instrumento para su protección y conservación. La protección de la mayoría de estos hábitats también es considerada prioritaria a nivel regional (Mediterráneo) por el Convenio de Barcelona, cuyas Partes Contratantes se comprometen a “proteger, preservar y administrar de una manera sostenible y ambientalmente racional zonas de valor natural o cultural especial, particularmente mediante el establecimiento de zonas protegidas” (BOE Nº 302, de 18 de diciembre de 1999).

Dada la complejidad y heterogeneidad de hábitats presentes en el medio marino, su catalogación presenta dificultades y responde a definiciones generalistas, que no siempre encajan bien con el hábitat encontrado. Por ello, dos de estos HIC se corresponderían con la categoría 1110 (Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda; Tabla 5.4), aunque su inclusión es problemática (INTEMARES, 2014). El Manual de Interpretación de Hábitats de la Unión Europea (EC DG Environment, 2013) incluye en esta categoría todas las biocenosis de detrítico costero del Mediterráneo, a pesar de que estos fondos alcanzan profundidades mayores a las que se dan en la definición del hábitat. Los HIC 1110 de los montes submarinos del Canal de Mallorca se corresponderían con los fondos de Maërl/rodolitos, un hábitat que se solapa en gran medida con fondos de esponjas, principalmente dominados por la especie *Foraminospongia balearica*, que han sido asignados al hábitat “Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas”. Ambos HIC se distribuyen en los fondos circalitorales de las cimas AM y EB (Fig. 5.2). Como consecuencia de la gran transparencia del agua en los

montes submarinos del Canal de Mallorca, estos lechos de rodolitos se han encontrado bastante bien estructurados hasta 137 m de profundidad, probablemente la cota más profunda de este hábitat en el Mediterráneo occidental (Massutí *et al.*, 2022b).

Tabla 5.4. Hábitats bentónicos modelados en las montañas submarinas del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el proyecto INTEMARES. Se indica la categoría de la Directiva Hábitats (1110: Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda; 1170: Arrecifes; 1180: Estructuras submarinas originadas por emisiones de gases) en la que se incluyen los considerados hábitats de interés comunitario, su área estimada (A) y rango batimétrico (P).

Especies/Comunidades	Hábitats	HIC	A (Km ²)	P (m)
Corallinacea	Rodolitos/maërl	1110	33,47	87-148
<i>Eunicella</i> spp.	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Eunicella</i> spp.	1170	1,72	89-153
<i>Foraminospongia balearica</i>	Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas	1110	43,41	89-349
Grupo E Cnidaria (<i>Eunicella</i> spp., <i>Acanthogorgia hirsuta</i> , <i>Viminella flagellum</i> y <i>Bebryce mollis</i>)	Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias	1170	39,57	89-382
Grupo A Cnidaria (<i>Bebryce</i> spp. y <i>Callogorgia verticillata</i>)	Roca batial con octocoralarios (<i>Bebryce mollis</i> y <i>Callogorgia verticillata</i>)	1170	46,42	116-433
<i>Viminella flagellum</i>	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Viminella flagellum</i>	1170	3,95	120-277
Facies de <i>Gryphus vitreus</i>	Fondos batiales de reborde de plataforma con <i>Gryphus vitreus</i>	--	42,00	129-718
<i>Tretodictyum reiswigi</i> / Grupo Sa Porifera (<i>Jaspis</i> , <i>Heteroxya</i> cf. <i>beauforti</i> , <i>Hamacantha</i> spp., <i>Poecillastra compressa</i> y <i>Phakellia robusta</i>)	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas	1170	14,88	146-726
Grupo Sf Porifera (<i>P. compressa</i> , <i>Desmacella inornata</i> , <i>Thenea muricata</i> , <i>Hamacantha</i> spp., <i>Dragmatella aberrans</i> y <i>Desmacella annexa</i>)	Fondos detríticos batiales con esponjas	--	119,59	223-507
Grupo Se Porifera (principalmente <i>T. muricata</i> , acompañada de <i>D. inornata</i> y <i>D. annexa</i>)	Fondos batiales con <i>Thenea muricata</i>	--	1310,94	283-755
Pockmarks	Campo de pockmarks	1180	2583,45	301-1178
<i>Isidella elongata</i>	Fangos batiales con <i>Isidella elongata</i>	1170	156,48	464-719



Cartografiado de hábitats

■ Maërl/rodolitos	■ Fondos batiales de reborde de plataforma con <i>Gryphus vitreus</i>
■ Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Eunicella</i> spp.	■ Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas
■ Plataformas detríticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas	■ Fondos detríticos batiales con esponjas
■ Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias	■ Fangos batiales con <i>Thenaea muricata</i>
■ Roca batial con octocoralarios (<i>Bebryce mollis</i> y <i>Callogorgia verticillata</i>)	■ Campo de pockmarks
■ Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Viminella flagellum</i>	■ Fangos batiales con <i>Isidella elongata</i>
	— Isóbatas 200 m

Figura 5.2. Hábitats bentónicos modelados en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el proyecto INTEMARES. Más información en Tabla 5.4.

Los fondos de Maërl/rodolitos son hábitats frágiles, con gran riqueza de especies y muy importantes desde el punto de vista ecológico. Han sido reconocidos por el STECF de la Comisión Europea como *Essential Fish Habitats* (EFH), ya que pueden ser

fundamentales para el desarrollo de etapas críticas del ciclo de vida de recursos pesqueros del Mediterráneo (STECF, 2006) y de las Islas Baleares en particular (Ordines, 2016). También son considerados “factorías” de carbonatos (Canals y Ballesteros, 1997), con lo que ello comporta en relación a la productividad de los ecosistemas marinos y al clima en general.

Seis HIC pertenecen a la categoría 1170 (Arrecifes; Tabla 5.4), que según el Manual de Interpretación de Hábitats de la Unión Europea es un hábitat marino rocoso y sustrato de origen biogénico, sumergido al menos en la marea alta, que puede extenderse fuera del agua, formando acantilados costeros o situarse a mayores profundidades mar adentro (EC DG Environment, 2013). Cinco de estos HIC se distribuyen en fondos rocosos principalmente de las laderas de los montes submarinos, aunque en algunos casos también en afloramientos coralígenos circalitorales de las cimas de AM y EB (Fig. 5.2). Estos hábitats están estructurados por especies o comunidades. En el primer caso, dos han sido asignados a gorgonias (“Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Eunicella* spp.” y “Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Viminella flagellum*”), mientras que en otro la especie indicadora ha sido la esponja *Tretodictyum reisi* (“Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas”), el componente principal de una comunidad de esponjas muy característica de los fondos rocosos de los montes submarinos del Canal de Mallorca (grupo Sa; ver Apartado 3.2.2.2), de la que también forman parte *Poecillastra compressa*, *Jaspis* sp., *Heteroxya* cf. *beauforti* y varias especies del género *Hamacantha* (Díaz et al., 2024b). En el segundo caso, han sido comunidades de cnidarios las indicadoras de los hábitats “Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias” y “Roca batial con octocoralarios (*Bebryce mollis* y *Callogorgia verticillata*)”. Estas especies y comunidades de cnidarios eréctiles, algunos de los cuales pueden alcanzar una altura considerable, son especialmente vulnerables a los artes de pesca, que provocan la rotura o extracción de ejemplares, así como al cambio climático, por el aumento de la temperatura del agua y la acidificación. Se trata, además, de especies que generalmente tienen una capacidad de recuperación baja,

debido a su crecimiento lento y una tasa de reclutamiento reducida, lo que las hace menos resilientes frente a impactos antropogénicos y ambientales.

Dentro de la categoría 1170 se incluyen también los "Fangos batiales con *Isidella elongata*" (Tabla 5.4), que es el único de los HIC 1170 que se distribuye en fondos sedimentarios, más concretamente en un área entre SO y AM de fango batial (Fig. 5.2). Este hábitat es de alto valor ecológico y el coral bambú que lo forma es una especie longeva y de crecimiento lento, con una capacidad de dispersión larvaria baja, por lo que es especialmente vulnerable a los impactos antrópicos, principalmente la pesca de arrastre de fondo. Los fondos de coral bambú se consideran no solo hábitats sensibles, sino también EFH (STECF, 2006) y podrían ser esenciales para el desarrollo de crustáceos decápodos de gran profundidad, como la gamba roja (*A. antennatus*), una especie además de alto valor comercial. Este hábitat también ha sido identificado como uno de los principales ecosistemas marinos vulnerables (VME de sus siglas en inglés) del Mediterráneo, que la Comisión General de Pesca para el Mediterráneo (GFCM de sus siglas en inglés) propone proteger (GFCM, 2022).

Un tercer HIC han sido los "Campos de pockmarks" (Tabla 5.4), en este caso incluido en la categoría 1180 (Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases). Se trata del HIC que abarca una mayor superficie, ya que se distribuye en todo el Canal de Mallorca, principalmente los fondos sedimentarios batiales adyacentes a los montes submarinos y en gran parte del área que hay entre ellos (Fig. 5.2). Al no haberse detectado actividad relacionada con la emisión reciente de fluidos, ni comunidades biológicas quimiosimbióticas ligadas a esta expulsión, el interés de conservación de este hábitat está más ligado a aspectos relacionados con la geodiversidad y el patrimonio geológico (representatividad, importancia paleoclimática, variedad de tamaños y singularidad de formas) que con la biodiversidad asociada. En cualquier caso, cabe señalar que si bien el Mediterráneo es una de las áreas donde se ha ubicado el HIC 1180, éste está poco representado en la Red Natura 2000 de este mar (Marín *et al.*, 2011).

No se ha considerado justificada la inclusión en alguna de las categorías de HIC de tres de los hábitats modelados en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Tabla 5.4). Se trata de los "Fondos batiales de reborde de plataforma con *Gryphus vitreus*", formados por facies de este braquiópodo y fondos caracterizados por la presencia de esponjas de pequeño tamaño, como los "Fondos detríticos batiales con esponjas" y los "Fondos batiales con *Thenaea muricata*" (Tabla 5.4). Aunque puedan compartir algún elemento con HIC 1110 y 1170, como es la naturaleza sedimentaria de los fondos que los albergan, se trata de fondos con una biodiversidad, cobertura y abundancia de especies estructurantes menor, que además carecen de especies eréctiles, constructoras de hábitat tridimensional. Estos hábitats se distribuyen en los fondos batiales adyacentes a EB en el primer caso y a SO, AM y EB en el segundo, mientras que el tercero se localiza a mayor profundidad, en una amplia área entre estos montes (Fig. 5.2). Ni estos hábitats, ni las principales especies que los forman están actualmente catalogados de especial interés para la conservación. No obstante, la lista de referencia actualizada de tipos de hábitats marinos a incluir en los inventarios nacionales de lugares de interés para la conservación, elaborada en el contexto del Convenio de Barcelona (SPA/RAC–UN Environment/MAP, 2019), incluye biocenosis dominadas por algunas de estas especies.

La superficie total de ocupación de HIC estimada en los montes submarinos del Canal de Mallorca ha sido de 2923,33 km² (Fig. 5.3). De ésta, la mayor parte (2583,45 km²) corresponde al HIC 1180 (88,4%), mientras que el HIC 1110 ocupa una extensión de 76,87 km² (2,6%) y el área del HIC 1170 es de 263,01 km² (9%). La superficie de ocupación de hábitats sin asignar a alguna de las categorías de HIC es de 1472,54 km², lo que representa el 33,5% del área modelada.

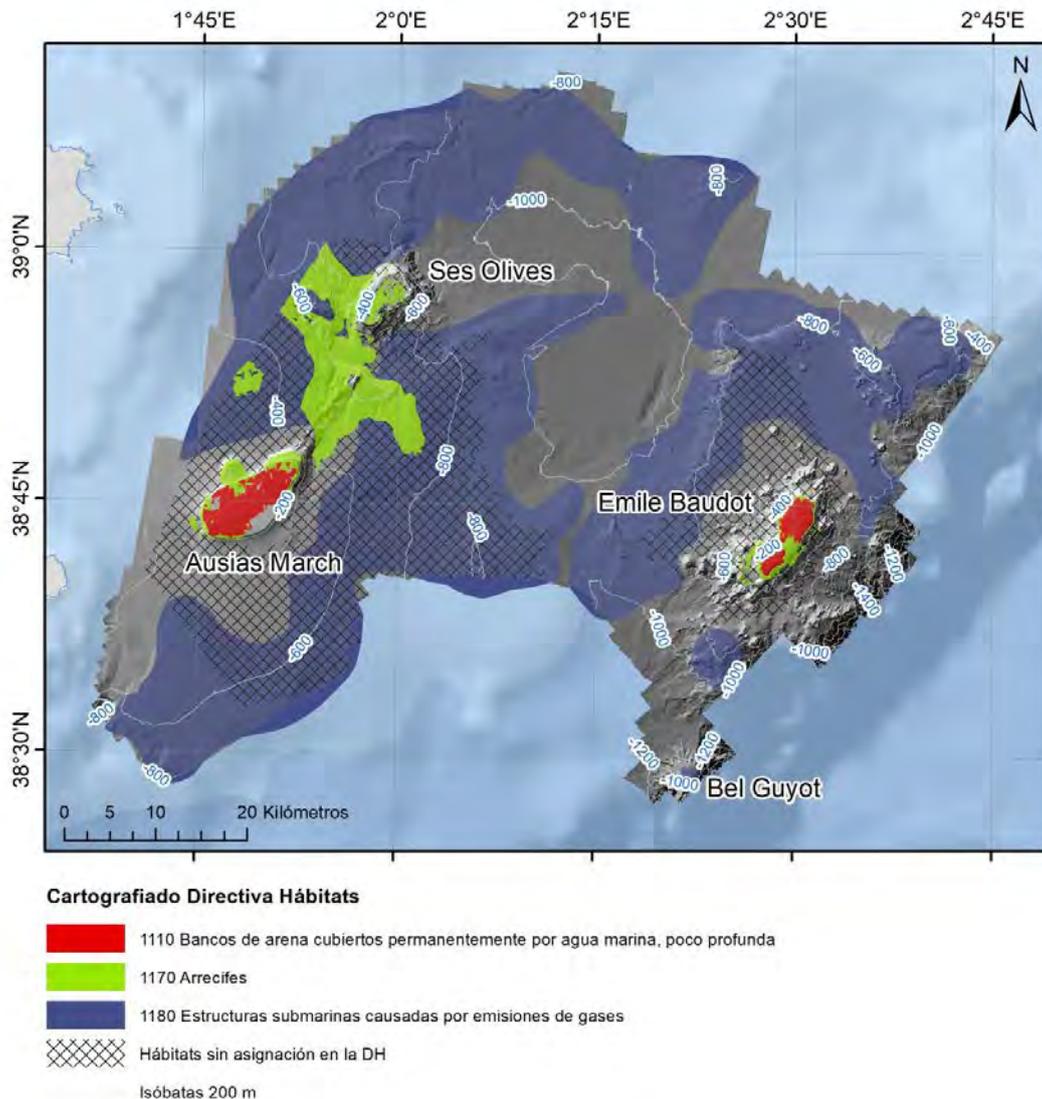
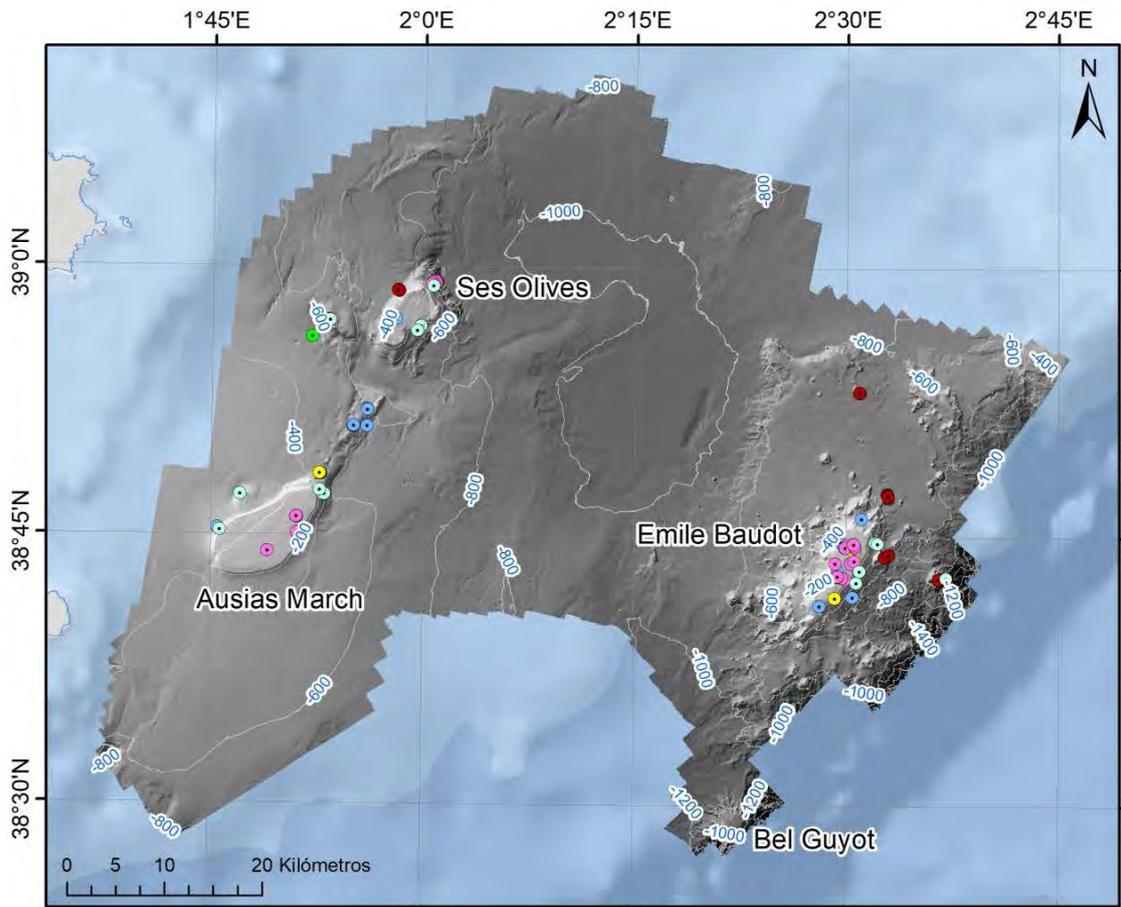


Figura 5.3. Hábitats bentónicos de interés comunitario modelados en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el proyecto INTEMARES. Para más información, ver Tabla 5.4.

Además de estos hábitats, hay que destacar la presencia de especies bentónicas indicadoras o estructurantes de hábitats y/o de interés también para la conservación, que no han podido ser modeladas, pero sí cartografiadas (Fig. 5.4). Cuatro son cnidarios que se localizan principalmente en los fondos rocosos de las laderas de los tres montes submarinos y sobretodo en EB. Se trata de una gorgonia (*Callogorgia verticillata*), dos corales de aguas frías (*Dendrophyllia cornigera* y *Madrepora oculata*) y corales negros (*Leiopathes glaberrima*), todas ellas incluidas protegidas por el Convenio de Barcelona,

tal y como se ha señalado antes. Hay que añadir un quinto cnidario, la pluma de mar *Funiculina quadrangularis*, más propia de fondos sedimentarios, catalogada como vulnerable en las Islas Baleares y el Mediterráneo y que, al igual que el coral bambú, forma un hábitat identificado como VME del Mediterráneo.



Cartografiado de especies formadoras de hábitat

- *Leiopathes glaberrima*
- *Bathypathes* sp.
- *Madrepora oculata*
- *Dendrophyllia cornigera*
- *Funiculina quadrangularis*
- *Callogorgia verticillata*
- Facies de crinoideos
- Arrecifes fósiles de ostréidos
- Isóbatas 200 m

Figura 5.4. Distribución de especies bentónicas indicadoras o estructurantes de hábitats y/o de interés para la conservación en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), que no han podido ser modeladas durante el proyecto INTEMARES.

Las facies de crinoideos también se incluyen en este grupo de especies cartografiadas (Fig. 5.4). Consideradas como hábitat sensible y EFH del Mediterráneo (STECF, 2006), son más propias de fondos sedimentarios y su presencia en los montes submarinos del Canal de Mallorca no parece estar tan extendida como en otras áreas de las Islas Baleares (Ordines y Massutí, 2009; Requena y Gili, 2014). Esto puede ser debido a su rango batimétrico óptimo, que en el área de estudio se corresponde con las laderas de los montes y, por ello, ocupa una superficie pequeña, en la que además su tipo de sustrato preferente no está muy presente. Este hábitat suele distribuirse en el margen de la plataforma continental y estar asociado a corrientes de fondo constantes (Colloca *et al.*, 2003, 2004). A estas especies hay que añadir, por último, la presencia de una tanatocenosis, arrecifes fósiles de ostréidos, que se ha localizado en las laderas de los tres montes submarinos (Fig. 5.4). Por ello, también muestra un rango batimétrico restringido, siempre ligado a fondos de roca aflorante en paredes verticales con salientes, que generan muchas oquedades y grietas, que hacen de este hábitat un refugio potencial para muchas especies.

d) Presión pesquera

En el Canal de Mallorca se desarrollan diversas pesquerías demersales. La principal es la pesca de arrastre de gran profundidad (García Rodríguez y Esteban, 1999), que se realiza en fondos sedimentarios dirigida sobre todo a la captura de gamba roja (*A. antennatus*). En fondos rocosos se realiza la pesca del camarón de profundidad *Plesionika edwardsii* con nasas (García-Rodríguez *et al.*, 2000) y, más esporádicamente, faenan algunas embarcaciones de pesca profesional y recreativa, que utilizan palangre de fondo (Serrano *et al.*, 2012) y líneas de mano y carretes, respectivamente para capturar grandes espáridos y serránidos. En el área también hay pesquerías pelágicas, principalmente dirigidas a la captura de pez espada (*Xiphias gladius*) y atún rojo (*Thunnus thynnus*) con palangres y redes de cerco, respectivamente (Barcelona *et al.*, 2010; Gordo *et al.*, 2017).

La pesca de arrastre en el área, y más concretamente en los montes submarinos, ha sido objeto de evaluación dentro del proyecto INTEMARES (Massutí *et al.*, 2022a,

2022b). Según estos estudios, se trata de una pesquería que realizan flotas con puerto base en las Islas Pitiusas (Ibiza, Sant Antoni de Portmany y La Savina) y en la Península Ibérica (Denia, Calpe, Altea, Villajoyosa y Santa Pola). Estos barcos faenan casi exclusivamente en la plataforma continental y en el talud, a más de 150 m de profundidad, respectivamente. Además, algunos barcos con puerto base en Mallorca (principalmente Andratx y Palma) también faenan, de manera esporádica, en fondos del talud al norte de Ibiza. De los aproximadamente 60 caladeros de la flota de arrastre cartografiados alrededor de las Islas Baleares, tres de ellos pueden considerarse próximos a SO y AM, mientras que no se detectó pesca de arrastre en los fondos adyacentes a EB. Durante el período 2010-2019, hasta 55 barcos de 16 puertos diferentes han faenado en estos tres caladeros, sumando un promedio de 752 días de pesca por año, que corresponden sobre todo a la flota peninsular y especialmente al puerto de Villajoyosa. Esta actividad representó el 14-20% de los días de pesca de esta flota alrededor de las Islas Pitiusas y el 8-10% del total de sus días de pesca, incluyendo caladeros de las Islas Baleares como de la Península Ibérica.

Los desembarcos procedentes de capturas realizadas en estos tres caladeros están compuestos principalmente por 16 especies o grupos de especies de profundidad, siendo los principales recursos pesqueros, tanto en biomasa capturada como sobretodo en valor económico de primera venta, los crustáceos decápodos de alto valor comercial gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*), cigala (*Nephrops norvegicus*) y gamba roja, que son las especies objetivo de la flota de arrastre peninsular que explota estos caladeros. Durante el período 2015-2019, sus desembarcos procedentes de capturas realizadas en dos de estos caladeros se incrementaron desde 7-22 hasta 53-87 t/año, mientras que los desembarcos procedentes del tercero fueron menores, entre 11 y 36 t/año. En promedio, las capturas que esta flota realiza en los tres caladeros próximos a SO y AM, representan el 24% de los desembarcos procedentes de todos los caladeros de arrastre alrededor de Ibiza y Formentera y el 25% en valor económico de primera venta. Estos desembarcos representan el 35% de la biomasa anual que la flota de la Península Ibérica extrae de los caladeros de Ibiza y Formentera y el 7% de los desembarcos que extrae de su área total de pesca, tanto caladeros insulares como peninsulares. En términos de

valor económico de primera venta, estas cifras fueron del 32 y 7%, respectivamente. La flota con puerto base en Mallorca faena casi exclusivamente en la parte más septentrional del caladero situado al este-noreste de Ibiza y los desembarcos procedentes de estas capturas solo representaron el 2 y 1,5% de sus desembarcos totales en términos de biomasa y valor económico de primera venta, respectivamente.

Posteriormente al informe sobre la huella pesquera en los montes submarinos del Canal de Mallorca, centrado en la pesca de arrastre (Massutí *et al.*, 2022a), se han recopilado y analizado datos sobre la actividad de las flotas de nasas y palangre de fondo en el área, siguiendo la misma metodología (registros del sistema VMS, *satellite-based Vessel Monitoring System*). Durante el período 2016-2019, 3 barcos de eslora total 27-29 m, arqueo 99-167 GT y potencia nominal 540-600 CV, con puerto base en Santa Pola, han faenado con nasas en SO, AM y EB (Fig. 5.5), sumando un total de 229-396 días de pesca anuales en esta área, que representaron 6-14% de sus días totales de pesa. Por lo que respecta al palangre de fondo, en este mismo período se ha detectado la presencia de 5 embarcaciones (12-17 m, 8-34 GT y 90-172 CV) con puerto base en Roses, L'Escala, La Ràpita, Santa Pola y Carboneras (Fig. 5.6), que faenaron principalmente en SO y AM y menos en EB, totalizando 100-129 días de pesca anuales, que representaron 2-10% de sus días totales de pesca.

Más recientemente, se ha tenido acceso a datos de las cajas verdes, un sistema de localización y seguimiento electrónico que la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears está instalando en la flota de artes menores del Archipiélago. Este sistema registra fecha y hora, posición geográfica, rumbo y velocidad de las embarcaciones. Estos registros han permitido localizar la actividad pesquera de la flota artesanal en el área de estudio (Fig. 5.7). Más concretamente, entre mayo y agosto de 2022, tres embarcaciones (dos de Ibiza y una de Formentera) faenaron 17 días en la cima y ladera occidental de AM, probablemente para la pesca de langosta roja con trasmallo. Entre octubre de 2022 y enero de 2023, dos de estas embarcaciones faenaron 3 días en esta misma área, probablemente con palangre de fondo.

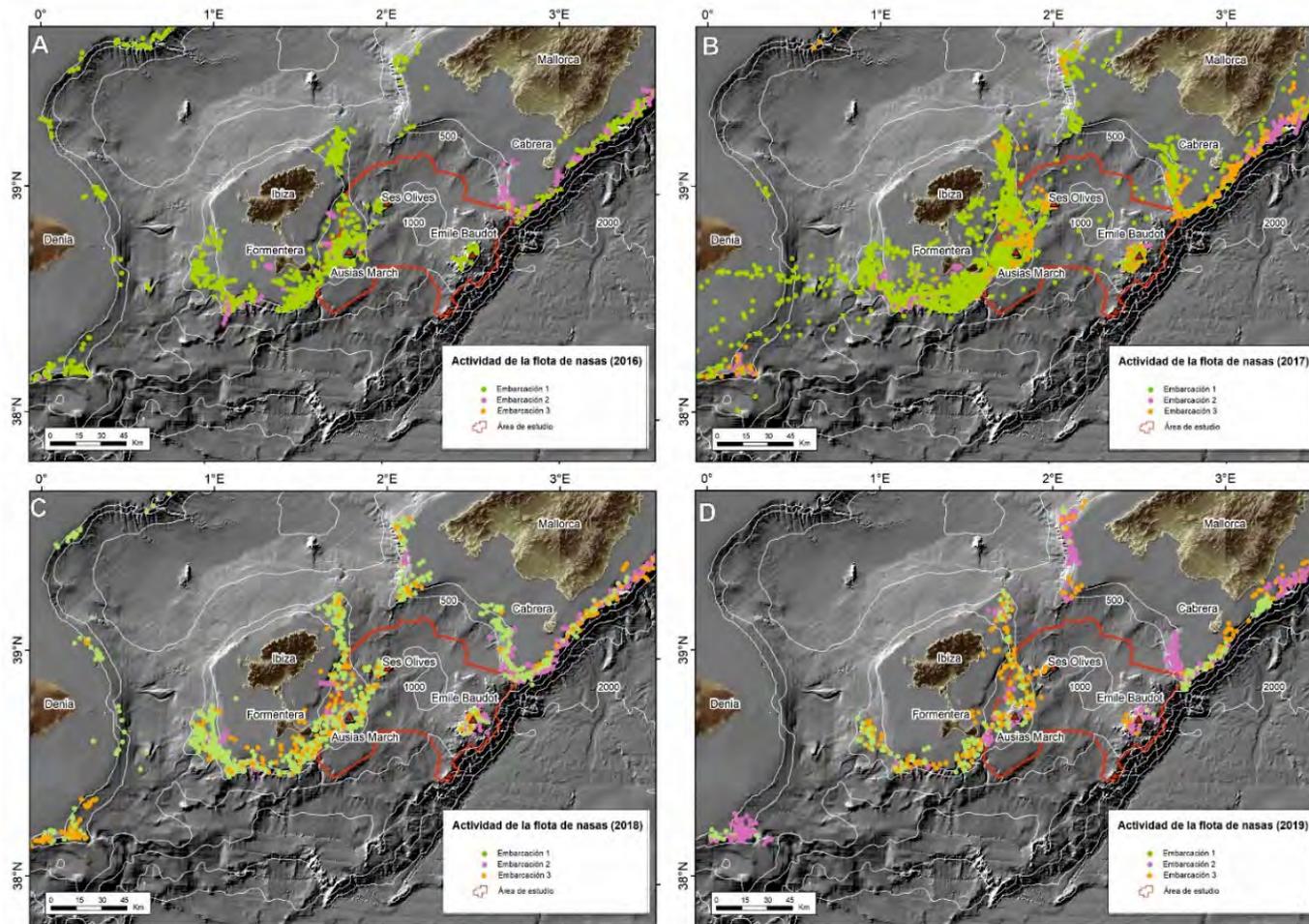


Figura 5.5. Distribución espacial de la actividad de la flota que pescó camarón de profundidad *Plesionika edwardsii* con nasas en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el período 2016-2019. Esta información se ha obtenido a partir de registros del sistema VMS (*satellite-based Vessel Monitoring System*).

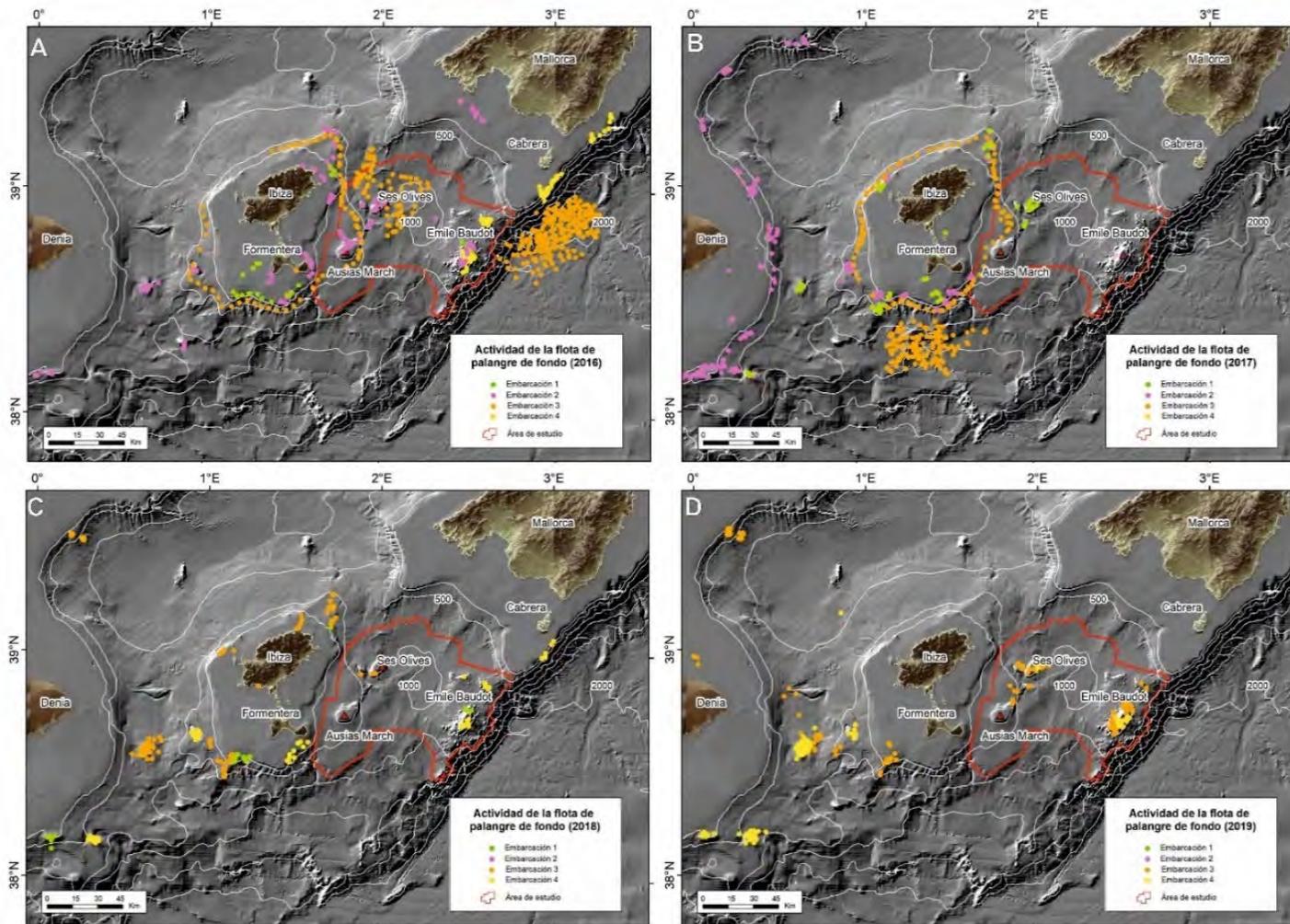


Figura 5.6. Distribución espacial de la actividad de la flota que pescó con palangre de fondo en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental) durante el período 2016-2019. Esta información se ha obtenido a partir de registros del sistema VMS (*satellite-based Vessel Monitoring System*).

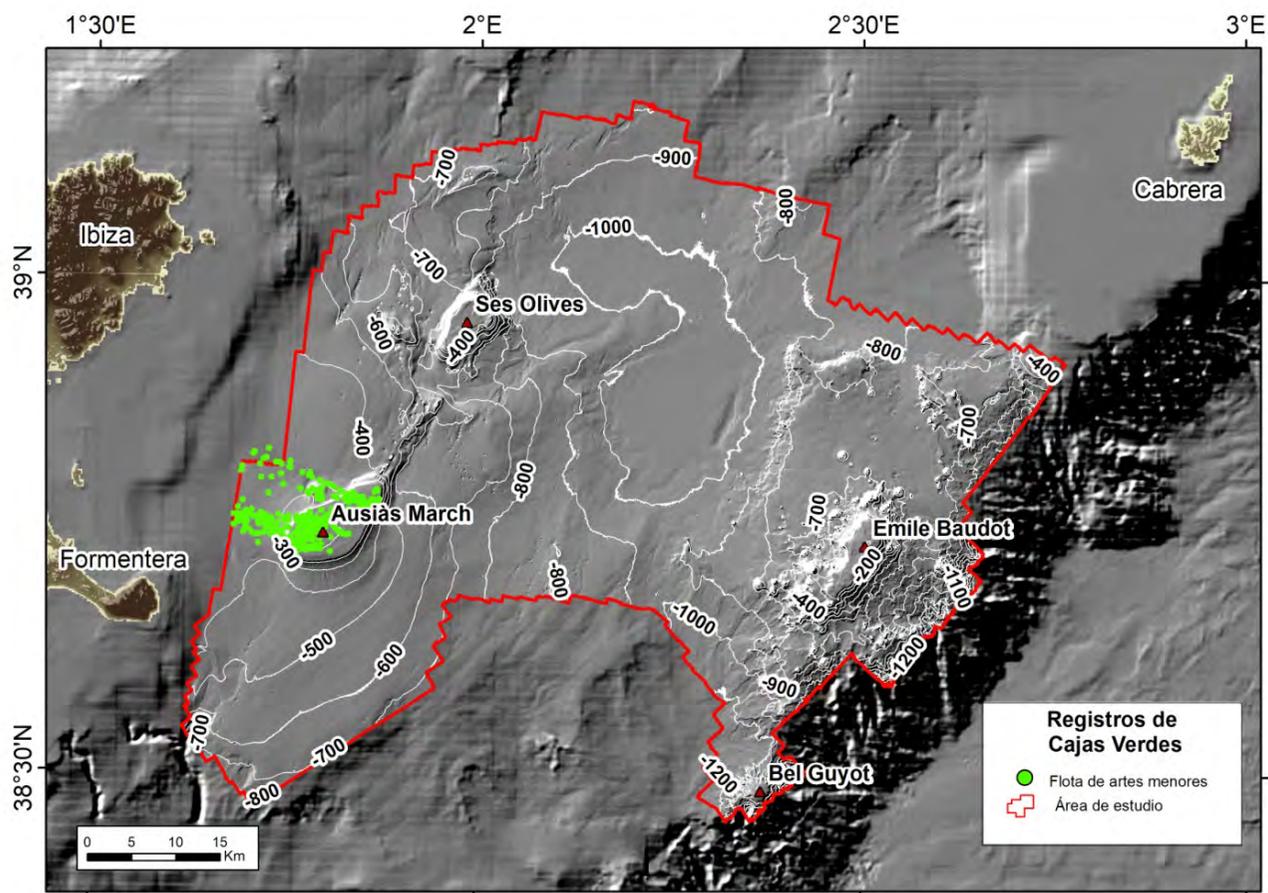


Figura 5.7. Distribución espacial de los registros de cajas verdes, un sistema de localización y seguimiento electrónico que la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears está instalando en la flota de artes menores del Archipiélago Balear. Estos registros corresponden a tres embarcaciones que faenaron en el monte Ausiàs March entre mayo de 2022 y enero de 2023.

e) Representatividad, singularidad y sensibilidad

Los fondos del Canal de Mallorca presentan una elevada diversidad de especies, comunidades y hábitats, representativos de las Islas Baleares y del Mediterráneo occidental (Massutí *et al.*, 2022b). La presencia de los montes submarinos, ecosistemas del mar profundo de alto valor ecológico (Clark *et al.*, 2012), junto con otras estructuras geomorfológicas muy diversas, constituidas por unidades sedimentarias carbonatadas como gran parte de las unidades geológicas del Promontorio Balear o de origen volcánico (Acosta *et al.*, 2003), le añaden singularidad al área. A esto hay que añadir las características oceanográficas especiales del Archipiélago Balear, cuyos canales actúan como sistema de intercambio entre aguas mediterráneas y atlánticas (Millot, 1999; Pinot *et al.*, 2002), con una oligotrofia más acusada que en otras áreas del Mediterráneo occidental (Estrada, 1986) y la presencia de frentes de meso-escala entre aguas mediterráneas y atlánticas (Pinot *et al.*, 1995), que pueden actuar como mecanismos de fertilización externa y mejorar la productividad.

Hay que señalar también la presencia en el área de un número considerable de especies hasta ahora desconocidas para la ciencia y otras cuya distribución en el Mediterráneo, e incluso en el Atlántico oriental, es poco conocida y podría ser limitada. Además, en algunos casos como las esponjas *Foraminospongia balearica*, *Geodia matrix*, *Geodia geodina*, *Pachastrella cf. monilifera*, *Stelletta mortarium* y *Discodermia polymorpha*, el molusco bivalvo *Asperarca nodulosa* y la ofiura *Ophiomyces grandis*, se trata de especies bastante frecuentes y abundantes en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Ordines *et al.*, 2019; Díaz *et al.*, 2021, 2024a, 2024b; Marco-Herrero *et al.*, 2022). La presencia de algunas de las especies identificadas podría ser exclusiva de esta área, ya que no se han detectado en la plataforma y el talud de las Islas Baleares, ni en la costa mediterránea de la Península Ibérica. Es el caso de las esponjas *G. matrix*, *G. geodina*, *S. mortarium*, *D. polymorpha* y *Axinella venusta* y las ofiuras *O. grandis* y *O. xispa*. No obstante, es un aspecto difícil de dilucidar, teniendo en cuenta que estas especies se han localizado en fondos no explotados por la pesca de arrastre de las laderas de los montes submarinos, mientras que la mayoría de los muestreos en las otras áreas, se han realizado en fondos sedimentarios explotados desde hace décadas por esta

pesquería. En cualquier caso, si esto se confirma, reforzaría la consideración de los montes submarinos como islas biogeográficamente separadas de las costas continentales, que podrían servir de refugio a poblaciones relictas de especies con distribuciones anteriormente más amplias (Galil y Zibrowius, 1998). O alternativamente, que existan comunidades específicas de montes submarinos, caracterizadas por especies con cierta conectividad entre estos ecosistemas (Clark *et al.*, 2010). Sean poblaciones relictas o representantes de comunidades específicas de montes submarinos, o ambos casos, la posible presencia en exclusiva de estas especies en el área, refuerza su consideración de VME (*Vulnerable Marine Ecosystems*), aunque esta clasificación sea general para los montes submarinos. El primer criterio para la consideración de VME, establecido por la International Guidelines for the Management of Deep-sea Fisheries in the High Seas (FAO, 2009), es la singularidad y rareza, incluyendo especies raras (como es el caso de las antes citadas), amenazadas o en peligro, que solo ocurren en áreas puntuales.

En las esponjas, llama la atención el hecho de que algunas sean especies de gran tamaño y estructurantes. El caso más llamativo es el de *F. balearica*, una de las especies con mayor biomasa de los montes submarinos, que domina en los fondos de rodolitos más profundos (Díaz *et al.*, 2024a). Cabe señalar también la gran diversidad y abundancia de especies del orden de las tetractinélidas, como *G. matrix*, *G. geodina*, *S. mortarium* y *P. cf. monilifera*, entre otras. La mayoría de ellas no se han detectado en los fondos explotados por la pesca de arrastre de las Islas Baleares, lo que sugiere su sensibilidad ante perturbaciones antropogénicas. Es probable, como sucede con otras esponjas tetractinélidas, que sean especies de crecimiento lento y ciclo vital largo, por lo que no puedan sobrevivir en ambientes explotados por la pesca (Morganti *et al.*, 2022). Los montes submarinos del Canal de Mallorca pueden actuar también como áreas de reserva para su conservación.

Por lo que respecta a los hábitats, aunque sus especies y comunidades indicadoras y/o estructurantes no son exclusivas del área, habiéndose localizado en muchas otras zonas del Mediterráneo, sí que presentan características peculiares. Destacar la gran extensión de los campos de pockmarks (HIC 1180), con 2583,45 km², que también se

caracterizan por una densidad y diversidad de tamaños y formas muy elevadas. Los otros dos HIC identificados y cartografiados en el área de estudio, 1170 (arrecifes) y 1110 (Maërl/rodolitos), aunque mucho menos extensos (263,04 y 76,87 km², respectivamente), se caracterizan por su gran biodiversidad y sensibilidad. En el caso de los fondos de Maërl/rodolitos, también hay que destacar que probablemente sean los más profundos del Mediterráneo occidental y de los campos de pockmarks, por su densidad y diversidad de tamaños y formas tan elevadas (Massutí *et al.*, 2022b).

Otro aspecto a tener en cuenta, es la presencia de ambientes bentónicos distintos a lo largo de transectos cortos del fondo marino, consecuencia de la orografía y los sustratos diversos de los montes submarinos, que conectan los dominios circalitoral, batial y abisal. Ello podría explicar el hecho de que en EB se haya descrito la cita más profunda a nivel mundial de un góbido, una familia de peces de distribución litoral (Kovačić *et al.*, 2023). La conexión de dominios distintos es especialmente acusada en este monte, que se continúa con el escarpe de igual nombre, que en muy poca distancia enlaza la plataforma balear con profundidades de más de 2000 m, las mayores profundidades de la cuenca occidental del Mediterráneo (Acosta *et al.*, 2003).

Estos transectos a lo largo de los montes submarinos presentan, además, tipos de fondos diversos (sedimentarios vs. rocosos), con terrazas y pendientes suaves y abruptas, y con sedimentos también distintos, desde gravas de origen biogénico hasta fangos batiales. Todo ello hace que en la mayoría de ellos haya especies protegidas y/o catalogas por listas rojas en categorías de especies amenazadas, así como hábitats de especial interés para la conservación, que además corresponden a tres categorías distintas de HIC: 1110, 1170 y 1180. En una de estas categorías, 1170 (Arrecifes), encontramos hábitats formados por gorgonias, corales y esponjas, la mayoría de los cuales crecen en fondos duros circalitorales y batiales, pero también se han localizado bosques de coral bambú, característicos de fondos blandos batiales. Muchos de los HIC 1110 y 1170, formados por algas calcáreas, esponjas y cnidarios, son especialmente vulnerables a actividades antropogénicas, no solo la pesca sino también el cambio climático, que afecta a las características físico-químicas del mar, pudiendo condicionar el crecimiento de algunas de estas especies. En el caso de los fondos de Maërl/rodolitos,

presentan niveles altos de captación de CO₂, lo que los convierte en sumideros de carbono.

El hecho de que las cimas de AM y EB, que además son de origen distinto (material carbonatado vs. volcánico, respectivamente), hayan estado sumergidas o emergidas en función de las variaciones del nivel del mar que ha experimentado el Mediterráneo, puede haber influido en la conectividad de sus especies y ecosistemas con los del resto del Archipiélago Balear. Una singularidad que hasta ahora no ha sido objeto de estudio, pero de gran interés a efectos de dinámica de poblaciones y biología de la conservación. A ésta, en el caso de EB, se le añade un componente añadido de naturalidad, por ser un monte submarino muy alejado de la costa, lo que puede haber contribuido a mantener un buen estado de conservación, debido a la menor presión antropogénica.

Señalar, por último, la representatividad y singularidad de los montes submarinos del Canal de Mallorca respecto a las presiones humanas, concretamente las pesquerías demersales de gran profundidad. Es el caso de la pesca de arrastre, ya que alrededor de las Islas Pitiusas, incluyendo SO y AM, se localiza uno de los caladeros de gamba roja más extensos del Mediterráneo occidental (Fig. 2.2), que además es explotado por embarcaciones con puerto base en la Península Ibérica (Fig. 2.1). La actividad de esta flota en el área está sometida a medidas específicas de regulación del esfuerzo pesquero, diferentes a las que se aplican en todo el caladero nacional del Mediterráneo. De hecho, esta pesquería está regulada por la Orden APA/1728/2005, de 3 de junio, por la que se regula la actividad de los buques de arrastre peninsulares que faenan en aguas profundas de los caladeros de las islas de Ibiza y Formentera (BOE nº 138, de 10 de junio de 2005). También destaca la pesca con nasas que realiza una flota de muy pocos barcos con puerto base en la Península Ibérica, que aunque faenan en casi todo el Mediterráneo occidental, tienen en las Islas Baleares en general, y en el área de estudio en particular, uno de sus principales caladeros.

5.2. Recomendaciones

a) Propuesta de LIC

Teniendo en cuenta la información científica generada por el proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca, que ha permitido identificar, caracterizar y cartografiar comunidades y hábitats bentónicos de especial interés para la conservación, así como poner de manifiesto su relevancia, representatividad y singularidad del área en relación a la geodiversidad y biodiversidad, se propone declarar un área de 4498,05 Km² como Lugar de Interés Comunitario (LIC), para su inclusión en la Red Natura 2000 marina (Fig. 5.8). Esta propuesta de LIC engloba los montes submarinos SO, AM y EB y sus fondos adyacentes, así como el área central del Canal de Mallorca, que conecta SO y AM al este de las Islas Pitiusas con EB al sur de Cabrera, además de la colina Bel Guyot y parte del Escarpe Emile Baudot.

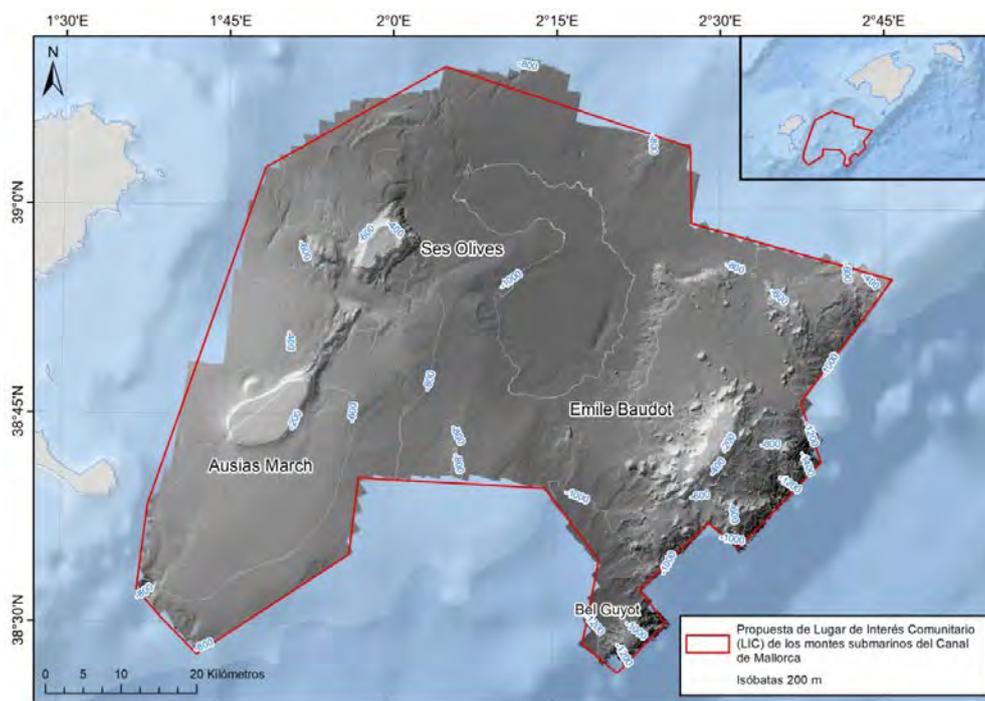


Figura 5.8. Mapa que muestra la propuesta de Lugar de Interés Comunitario (LIC) en el Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), para su inclusión en la Red Natura 2000. Esta propuesta incluye los montes submarinos Ses Olives, Ausias March y Emile Baudot, la colina Bel Guyot y parte del Escarpe Emile Baudot, y está basada principalmente en los resultados del proyecto INTEMARES.

El LIC que se propone incluye los tres HIC identificados, caracterizados y cartografiados en el área de estudio, así como las especies catalogadas de especial interés para la conservación (Fig. 5.9). El HIC 1110 se encuentra en las cimas de AM y EB y su superficie representa el 1,71% del LIC, mientras que el HIC 1170 está localizado principalmente en las laderas de los tres montes submarinos y los fondos adyacentes de SO-AM y representa el 5,85% de la superficie del LIC. El HIC 1180 es el más extenso, ya que ocupa la mayoría de los fondos adyacentes de los tres montes, así como la parte central del área de estudio. Su superficie representa hasta el 57,43% del LIC. Además de estos tres HIC, que representan el 65% de la superficie del LIC propuesto, éste incluye parte del Escarpe Emile Baudot, lo que le confiere una vía de conectividad con los ecosistemas profundos del Parque Nacional Marítimo Terrestre del Archipiélago de Cabrera, situado al norte (Fig. 5.10). En el área propuesta como LIC, también se han identificado y cartografiado actividades de pesca demersal. Más concretamente, el arrastre de fondo en las zonas adyacentes de SO y AM, nasas de profundidad y palangre de fondo en las laderas de los tres montes submarinos y artes menores en la cima y ladera de AM.

En el LIC propuesta también se ha señalado la presencia de especies pelágicas con un elevado grado de protección (Marín *et al.*, 2011). Es el caso de la tortuga *Caretta caretta* y cetáceos como los delfines común (*Delphinus delphis*), listado (*Stenella coeruleoalba*) y mular (*Tursiops truncatus*) y el cachalote (*Physeter macrocephalus*). Estudios más recientes también han sugerido que los montes submarinos del Canal de Mallorca y su entorno son un enclave importante para esta última especie y han reportado la presencia de otros dos cetáceos, los calderones *Grampus griseus* y *Globicephala melas* (datos no publicados, Fundación TURSIOPS). Todas estas especies también están incluidas en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies en peligro o amenazadas) y en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y/o el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Los proyectos CALMA y CALMADOS, desarrollados por la Fundación TURSIOPS con el apoyo de la Fundación Biodiversidad, han señalado una mayor presencia del cachalote en el área durante la época estival, que coincide con el aumento de la actividad náutica y del transporte marítimo, lo que supone mayor contaminación por ruido e incrementa el riesgo de colisiones.

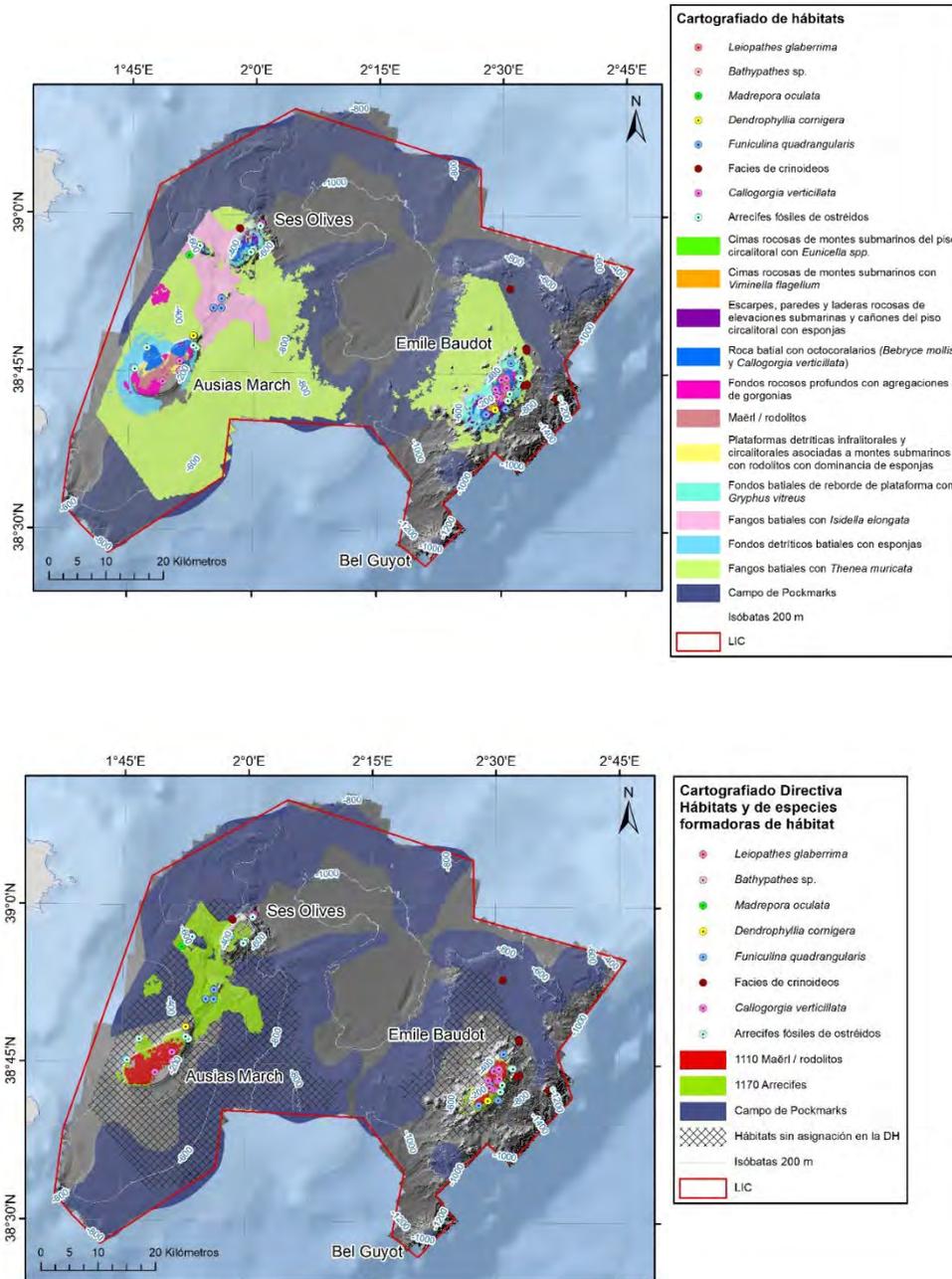


Figura 5.9. Mapas de los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), con la distribución de hábitats y especies bentónicas indicadoras o estructurantes de hábitats y/o de interés para la conservación (arriba), y estas mismas especies y hábitats de interés comunitario HIC (abajo), así como el área propuesta como Lugar de Interés Comunitario (LIC), resultado del proyecto INTEMARES. HIC 1110: Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda; HIC 1170: Arrecifes; HIC 1180: Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases. Para más información, ver Tabla 5.4.

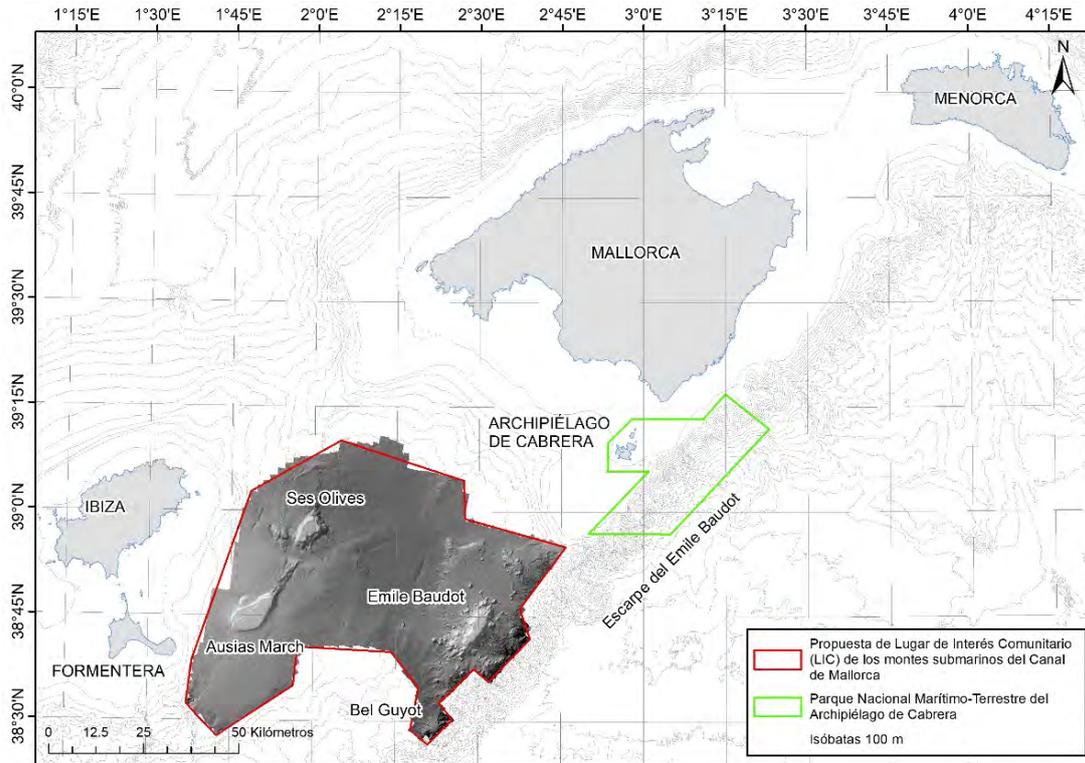


Figura 5.10. Mapa de las Islas Baleares (Mediterráneo occidental), que muestra la propuesta de Lugar de Interés Comunitario (LIC) en el Canal de Mallorca (Islas Baleares), resultado del proyecto LIFE IP INTEMARES y el Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera, así como el Escarpe del Emile Baudot que conecta los ecosistemas profundos de ambas áreas.

Por último, señalar que tanto los resultados del proyecto INTEMARES en el Canal de Mallorca, como otros autores (Galil y Zibrowius, 1998), sugieren que los montes submarinos del Mediterráneo pueden considerarse refugios aislados para poblaciones relictas de especies que han desaparecido de un rango de distribución previamente mayor (Ordines *et al.*, 2019) y que también proporcionan un hábitat excelente para comunidades de animales que se alimentan por filtración, como las esponjas (Díaz *et al.*, 2021, 2024a, 2024b). Este hecho, unido a la presencia de especies y hábitats de especial interés para su protección, justifica la propuesta de LIC para incluir los montes submarinos del Canal de Mallorca en la Red Natura 2000 marina. Con ello se complementará los LIC marinos de las Islas Baleares, todos ellos situados en zonas costeras, excepto el Canal de Menorca, que también incluye fondos circalitorales y

batiales (Barberá *et al.*, 2014). También se ampliarán los LIC que incluyen montes submarinos en aguas mediterráneas frente a las costas españolas, hasta ahora representados únicamente por el Seco de los Olivos en el Mar de Alborán (de la Torriente *et al.*, 2018, 2019) y los hábitats de aguas profundas correspondientes a los HIC 1170 y 1180, que no están bien representados en la red Natura 2000 del Mediterráneo (Marín *et al.*, 2011).

b) Criterios para la zonificación y gestión del LIC

Según la Directiva Hábitats, que crea y regula la Red Natura 2000, su objetivo principal es “favorecer el mantenimiento de la biodiversidad, al tiempo que se tienen en cuenta las exigencias económicas, sociales, culturales y regionales...” contribuyendo a “alcanzar el objetivo general de un desarrollo duradero”. La propuesta de LIC que se plantea en el Canal de Mallorca favorecerá el desarrollo de medidas de gestión en el área, para mejorar la conservación de sus hábitats y especies, prevenir la pérdida de diversidad y, en su caso, potenciar su recuperación. Un objetivo de maximizar la protección medioambiental que se deberá alcanzar minimizando, en la medida de lo posible, los efectos sobre las actividades económicas que se realizan en el área. Se trata de mantener y mejorar no sólo la biodiversidad y los ecosistemas marinos, sino también los servicios que éstos prestan.

Estos objetivos son los que deben definir el marco de gestión, que establezca y guíe la regulación de las diferentes actividades dentro del LIC. Unas medidas de gestión que deberán plantearse e implementarse contando con la colaboración de los actores locales, sin menoscabo del objetivo de conservación de la zona y en la línea de promoción de desarrollo sostenible de las actividades que se desarrollan en el área. Es decir, favoreciendo la gestión del conjunto de los recursos naturales, que permita su conservación a largo plazo y el mantenimiento de las actividades que dependen de estos recursos.

Para ello, será necesario no solo valorar el estado de conservación de las especies, comunidades y hábitats bentónicos identificados en el presente estudio, sino también conocer el impacto potencial de las diferentes actividades humanas que se desarrollan

en el área. Estas últimas referidas tanto a la pesca demersal, cuya huella pesquera se ha analizado en el proyecto INTEMARES, como a las pesquerías de grandes pelágicos y la pesca recreativa pelágica y de profundidad, además de otras presiones humanas. Entre éstas, destaca la navegación marítima por lo que se refiere a las líneas permanentes de ferris que conectan Mallorca, Ibiza y diversos puertos de la Península Ibérica.

Por lo que respecta a la pesca, la actividad que ejerce la mayor presión sobre las especies, comunidades y hábitats bentónicos, y con un impacto potencial más elevado, el plan de gestión debería contemplar tanto propuestas de zonificación, como de contingentación del esfuerzo pesquero. También se deberían plantear medidas técnicas de mejora tecnológica e innovación en las actividades pesqueras, que contribuyan a reducir su impacto y mejorar la eficiencia ecológica de esta actividad en un área de especial interés para la conservación. A continuación se plantean algunas de estas medidas:

- Elaborar un censo cerrado de embarcaciones de pesca profesional autorizadas a pescar en el LIC. En dicho censo deberían estar incluidas sólo aquellas embarcaciones que tengan acreditada la pesca de forma habitual en la zona. El plan de pesca que regula la actividad de los buques de arrastre peninsulares que faenan en aguas profundas de los caladeros alrededor de de Ibiza y Formentera (Orden APA/1728/2005; BOE nº 138, de 10 de junio de 2005) incluye un listado de embarcaciones que, debidamente revisado y actualizado, podría servir de base. Este censo se debería ampliar a las otras modalidades de pesca demersal. Las acreditaciones se podrían obtener a partir de la información proporcionada por los sistemas de posicionamiento de las embarcaciones (las denominadas cajas azules en el caso de la flota de arrastre, nasas de profundidad y palangre de fondo, y las cajas verdes, de reciente instalación en la flota de artes menores). En caso de no disponer de esta información, se podría pedir certificación a las cofradías de pescadores.
- Si se permite la pesca recreativa en el LIC, las embarcaciones autorizadas deberían estar obligadas a reportar información sobre las capturas de especies demersales, de manera similar a lo establecido para las especies (casi todas

grandes pelágicos) sometidas a medidas de protección diferenciada incluidas en el Anexo II del Real Decreto 347/2011 por el que se regula la pesca marítima de recreo en aguas exteriores (BOE nº 81, de 5 de abril de 2011). Esta información se debería completar con datos sobre el tipo de aparejo utilizado y el esfuerzo de pesca realizado: p.ej. número de pescadores y aparejos, número de anzuelos, tiempo de pesca.

- Por lo que respecta a los fondos de Maërl/rodolitos (HIC 1110), se debería considerar la prohibición de la pesca de arrastre de fondo en las cimas de los montes AM y EB, como una de las medidas de zonificación del plan de gestión. Con la implementación del Reglamento (CE) Nº 1967/2006 del Consejo, de 21 de diciembre de 2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo, que en su Artículo 4 (hábitats protegidos) prohíbe la pesca con redes de arrastre en los fondos de coralígeno y mantos de rodolitos, en 2014 se establecieron dos zonas de protección pesquera en ambas cimas, en las que donde está prohibida la pesca de arrastre (Orden AAA/1504/2014, de 30 de julio, por la que se establecen zonas protegidas de pesca sobre determinados fondos montañosos del Canal de Mallorca y al este del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera; BOE nº 194, de 11/08/2014).
- En el caso de la pesca de arrastre, se debería considerar también el uso de puertas pelágicas, que no contactan con el fondo marino o puertas semi-pelágicas, cuyo contacto es mínimo, como una de las medidas técnicas del plan de gestión. El uso de este tipo de puertas reduce el impacto directo de esta pesquería sobre el fondo marino (p.ej. Guijarro *et al.*, 2017) y también la resuspensión de sedimentos, que en fondos fangosos y con condiciones de baja energía puede durar al menos 4-5 días (Palanques *et al.*, 2001). con el consiguiente impacto sobre especies filtradoras de fondos adyacentes, por colmatación de sus órganos respiratorios y de alimentación (Kaiser *et al.*, 2002).
- Por lo que respecta a otras modalidades pesqueras, como nasas de profundidad, palangre de fondo y artes menores, el plan de gestión debería contemplar medidas que permitan una explotación ambientalmente más respetuosa. Hay

que tener en cuenta que estas flotas faenan en las cimas y laderas de los montes submarinos, donde se localiza el HIC 1170 (arrecifes) y que todos los aparejos que utilizan pueden ocasionar extracción o fragmentación de organismos de estructura eréctil, como gorgonias, corales y esponjas, especies muy frágiles ante una colisión con cualquier objeto físico. Por ello, se deberían proponer medidas de zonificación de estas actividades pesqueras.

- Un caso similar serían los fondos de *Isidella elongata*, pertenecientes también al HIC 1170, pero que se han localizado en fondos sedimentarios adyacentes a los montes submarinos. Para esta especie, también muy vulnerable al impacto de la pesca y cuya población se estima que se ha reducido alrededor del 80% en los últimos 100 años, se deberían plantear en lo posible medidas de zonificación estricta para todas las actividades pesqueras, especialmente el arrastre.
- En la pesca de langosta con trasmallo o redes de enmalle, que se utilizan tanto en fondos de coralígeno (HIC 1170) como en fondos de Maërl/rodolitos (HIC 110), se podrían plantear asimismo medidas técnicas para la reducción del by-catch. Un cambio en el material del paño, de la red tradicional de poliamida multifilamento PMF a una red experimental de polietileno multi-monofilamento MMF8, reduce un 50% el impacto directo sobre los macro-invertebrados bentónicos y un 65% sobre los lechos de maërl (Massutí *et al.*, 2023).

Además de estas medidas de gestión, en la pesca de langosta se podrían fomentar las buenas prácticas pesqueras, mediante protocolos de tratamiento a bordo de las capturas y la devolución al mar de la fracción descartada de especies capturadas, que contribuyan a aumentar la supervivencia de las especies sin interés comercial (Massutí *et al.*, 2023). Según estos autores, algunas de estas medidas son: (i) desenmallar todas las capturas a medida que van subiendo a bordo, ya sean especies comerciales como no comerciales, que van a ser devueltas al mar, prestando atención en provocar el menor número de lesiones posibles a los ejemplares capturados; (ii) devolver al mar, lo antes posible, todo el by-catch sin valor comercial, en tiempos no superiores a 30' y en fondos y profundidades iguales a los de su procedencia; (iii) reducir el impacto, disminuyendo el número de operaciones de pesca en una misma localización durante una misma

temporada; y (iv) promover el mantenimiento periódico de las redes, para evitar enganches y roturas.

Por último, señalar que en el plan de gestión se debería plantear la suspensión de actividades distintas a la pesca, que supongan la alteración de los fondos protegidos. En este sentido, no se deberían conceder permisos de prospección de hidrocarburos y prohibirse cualquier tipo de actividad minera de exploración o extractiva. De igual manera, debería quedar vedada la realización de maniobras militares en el LIC.

c) Necesidades futuras de investigación

En la actualidad, la protección de los fondos marinos también implica la puesta en valor de estructuras geológicas de interés, sea por su valor científico, cultural y/o educativo. Con la declaración de LICs submarinos se están dando los primeros pasos, si bien se plantea como una necesidad para el futuro completar estos estudios basados en la singularidad de determinadas estructuras geológicas con análisis más completos de la geodiversidad y con el desarrollo de índices cuantificables, que permitan la caracterización de un elemento geológico con respecto a la zona propuesta para proteger, a partir de una información lo más homogénea posible. Estos estudios permitirán tener una visión más completa de la diversidad de elementos geológicos de una zona y su relación con los hábitats bentónicos que se desarrollan en ellos, proporcionando una nueva herramienta para la identificación y caracterización de hábitats.

Por lo que respecta a la biodiversidad, se debería confirmar la presencia exclusiva en los montes submarinos del Canal de Mallorca, de las especies de esponjas y equinodermos antes señaladas, que solo se han encontrado en esta área, u otras especies que puedan surgir. Este es un aspecto difícil de abordar, ya que depende más bien del resultado de estudios científicos que se puedan realizar en otras áreas. En cualquier caso, dada su relevancia para la singularidad del LIC, conviene tenerlo muy en cuenta.

Los resultados del análisis de ADN ambiental han mostrado que su uso, en lugar de verse como un reemplazo de los métodos de monitoreo tradicionales, debe considerarse como un método complementario para estudiar la diversidad de las

comunidades biológicas y la abundancia de sus especies. Al menos de momento, a la espera de que se mejoren las bases de datos genéticos, a día de hoy incompletas. Por ello, la asignación a nivel de especie es de baja fiabilidad, siendo este uno de los principales factores que actualmente limitan el alcance de la identificación de especies con este método. También hay que considerar la dificultad de aplicar este método en el medio marino, muy especialmente en ambientes tan localizados, pero a la vez abiertos, como pueden ser los montes submarinos. Estos probablemente sean uno de los ecosistemas que plantean un mayor desafío, debido a la relación tan estrecha entre el volumen, la dinámica y las propiedades físico-químicas del agua de mar, que afectan la dispersión, dilución y conservación del ADN. En cualquier caso, al ser un método de estudio no intrusivo, muy apropiado para el muestreo en ecosistemas vulnerables y áreas marinas protegidas, se deberá seguir mejorando su aplicación, especialmente por lo que se refiere a la llamada biodiversidad oculta (*dark diversity*), que consta principalmente de especies móviles, raras, evasivas, amenazadas y difíciles de recolectar mediante métodos tradicionales de muestreo.

Se debería mejorar la información sobre la huella pesquera de determinadas flotas, que no ha podido ser estudiada en profundidad durante el proyecto INTEMARES. Es el caso de la pesca con nasas de profundidad, palangre de fondo y artes menores. La reciente incorporación de las cajas verdes en la flota artesanal de las Islas Baleares, debe permitir en el futuro realizar un cartografiado detallado de sus áreas e intensidad de pesca. Esta carencia de información es todavía más acusada por lo que respecta a la pesca recreativa. Cualquier mejora en este sentido, tanto procedente de encuestas y datos recopilados en puertos, clubs náuticos, federaciones, etc. y, sobretodo, del Diari de Pesca Recreativa será de gran utilidad. Esto último es una aplicación de telefonía móvil impulsada por el Govern de les Illes Balears que, entre otras cosas, permite a los pescadores recreativos declarar su actividad en la reservas marinas de las Islas Baleares. Para más información:

https://www.caib.es/sites/reservesmarines/ca/aplicacia_mabil_diari_de_pesca_recreativa/.

Un aspecto a tener muy en cuenta para la elaboración del plan de gestión del LIC es el conocimiento científico del impacto que genera las principales actividades humanas, principalmente la pesca, en las especies, comunidades y hábitats bentónicas de especies interés para la conservación. Esta información es básica para poder plantear propuestas de medidas para controlar, eliminar o mitigar los posibles efectos negativos de estas actividades.

Por lo que respecta a la pesca de arrastre, se dispone de información de su impacto potencial en determinados HIC de las Islas Baleares, como es el caso de los fondos de algas rojas y/o Maërl/rodolitos (Ordines *et al.*, 2017; Farriols *et al.*, 2022). También los resultados de la comparación preliminar de las comunidades epi- y necto-bentónicas de los caladeros de gamba roja en los fondos adyacentes a AM y EB (explotados vs. no explotados, respectivamente), aportan información, aunque preliminar, del impacto de esta pesquería en los fondos del talud medio. Además, hay muchos otros estudios que han evaluado el impacto de la pesca de arrastre en los ecosistemas bentónicos Mediterráneo.

Una situación similar se da en el caso de la pesca de langosta con trasmallo, cuyo impacto en las especies y hábitats bentónicos ha sido evaluado recientemente en el LIC Canal de Menorca (Massutí *et al.*, 2023). No obstante, no se dispone de información científica sobre el impacto potencial de la pesca con nasas de profundidad y palangre de fondo. Por ello, se debería abordar un estudio que permita estimar los efectos negativos de estos artes de pesca, que se utilizan principalmente en el HIC 1170 de las cimas y laderas de los tres montes submarinos. El hecho de que en el 69% de los transectos de video submarino realizados con ROV, principalmente en los fondos rocosos de las laderas de estos montes, se haya observado restos de artes y aparejos de pesca, principalmente nasas y palangres (Massutí *et al.*, 2022a), sugiere que este impacto puede ser importante.

También puede ser de utilidad para el desarrollo de los planes de gestión, llevar a cabo un análisis de impulsores, presiones, estado, impacto y respuesta (DPSIR, por sus siglas en inglés). Este tipo de análisis permite una valoración del coste/beneficio de

implementar figuras de protección derivadas de la zonificación, en relación con su posible impacto económico y/o social. Para ello se requiere identificar los elementos clave (p.ej. especies y HIC), así como todas las actividades y presiones que pueden actuar sobre ellos y con qué intensidad. Los análisis DPSIR pueden proporcionar indicadores útiles para estimar el impacto de las decisiones políticas, tomadas o por tomar en el futuro, así como los procesos involucrados en esta toma de decisiones, desde su origen hasta los cambios potenciales que desencadenan en el medioambiente y en la sociedad.

Señalar, por último, la necesidad de elaborar un programa de seguimiento científico del LIC, destinado a evaluar la evolución de los elementos claves para la conservación de sus especies, comunidades y hábitats, así como la efectividad de la implementación de medidas de gestión. De esta forma se podrá desarrollar una verdadera gestión adaptativa, coherente con la variabilidad a corto, medio y largo plazo que pueda haber en los ecosistemas marinos, no solo como consecuencia de la aplicación del plan de gestión sino también en el actual contexto de cambio global. Para ello, sería conveniente suscribir acuerdos y/o encomiendas de gestión entre las autoridades competentes e instituciones que puedan realizar este seguimiento científico. En particular se deberían tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos: (i) evaluación del impacto de la pesca, especialmente por lo que se refiere al uso de nasas de profundidad y palangre de fondo sobre hábitats de especial interés para su conservación; (ii) evaluación de la pesca recreativa; (iii) identificación de posibles estaciones centinela para la evaluación del estado de conservación de especies y hábitats del LIC; y (iv) puesta en marcha y desarrollo de su seguimiento científico.

6. Referencias bibliográficas

- Abdul Malak D., Livingstone S.R., Pollard D., Polidoro B.A., Cuttelod A., Bariche M., Bilecenoglu M., Carpenter K.E., Collette B.B., Francour P., Goren M., Kara M.H., Massutí E., Papaconstantinou C. & Tunesi L., 2011. Overview of the Conservation Status of the Marine Fishes of the Mediterranean Sea. IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain: 61 pp.
- Abelló P., Carbonell A. & Torres P., 2002. Biogeography of epibenthic crustaceans on the shelf and upper slope off the Iberian Peninsula Mediterranean coasts: Implications for the establishment of natural management areas. *Scientia Marina*, 66(Suppl. 2): 183-198. doi:10.3989/scimar.2002.66s2183
- Acosta J., Muñoz A., Herranz P., Palomo, C., Ballesteros M., Vaquero M. & Uchupi E., 2001. Geodynamics of the Emile Baudot Escarpment and the Balearic Promontory, western Mediterranean. *Marine and Petroleum Geology*, 18: 349–369.
- Acosta J., Canals M., López-Martínez J., Muñoz A., Herranz P., Urgeles R., Palomo C. & Casamor J.L., 2002. The Balearic Promontory geomorphology (western Mediterranean): Morphostructure and active processes. *Geomorphology*, 49(3-4): 177-204. doi:10.1016/S0169-555X(02)00168-X
- Acosta J., Canals M., Carbo A., Martín A.M., Urgeles R., Muñoz-Martín A. & Uchupi E., 2004 Sea floor morphology and Plio-Quaternary sedimentary cover of the Mallorca Channel, Balearic Islands, western Mediterranean. *Marine Geology*, 206: 165–179.
- Acosta J., 2005. El Promontorio Balear: Morfología Submarina Y Recubrimiento Sedimentario. Ph.D. Thesis, University of Barcelona: Barcelona, Spain.
- Aguilar R., López Correa M., Calcinaí B., Pastor X., de La Torriente A. & Garcia S., 2011. First records of *Asbestopluma hypogea* Vacelet and Boury-Esnault, 1996 (Porifera, Demospongiae Cladorhizidae) on seamounts and in bathyal settings of the Mediterranean Sea. *Zootaxa*, 2925: 33-40. doi:10.11646/zootaxa.2925.1.3
- Aguilar R., Serrano A., García S., Álvarez H. & Blanco J., 2020. Fons blans profunds a Cabrera I voltants. In: Grau A.M., Fornós J.J., Mateu G., Oliver P.A. & Terrasa B. (Eds.). Arxipèlag de Cabrera: Història Natural. *Monogr. Soc. Hist. Nat. Balears*, 30: 393-423.
- Altuna A. & Polisenò A., 2019. Taxonomy, genetics and biodiversity of mediterranean deep-sea corals and cold-water corals. In: Orejas C., & Jiménez C. (Eds.). Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future. *Coral Reefs of the World*, 9: 121-156. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91608-8_14

- Álvarez E., 2016. Llista vermella dels invertebrats marins del mar Balear. Illes Balears: Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca: 218 pp.
- Amado-Filho G.M., Moura R.L., Bastos A.C., Salgado L.T., Sumida P.Y., Guth A.Z., Francini-Filho R.B., Pereira-Filho G.H., Abrantes D.P., Brasileiro P.S., Bahia R.G., Leal R.N., Kaufman L., Kleypas J.A., Farina M. & Thompson F.L., 2012. Rhodolith beds are major CaCO₃ bio-factories in the tropical South West Atlantic. *PLoS One*, 7(4):e35171. doi: 10.1371/journal.pone.0035171
- Amores A., Rueda L., Montserrat S., Guijarro B., Pascual C. & Massutí E., 2014. Influence of the hydrodynamic conditions on the accessibility of *Aristeus antennatus* and other demersal species to the deep water trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 138: 203-210. doi:10.1016/j.jmarsys.2013.11.014.
- Arnaud-Haond S., Van den Beld I.M.J., Becheler R., Orejas C., Menot L., Frank N., Grehan A. & Bourillet J.F., 2017. Two "pillars" of cold-water coral reefs along Atlantic European margins: Prevalent association of *Madrepora oculata* with *Lophelia pertusa*, from reef to colony scale, *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 145: 110-119. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.07.013>.
- Azzopardi L. & Schembri P.J., 2000. Vermetid crusts from the Maltese Islands (Central Mediterranean). *Marine-Life*, 7: 7-16.
- Báez J.C., Macías D., Camiñas J.A., Ortiz de Urbina J.M., García-Barcelona S., Bellido J.J. & Real R., 2013. By-catch frequency and size differentiation in loggerhead turtles as a function of surface longline gear type in the western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(5): 1423-1427.
- Báez J.C., García-Barcelona S., Camiñas J.A. & Macías D., 2019. Fishery strategy affects the loggerhead sea turtle mortality trend due to the longline bycatch. *Fisheries Research*, 212: 21-28.
- Bakran-Petricioli T., 2011. Mapping and monitoring of marine habitats in Croatia in the European perspectives of Habitat Directive. *Book of Abstracts of the 46th European Marine Biology Symposium*. 12-16 September 2011, Rovinj (Croatia). pp. 184.
- Balbín R., López-Jurado J.L., Flexas M.M., Reglero P., Vélez-Velchí P., González-Pola C., Rodríguez J.M., García A. & Alemany F., 2014. Interannual variability of the early summer circulation around the Balearic Islands: driving factors and potential effects on the marine ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 138: 70-81. doi: 10.1016/j.jmarsys.2013.07.004
- Barberá C., Bordehore C., Borg J.A., Glémarec M., Grall J., Hall-Spencer J.M., De La Huz C.D.,

- Lanfranco E., Lastra M., Moore P.G., Mora J., Pita M.E., Ramos-Esplá A.A., Rizzo M., Sánchez-Mata A., Seva A., Schembri P.J. & Valle C., 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maërl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 65-76.
- Barberá C., Moranta J., Ordines F., Ramón M., de Mesa A., Díaz-Valdés M., Grau A.M. & Massutí E., 2012. Biodiversity and habitat mapping of Menorca Channel (western Mediterranean): implications for conservation. *Biodiversity Conservation*, 21: 701-728.
- Barberá C., Arcos J.M., Druet M., Grinyó J., Requena S., Gili J.M., Mallol S., Balbín R. & Campillos M., 2014. Canal de Menorca. Proyecto LIFE+ INDEMARES Technical Report. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid: 116 pp.
- García-Barcelona S., Ortiz de Urbina J.M., de La Serna J.M., Alot E. & Macías D., 2010. Seabird bycatch in Spanish Mediterranean large pelagic longline fisheries, 2000-2008. *Aquatic Living Resources*, 23(4): 363-371. doi:10.1051/alr/2010022
- Barrientos N., Vaquer-Sunyer R. & Ports IB, 2021a. Numero de amarres en puertos deportivos. En: Vaquer-Sunyer R. y N. Barrientos (Ed.). Informe Mar Balear. <https://informemarbalear.org/es/presiones/imb-presions-numeros-amarres-esp.pdf>
- Barrientos N., Vaquer-Sunyer R. & Autoridad Portuaria de Baleares, 2021b. Buques en puertos. En: Vaquer-Sunyer R. y N. Barrientos (Ed.). Informe Mar Balear. <https://informemarbalear.org/es/presiones/imb-bucs-a-ports-esp.pdf>.
- Rodríguez-Basalo A., Delgado F., Ortega E., López P., Rodríguez F.J., 2019. High resolution spatial distribution for the hexactinellid sponges *Asconema setubalense* and *Pheronema carpenteri* in the Central Cantabrian Sea. *Frontiers in Marine Science*, 8: 612761.
- Bayne B., 1976. Marine mussels, their ecology and physiology. Cambridge University Press, London: 506 pp.
- Bengtsson L. & Enell M., 1986. Chemical analysis. In: Berglund, B.E. (Ed.), Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeo-hydrology. John Wiley & Sons Ltd., Chichester: pp. 423-451.
- Bertrand J.A., de Sola L.G., Papaconstantinou C., Relini G. & Souplet A., 2002. The general specifications of the MEDITS surveys. *Scientia Marina*, 66(S2): 9-17.
- BIOMAËRL Team. 1999. Final Report BIOMAËRL project: Maërl biodiversity; functional structure and anthropogenic impacts. Coordinator: P.G. Moore, University Marine Biological Station Millport, Scotland.

- Bo M., Di Camillo C.G., Addamo A.M., Valisano L. & Bavestrello G., 2009. Growth strategies of whip black corals (Cnidaria: Antipatharia) in the Bunaken Marine Park (Celebes Sea, Indonesia). *Marine Biodiversity Records*, 2: e54.
- Bo M., Canese S., Spaggiari C., Pusceddu A., Bertolino M., Angiolillo M., Giusti M., Loreto M.F., Salvati E., Greco S. & Bavestrello G., 2012. Deep Coral Oases in the South Tyrrhenian Sea. *PLoS One*, 7 (11): e49870. doi: 10.1371/journal.pone.0049870
- Bo M., Bava S., Canese S., Angiolillo M., Cattaneo-Vietti R. & Bavestrello G., 2014a. Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Biological Conservation*, 171: 167-176. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.011>
- Bo M., Cerrano C., Canese S., Salvati E., Angiolillo M., Santangelo G. & Bavestrello G., 2014b. The coral assemblages of an off-shore deep Mediterranean rocky bank (NW Sicily, Italy). *Marine Ecology*, 35 (3): 332-342. doi: 10.1111/maec.12089
- Bo M., Bavestrello G., Angiolillo M., Calcagnile L., Canese S., Cannas R., Cau A., D'Elia M., D'Orlando F., Follesa M.C., Quarta G. & Cau A., 2015. Persistence of pristine deep-sea coral gardens in the Mediterranean Sea (SW Sardinia). *PLoS One*, 10(3):e0119393. doi: 10.1371/journal.pone.0119393
- Bologna P.A., 2006. Assessing within habitat variability in plant demography, faunal density, and secondary production in an eelgrass (*Zostera marina* L.) bed. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 329(1): 122-134.
- Blott S. & Pye K., 2001. GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 1237-1248.
- Bosc E., Bricaud A. & Antoine D., 2004. Seasonal and interannual variability in algal biomass and primary production in the Mediterranean Sea, as derived from 4 years of SeaWiFS observations. *Global Biogeochemical Cycles*, 18(1): 17 pp. doi:10.1029/2003gb002034
- Borja Á., Elliott M., Carstensen J., Heiskanen A-S. & van de Bund W., 2010. Marine management-Towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives. *Marine Pollution Bulletin*, 60: 2175-2186.
- Bordhore C., Ramos-Esplá A.A. & Riosmena-Rodríguez R., 2003. Comparative study of two maerl beds with different otter trawling history, southeast Iberian Peninsula. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 43-54.
- Boury-Esnault N., Vacelet J., Dubois M., Goujard A., Fourt M., Pérez T. & Chevaldonné P., 2017. New hexactinellid sponges from deep Mediterranean canyons. *Zootaxa*, 4236: 118-134.

- doi:10.11646/zootaxa.4236.1.6.
- Box A., 2008. Ecología de Caulerpales: Fauna y Biomarcadores. PhD Thesis, University of the Balearic Islands.
- Bremner J., 2008. Species traits and ecological functioning in marine conservation and management. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366: 37-47. doi:10.1016/j.jembe.2008.07.007.
- Brito, A. & Ocaña O., 2004. Corales de las Islas Canarias. Antozoos con esqueleto de los fondos litorales y profundos. Francisco Lemus Editor: 477 pp.
- Brotons J., 2015. Catxalots a Balears: una cultura amenaçada. *En: Llibre verd de protecció d'espècies a les Balears*. Govern de les Illes Balears, Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori. *Monografies Societat d'Història Natural de les Balears*, 20: 151-162.
- Brotons J.M., Cerdà M., Pirotta E., Álvarez D. & Rendell L., 2022. Identificación de una zona de cría de cachalote (*Physeter macrocephalus*) en aguas abiertas del norte de Menorca, hábitat crítico a proteger. *In: Pons G.X., del Valle L., McMinn M., Pinya S. & Vicens D. (Eds.). Llibre de ponències i comunicacions de les VIII Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*: 387-390.
- Bruno J.F. & Kennedy C.W., 2000. Patch-size dependent habitat modification and facilitation on New England cobble beaches by *Spartina alterniflora*. *Oecologia*, 122: 98-108.
- Buhl-Mortensen L., Vanreusel A., Gooday A.J., Levin L.A., Priede I.G., Buhl-Mortensen P., Gheerardyn H., King N.J. & Raes, M., 2010. Biological structures as a source of habitat heterogeneity and biodiversity on the deep ocean margins. *Marine Ecology*, 31(1): 21-50.
- Buhl-Mortensen L. & Mortensen P.B., 2005. Distribution and diversity of species associated with deep-sea gorgonian corals off Atlantic Canada. *In: Freiwald A. & Roberts J.M. (Eds.). Cold-Water Corals and Ecosystems*. Erlangen Earth Conference Series. Springer, Berlin, Heidelberg: 849-879.
- Burgos J. M., Buhl-Mortensen L., Buhl-Mortensen P., Ólafsdóttir S. H., Steingrund P., Ragnarsson S.Á & Skagseth, Ø., 2020. Predicting the distribution of indicator taxa of vulnerable marine ecosystems in the arctic and sub-arctic waters of the Nordic Seas. *Frontiers in Marine Science*, 7: 131. doi: 10.3389/fmars.2020.00131
- Canals M., Serra J. & Riba O., 1982. Toponimia de la Mar Catalano-Balear. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 26: 169-194.
- Canals M. & Ballesteros E., 1997. Production of carbonate particles by phytobenthic communities on the Mallorca-Menorca shelf, northwestern Mediterranean Sea. *Deep Sea*

- Research Part II*, 44: 611-629.
- Camiñas J.A., Kaska Y., Hochscheid S., Casale P., Panagopoulou A., Báez J.C., Otero M.M., Numa C. & Alcázar E., 2020. Conservation of marine turtles in the Mediterranean Sea. IUCN, Malaga, Spain: 22 pp.
- Carbonara P., Zupa W., Follesa M.C., Cau A., Capezzuto F., Chimienti G. & Maiorano P., 2020. Exploring a deep-sea vulnerable marine ecosystem: *Isidella elongata* (Esper, 1788) species assemblages in the Western and Central Mediterranean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 166: 103406
- Carpine C. & Grasshoff M., 1975. Les gorgonaires de la Méditerranée. *Bulletin de l'Institut Océanographique*, Monaco, 7(430): 1-140.
- Cartes J.E., Maynou F., Morales-Nin B., Massuti E. & Moranta J., 2001. Trophic structure of a bathyal benthopelagic boundary layer community south of the Balearic Islands (southwestern Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 215: 23-35. doi:10.3354/MEPS215023
- Cartes J.E., Elizalde M. & Sorbe J.C., 2001. Contrasting life-histories, secondary production, and trophic structure of Peracarid assemblages of the bathyal suprabenthos from the Bay of Biscay (NE Atlantic) and the Catalan Sea (NW Mediterranean). *Deep Sea Research*, 48: 2209-2232.
- Cartes J.E., Grèmare A., Maynou F., Villora-Moreno S. & Dinet A., 2002. Bathymetric changes in the distributions of particulate organic matter and associated fauna along a deep-sea transect down the Catalan sea slope (northwestern Mediterranean). *Progress in Oceanography*, 53: 29-56.
- Cartes J.E., Lolocono C., Mamouridis V., López-Pérez C. & Rodríguez P., 2013. Geomorphological, trophic and human influences on the bamboo coral *Isidella elongata* assemblages in the deep Mediterranean: to what extent does *Isidella* form habitat for fish and invertebrates? *Deep Sea Research Part I*, 76:52–65.
- Cartes J.E., Díaz-Viñolas D., González-Irusta J.M., Serrano A., Mohamed S. & Lombarte A., 2022. The macrofauna associated to the bamboo coral *Isidella elongata*: to what extent the impact on isideidae affects diversification of deep-sea fauna. *Coral Reefs*, 41(4): 1273-1284.
- Casalbore D., 2018. Volcanic Islands and Seamounts. In: Micallef A., Krastel S, & Savini A. (Eds.). *Submarine Geomorphology*. Springer Geology: 333-347.
- Castellan G., Angeletti L., Taviani M. & Montagna P., 2019. The Yellow Coral *Dendrophyllia cornigera* in a Warming Ocean. *Frontiers in Marine Science*, 6: 1-9. 10.3389/fmars.2019.00692
- Cau A., Follesa M.C., Moccia D., Bellodi A., Mulas A., Bo M., Canese S., Angiolillo M., & Cannas

- R., 2017. *Leiopathes glaberrima* millennial forest from SW Sardinia as nursery ground for the small spotted catshark *Scyliorhinus canicula*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27(3): 731-735. <https://doi.org/10.1002/aqc.2717>
- Cavanagh R.D. & Gibson C., 2007. El estado de conservación de los peces cartilaginosos (Condictrios) del Mediterráneo. UICN, Gland (Suiza) y Málaga (España): 37 pp
- Cerrano C., Bastari A., Calcinai B., Di Camillo C., Pica D., Puce S., Valisano L. & Torsani F., 2019. Temperate mesophotic ecosystems: gaps and perspectives of an emerging conservation challenge for the Mediterranean Sea, *The European Zoological Journal*, 86(1): 370-388. doi: 10.1080/24750263.2019.1677790
- Chen J., Song H., Guan Y., Yang S., Pinheiro L.M., Bai Y., Liu B. & Geng M., 2015. Morphologies, classification and genesis of pockmarks, mud volcanoes and associated fluid escape features in the northern Zhongjiannan Basin, South China Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 122: 106-117.
- Chimienti G., Bo M., Taviani M., & Mastrototaro F., 2019. Occurrence and Biogeography of Mediterranean Cold-Water Corals. In: Orejas C. & Jiménez C. (Eds.). *Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future*. Springer International Publishing: 213-243. https://doi.org/10.1007/978-3-319-916088_19
- Chimienti G., De Padova D., Mossa M. & Mastrototaro F., 2020. A mesophotic black coral forest in the Adriatic Sea. *Scientific Reports*, 10(1): e8504. 10.1038/s41598-020-65266-9
- Chimienti G., Terraneo T.I., Vicario S., Marchese F., Purkis S.J., Abdulla Eweida A., Rodrigue M. & Benzoni F., 2022. A new species of *Bathypathes* (Cnidaria, Anthozoa, Antipatharia, Schizopathidae) from the Red Sea and its phylogenetic position. *Zookeys*, 1116: 1-22. doi: 10.3897/zookeys.1116.79846
- Coll M., Piroddi C., Steenbeek J., Kaschner K., Ben Rais Lasram F., Aguzzi J., Ballesteros E., Bianchi C.N., Corbera J., Dailianis T. & Danovaro R., 2010. The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. *PLoS One*, 5(8): e11842. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>
- Colloca F., Cardinale M., Belluscio A. & Ardizzone G., 2003. Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56(3-4): 469-480.
- Colloca F., Carpentieri P., Balestri E. & Ardizzone G.D., 2004. A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata, Crinoidea). *Marine Biology*, 145: 1129-1142.

- Coma R., Ribes M., Gili J.M. & Huges R.N., 2001. The ultimate opportunists: consumers of seston *Marine Ecology Progress Series*, 219: 305-308.
- Félix-Torrilla G., Pujol-Cunill X., García-Vendrell M., Colomar-Costa V., Ramos-Torrens I. & Grau-Jofre A., 2022. Esdeveniments de nidificació de tortugues marines a les Illes Balears: un nou repte per a la conservació de la tortuga babaua (*Caretta caretta*). In: Pons G.X., del Valle L., McMinn M., Pinya S. & Vicens D. (Eds.). Llibre de ponències i comunicacions de les VIII Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears: 391-393.
- Corbera G., Lo Iacono C., Gràcia E., Grinyó J., Pierdomenico M., Huvenne V., Aguilar R. & Gili J.M., 2019. Ecological characterisation of a Mediterranean cold-water coral reef: Cabliers Coral Mound Province (Alboran Sea, western Mediterranean). *Progress In Oceanography*. 175: 245-262. [10.1016/j.pocean.2019.04.010](https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.04.010)
- Connor D.W., Gilliland P.M., Golding N., Robinson P., Todd D. & Verling E., 2006. UK-SeaMap: the mapping of seabed and water column features of UK Seas. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, ISBN 978-1-86107-590-1.
- Clark M.R., Rowden A.A., Schlacher T., Williams A., Consalvey M., Stocks K.I., Rogers A.D., O'Hara T.D., White M., Shank T.M. & Hall-Spencer J.M., 2010. The ecology of seamounts: structure, function, and human impacts. *Annual Review of Marine Science* 2: 253-78. doi: [10.1146/annurev-marine-120308-081109](https://doi.org/10.1146/annurev-marine-120308-081109)
- Clark M.R., Schlacher T.A., Rowden A.A., Stocks K.I. & Consalvey M., 2012. Science Priorities for Seamounts: Research Links to Conservation and Management. *PLoS One*, 7: e29232.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N., 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). PRIMER-E, Plymouth.
- D'Amen M., Rahbek C., Zimmermann N. E. & Guisan A., 2017. Spatial predictions at the community level: From current approaches to future frameworks. *Biological Reviews*, 92, 169-187. <https://doi.org/10.1111/brv.12222>
- D'Onghia G., Maiorano P., Carlucci R., Capezzuto F., Carluccio A., Tursi A. & Sion L., 2012. Comparing deep-sea fish fauna between coral and non-coral "megahabitat" in the Santa Maria di Leuca coldwater coral province (Mediterranean Sea). *PloS One*, 7 (9): e44509.
- D'Onghia G., Calculli C., Capezzuto F., Carlucci R., Carluccio A., Grehan A., Indennitate A., Maiorano P., Mastrototaro F., Pollice A., Russo T., Savini A., Sion L. & Tursi A., 2017. Anthropogenic impact in the Santa Maria di Leuca cold-water coral province (Mediterranean Sea): observations and conservation straits. *Deep Sea Research Part II*, 145: 87-101.
- De Clippele L.H., Buhl-Mortensen P. & Buhl-Mortensen L., 2015. Fauna associated with cold

- water gorgonians and sea pens. *Continental Shelf Research*, 105: 67-78.
- De Goeij, J. M., Van Oevelen, D., Vermeij, M. J., Osinga, R., Middelburg, J. J., De Goeij, A. F., & Admiraal, W., 2013. Surviving in a marine desert: the sponge loop retains resources within coral reefs. *Science*, 342(6154): 108-110.
- De Juan S. & Demestre M., 2012. A Trawl Disturbance Indicator to quantify large scale fishing impact on benthic ecosystems. *Ecological Indicators*, 18: 183-190.
- De la Torriente A., Aguilar R., Serrano A., García S., Fernández L.M., García Muñoz M., Punzón A., Arcos J.M. & Sagarminaga R., 2014. Sur de Almería - Seco de los Olivos. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Fundación Biodiversidad, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: 102 pp.
- De la Torriente A., Serrano A., Fernández-Salas L.M., García M. & Aguilar R., 2018. Identifying epibenthic habitats on the Seco de los Olivos Seamount: Species assemblages and environmental characteristics. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 135: 9-22. doi:10.1016/j.dsr.2018.03.015
- De la Torriente A., González-Irusta J.M., Aguilar R., Fernández-Salas L.M., Punzón A. & Serrano A., 2019. Benthic habitat modelling and mapping as a conservation tool for marine protected areas: A seamount in the western Mediterranean. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(5): 732-750. doi:10.1002/aqc.3075
- De la Torriente A., Aguilar R., González-Irusta J.M., Blanco M. & Serrano A., 2020. Habitat forming species explain taxonomic and functional diversities in a Mediterranean Seamount. *Ecological Indicators*, 118: 106747.
- Deidun A., Andaloro F., Bavestrello G., Canese S., Consoli P., Micallef A., Romeo T. & Bo M., 2014. First characterization of a *Leiopathes glaberrima* (Cnidaria: Anthozoa: Antipatharia) forest in Maltese exploited fishing grounds. *Italian Journal of Zoology*, 82: 1-10.
- De Vogelaere A. P., Burton E. J., Trejo T., King C. E., Clague D. A., Tamburri M. N., Cailliet G.M., Kochevar R.E. & Douros W.J., 2005. Deep-sea corals and resource protection at the Davidson Seamount, California, USA. In: Freiwald A. & Roberts J.M. (Eds.). Cold-water Corals and Ecosystems. Springer, Erlangen Earth Conference Series: 1189-1198.
- DGP, 2023. Pesca recreativa a les Illes Balears. Direcció General de Pesca, Govern de les Illes Balears: 45 pp. <https://www.caib.es/govern/rest/arxiu/5737654>
- Díaz de Neira J.A. & Gil-Gil J., 2013. Ascription of the island of Ibiza to the Prebetic of Alicante (Betic Range, Spain) after correlation of Lower Cretaceous sedimentary successions. *Cretaceous Research*, 41: 194-209.

<https://doi.org/10.1016/J.CRETRES.2012.12.007>

- Díaz J.A., Ramírez-Amaro S. & Ordines F., 2021. Sponges of Western Mediterranean seamounts: New genera, new species and new records. *PeerJ* 9, e11879.
- Díaz J. A., Ordinas F., Farriols M.T., Melo-Aguilar C. & Massutí E., 2024a. Sponge assemblages in fishing grounds and seamounts of the Balearic Islands (western Mediterranean). *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 203: 104211.
- Díaz J.A., Ordines F., Massutí E. & Cárdenas P., 2024b. From caves to seamounts: the hidden diversity of tetractinellid sponges from the Balearic Islands, with the description of eight new species. *PeerJ*, 12: e16584. <https://doi.org/10.7717/peerj.16584>
- Díaz J.A., Ordines F. & Massutí E., 2024c. First record of the recently described *Axinella venusta* Idan, Shefer, Feldstein & Ilan, 2021 (Demospongiae: Axinellidae) in the western Mediterranean. *Cahiers de Biologie Marine*, In press.
- Diaz S. & Cabido M., 2001. Vive la Difference: Plant Functional Diversity Matters to Ecosystem Processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 646-655. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02283-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02283-2)
- Díaz del Río V., Bruque G., Fernández-Salas L.M., Rueda, J.L., González, E., López, N., Palomino, D., López, F.J., Farias, C., Sánchez, R., Vázquez, J.T., Rittierott, C.C., Fernández, A., Marina, P., Luque, V., Oporto, T., Sánchez, O., García, M., Urra, J., Bárcenas, P., Jiménez, M.P., Sagarminaga, R., Arcos, J.M., 2014. Volcanes de fango del golfo de Cádiz. Proyecto LIFE + INDEMARES, Fundación Biodiversidad, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: 128 pp.
- Dieuzeide R., 1960. Les fonds chalutables a 600 m. par le Travers de Castiglione. Recherchers sur la faces a *Isidella elongata*. *Bulletin Travaux Station Aquiculture et Pêche Castiglione*, 2: 9–86.
- Domínguez M., Fontán A., Rivera J. & Ramón M., 2013. Caracterización del ecosistema bentónico de la plataforma costera del área comprendida entre SaDragonera, Cabrera y el Cap de SesSalines (Mallorca). Informe proyecto DRAGONSAL, Instituto Español de Oceanografía, 223 pp.
- Domínguez-Carrió C., Requena S. & Gili J.M., 2014. Sistema de Cañones Submarinos Occidentales del Golfo de León. Proyecto LIFE+INDEMARES, Fundación Biodiversidad, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: 100 pp.
- Dominguez-Carrió C., Riera J.LI., Robert K., Zabala M., Requena S., Gori A., Orejas C, Lo Iacono C., Estournel C, Corbera G., Ambroso S., Uriz M.J., López-González P.J., Sardá R. & Gili J.M.,

2022. Diversity, structure and spatial distribution of megabenthic communities in Cap de Creus continental shelf and submarine canyon (NW Mediterranean), *Progress in Oceanography*, 208: 102877. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102877>
- Dominguez-Carrió C., 2018. ROV-based ecological study and management proposals for the offshore marine protected area of Cap de Creus (NW Mediterranean). PhD Thesis Universitat de Barcelona.
- Donnan D.W. & Moore P.G., 2003a. International Workshop on the conservation and management of maërl: Introduction. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems*, 13: S1-S3.
- Donnan D.W. & Moore P.G., 2003b. International Workshop on the conservation and management of maërl: Conclusions. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems*, 13: S77-S78.
- Downie A.L., Piechaud N., Howell K., Barrio Froján C., Sacau M. & Kenny A., 2021. Reconstructing baselines: use of habitat suitability modelling to predict pre-fishing condition of a vulnerable marine ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, 78: 2784–2796.
- Driussi O., Briaïs A. & Maillard A., 2015. Evidence for transform motion along the South Balearic margin and implications for the kinematics of opening of the Algerian basin. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 186(4-5): 353-370.
- Dremière P.Y., Fiorentini L., Cosimi G., Leonori I., Sala A. & Spagnolo A., 1999. Escapement from the main body of the bottom trawl used for the Mediterranean international trawl survey (MEDITS). *Aquatic Living Resources*, 12(3): 207-217.
- Dulvy N.K., Allen D.J., Ralph G.M. & Walls, R.H.L., 2016. The conservation status of sharks, rays, and chimaeras in the Mediterranean Sea. IUCN, Málaga, Spain: 14 pp.
- Duris Z., 1996. Penaeid and caridean shrimps collected during Soviet expeditions 1974-1980 to the Mediterranean area. *6th Colloquium Crustacea Decapoda Mediterranea*, Florence, Italy: pp. 12-15.
- EC DG Environment, 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats. European Commission, DG Environment, Nature ENV B.3: 144 pp.
- Edwards D.C. & Moore C.G., 2009. Reproduction in the sea pen *Funiculina quadrangularis* (Anthozoa: Pennatulacea) from the west coast of Scotland. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 82(1): 161-168.
- Emig C.C., 1987. Offshore brachiopods investigated by submersible. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 108: 261-273.

- Engel J. & Kvitek R., 1998. Effects of otter trawling on a benthic community in Monterey Bay National Marine Sanctuary. *Conservation Biology*, 12: 1204-1214.
- Estrada M., 1996. Primary production in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina* 60(Suppl. 2): 55-64.
- Everett R.A., 1994. Macroalgae in marine soft-sediment communities: effects on benthic faunal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 175: 253-274.
- Etheve N., de Lamotte D.F., Mohn G., Martos R., Roca E. & Blanpied C., 2016. Extensional vs. contractional Cenozoic deformation in Ibiza (Balearic Promontory, Spain): Integration in the West Mediterranean back-arc setting. *Tectonophysics*, 682: 35-55.
- EUROMODEL Group, 1995. Progress from 1989 to 1992 in understanding the circulation of the Western Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, 18: 255-271.
- Fabri M.C., Pedel L., Beuck L., Galgani F., Hebbeln D. & Freiwald A., 2014. Megafauna of vulnerable marine ecosystems in French Mediterranean submarine canyons: spatial distribution and anthropogenic impacts. *Deep-Sea Research Part II*, 104: 184-207.
- FAO, 2009. Report of the Technical Consultation on International Guidelines for the Management of Deep-Sea Fisheries in the High Seas. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome: 92 pp
- Farriols M.T., Ordines F., Hidalgo M., Guijarro B. & Massutí E. 2015. N₉₀ index: A new approach to biodiversity based on similarity and sensitive to direct and indirect fishing impact. *Ecological Indicators*, 52: 245-255. [10.1016/j.ecolind.2014.12.009](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.12.009)
- Farriols M.T., Ordines F., Somerfield P.J., Pasqual C., Hidalgo M., Guijarro B. & Massutí E., 2017. Bottom trawl impacts on Mediterranean demersal fish diversity: Not so obvious or are we too late? *Continental Shelf Research*, 137: 804-102. doi:10.1016/j.csr.2016.11.011
- Farriols M.T., Ordines F., & Massutí E., 2021. Discards reduction of non-commercial benthic species from a simple net modification. *Fisheries Research*, 241: 105985 <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105985>
- Farriols M.T., Irlinger C., Ordines F., Palomino D., Marco-Herrero E., Soto-Navarro J., Jordà G., Mallol S., Díaz D., Martínez-Carreño N., Díaz J.A., Fernandez-Arcaya U., Joher S., Ramírez-Amaro S., de la Ballina N., Vázquez J.T. & Massutí E., 2022. Recovery Signals of Rhodoliths Beds since Bottom Trawling Ban in the SCI Menorca Channel (Western Mediterranean). *Diversity*, 14: 20. <https://doi.org/10.3390/d14010020>
- Fernández de Puellas M.L.F., Valencia J., Jansá J. & Morillas A., 2004. Hydrographical characteristics and zooplankton distribution in the Mallorca channel (Western

- Mediterranean): spring 2001. *ICES Journal of Marine Science*, 61(4): 654-666.
- Ferragut F., Farriols M.T., Guijarro B., Ordines F. & Sobrado X., 2021. Caracterització i tipificació de les captures de la flota peninsular d'embarcacions professionals de pesca d'arrossegament de fons que pesquen als caladors de les Illes Balears. Informe Final Projecte FOGAIBA: 19 pp.
- Fielding A.H. & Bell J.F., 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24: 38-49.
- Fiorentini L., Dremière P.Y., Leonori I., Sala A. & Palumbo V., 1999. Efficiency of the bottom trawl used for the Mediterranean international trawl survey (MEDITS). *Aquatic Living Resources*, 12(3): 187-205.
- Folk R.L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. *Journal of Geology*, 62(4): 344-359
- Folk R. & Ward W., 1957. Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3-27.
- Foster M.S., 2001. Rhodoliths: between rocks and soft places. *Journal of Phycology*, 37: 659-667.
- Forest J., 1965. Campagnes du Professeur Lacaze-Duthiers aux Balears Juin 1953 et Aout 1954 Crustaces Decapodes. *Vie et Milieu*, 16,: 325-413.
<https://eurekamag.com/research/038/039/038039972.php>
- Franklin J., 2010. Moving beyond static species distribution models in support of conservation biogeography. *Diversity and Distributions*, 16: 321-330.
- Freiwald A., Fossa J.H., Grehan A., Koslow T. & Roberts J.M., 2004. Cold-water Coral Reefs. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
- Freiwald A., Fossa J.H., Grehan A., Koslow T. & Roberts J.M., 2004. Cold Water Coral Reefs: Out of Sight - No Longer Out of Mind. UNEP-WCMC, Cambridge, UK: 124 pp.
https://resources.unep-wcmc.org/products/WCMC_RT145
- Freiwald A. & Roberts J.M. (Eds.), 2005. Cold-Water Corals and Ecosystems. Erlangen Earth Conference Series, Springer-Verlag: 1243 pp.
- Galil B. & Zibrowius H., 1998. First benthos samples from Eratosthenes Seamount, eastern Mediterranean. *Senckenbergiana Maritima*, 28(4-6), 111-121. doi:10.1007/BF03043142
- García-Barcelona S., Ortiz de Urbina J.M., de la Serna J.M., Alot E. & Macías D., 2010. Seabird bycatch in Spanish Mediterranean large pelagic longline fisheries, 2000-2008. *Aquatic Living Resources*, 23: 363-371.
- García-Raso J.E., 1996. Crustacea Decapoda (Excl. Sergestidae) from Ibero-Moroccan Waters.

- Results of Balgim-84 Expedition. *Bulletin of Marine Science*, 58(3): 730-752.
- García-Rodríguez M. & Esteban A., 1999. On the biology and fishery of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), (Decapoda, Dendrobranchiata) in the Ibiza Channel (Balearic Islands, Spain). *Scientia Marina*, 63(1): 27-37.
- García-Rodríguez M., Esteban A. & Pérez Gil J.L., 2000. Considerations on the biology of *Plesionika edwardsii* (Brandt, 1851) (Decapoda, Caridea, Pandalidae) from experimental trap catches in the Spanish western Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 64: 369-379.
- Garrabou J., Coma R., Bensoussan N., Bally M., Chevaldonné P., Cigliano M., Diaz D., Harmelin J.G., Gambi M.C., Kersting D.K., Ledoux J.B., Lejeusne C., Linares C., Marschal C., Pérez T., Ribes M., Romano J.C., Serrano E., Teixido N., Torrents O., Zabala M., Zuberer F. & Cerrano C., 2009. Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology*, 15: 1090-1103.
- Gerovasileiou V., Smith C.J., Kiparissis S., Stamouli C., Dounas C. & Mytilineou C., 2019. Updating the distribution status of the critically endangered bamboo coral *Isidella elongata* (Esper, 1788) in the deep Eastern Mediterranean Sea. *Regional Studies in Marine Science* 28: 100610.
- GFCM, 2019. Resolution GFCM/43/2019/6 on the establishment of a set of measures to protect vulnerable marine ecosystems formed by cnidarian (coral) communities in the Mediterranean Sea. General Fisheries Commission for the Mediterranean, FAO: 7 pp. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/mul201702.pdf>
- GFCM, 2022. Report of the Working Group on Vulnerable Marine Ecosystems and Essential Fish Habitats (WGVME-EFH). FAO HQ, Rome (Italy), 22-24 March 2022: 31 pp.
- Gili J.M. & Coma R. 1998. Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine food webs. *Trends in Ecological Evolution*, 13: 316-321.
- Gili J.M. & Pagés F., 1987. Pennatuláceos (Cnidaria, Anthozoa) recolectados en la plataforma continental catalana. (Mediterráneo occidental). *Miscel·lània Zoològica*, 11: 25-39.
- Giuliani S., Virno Lamberti C., Sonni C. & Pellegrini D., 2005. Mucilage impact on gorgonians in the Tyrrhenian sea. *Science of The Total Environment*, 353(1-3): 340-349. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.09.023>
- Giusti M., Bo M., Bavestrello G., Angiolillo M., Salvati E. & Canese S., 2012. Record of *Viminella flagellum* (Alcyonacea: Ellisellidae) in Italian waters (Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity Records*, 5: e34. doi:10.1017/S1755267211000510
- Giusti M., Bo M., Angiolillo M., Cannas R., Cau A., Follesa M.C. & Canese S., 2017. Habitat

- preference of *Viminella flagellum* (Alcyonacea: Ellisellidae) in relation to bathymetric variables in southeastern Sardinian waters, *Continental Shelf Research*, 138: 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2017.03.004>
- González-Irusta J.M., Cartes J.E., Punzón A., Díaz D., de Sola L.G. & Serrano A., 2022. Mapping habitat loss in the deep-sea using current and past presences of *Isidella elongata* (Cnidaria: Alcyonacea). *ICES Journal of Marine Science*, 79: 1888-1901. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac123>
- Gómez-Ballesteros M., Vazquez J.T., Palomino D., Rovere M., Bo M., Alessi J., Fiori C. & Würtz M., 2015. Seamounts and Seamount like Structures of the Western Mediterranean. In: Würtz M. & Rovere M. (Eds.). Atlas of the Mediterranean Seamounts and Seamount-like Structures. IUCN: Gland (Switzerland), Málaga (Spain): pp. 59–109.
- Gofas S., Goutayer, J., Luque A.A., Salas C. & Templado J., 2014. Espacio Marino de Alborán. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Fundación Biodiversidad, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: 129 pp.
- Gofas S., Rueda J.L.; Salas C. & Díaz del Río V., 2010. A new record of the giant deep-sea oyster *Neopycnodonte zibrowii* in the Gulf of Cadiz (South-western Iberian Peninsula). *Marine Biodiversity Records*, 3: 1-4.
- González-García E., Mateo-Ramírez Á., Urra J., Farias C., Marina P., Lozano P., López-González P.J., Megina C., Raso J.E.G., Gofas S. & López E., 2020. Composition, structure and distribution of epibenthic communities within a mud volcano field of the northern Gulf of Cádiz in relation to environmental variables and trawling activity. *Journal of Sea Research*, 160: 101892.
- Gordoa A, Rouyer T & Ortiz M., 2017. Review and update of the French and Spanish purse seine size at catch for the Mediterranean bluefin tuna fisheries 1970-2010. *ICCAT Collective Volume of Scientific Paper*, 75(6): 1622-1633. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00490/60191/>
- Gori A., Rossi S., Linares C., Berganzo E., Orejas C., Dale M.R.T. & Gili J.M., 2011. Size and spatial structure in deep versus shallow populations of the Mediterranean gorgonian *Eunicella singularis* (Cap de Creus, northwestern Mediterranean Sea). *Marine Biology*, 158: 1721-1732.
- Gori A., Orejas C., Madurell T., Bramanti L., Martins M., Quintanilla E., Marti-Puig P., Lo Iacono C., Puig P., Requena S., Greenacre M. & Gili J.M., 2013. Bathymetrical distribution and size structure of cold-water coral populations in the Cap de Creus and Lacaze-Duthiers canyons (northwestern Mediterranean). *Biogeosciences*, 10: 2049–2060. <https://doi.org/10.5194/bg->

[10-2049-2013](#)

- Gori A., Bavestrello G., Grinyó J., Dominguez-Carrió C., Ambroso S. & Bo M., 2017. Animal forests in deep coastal bottoms and continental shelves of the Mediterranean Sea. *In*: Rossi, S., Bramanti L., Gori A. & Orejas C. (Eds.). *Marine Animal Forests*. Springer: pp. 207-233. doi:10.1007/978-3-319-17001-5
- Gori A., Grinyó J., Dominguez-Carrió C., Ambroso S., López-González P., Gili J.M., Bavestrello G. & Bo M., 2019. Gorgonian and Black Coral Assemblages in Deep Coastal Bottoms and Continental Shelves of the Mediterranean Sea. *In*: Orejas C. & Jiménez C. (Eds.). *Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future*. Springer Nature, pp. 245-248. doi:10.1007/978-3-319-91608-8_20
- Grasshoff M., 1989. The straits of Gibraltar as a faunistic barrier: the gorgonaceans, pennatulaceans, and antipatharians of the BALGIM cruise (Cnidaria: Anthozoa). *Senckenberg. Maritima*, 20 (5-6): 201-223.
- Grau A.M., Mayol J., Oliver J., Riera F. & Riera M.I., 2015. *Llibre vermell dels peixos de les Illes Balears*. Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca, Govern de les Illes Balears: 150 pp.
- Greathead C.F., Donnan D.W., Mair J.M. & Saunders G.R., 2007. The sea pens *Virgularia mirabilis*, *Pennatula phosphorea* and *Funiculina quadrangularis*: Distribution and conservation issues in Scottish waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87: 1095-1103.
- Grinyó J., Gori A., Ambroso S., Purroy A., Calatayud C., Dominguez-Carrió C., Coppari M., Lo Iacono C., López-González P.J. & Gili J.M., 2016. Diversity, distribution and population size structure of deep Mediterranean gorgonian assemblages (Menorca Channel, Western Mediterranean Sea). *Progress in Oceanography*, 145: 42-56. doi:10.1016/j.pocean.2016.05.001
- Grinyó J., Gori A., Greenacre M., Requena S., Canepa A., Lo Iacono C., Ambroso S., Purroy A. & Gili J.M., 2018. Megabenthic assemblages in the continental shelf edge and upper slope of the Menorca Channel, Western Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*, 162: 40-51. doi:10.1016/j.pocean.2018.02.002
- Grinyó J., Francescangeli M., Santín A., Ercilla G., Estrada F., Mecho A., Fanelli E., Costa C., Danovaro R., Company J.B., Sobrino I., Valencia J. & Aguzzi J., 2022. Megafaunal assemblages in deep-sea ecosystems of the Gulf of Cadiz, northeast Atlantic Ocean, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 183: 103738.

<https://doi.org/10.1016/j.dsr.2022.103738>.

- Guijarro B., 2016. Informe Ejecutivo Campaña LIROBAL_0516: B/O *Ángeles Alvariño*, 23-26 Mayo 2016. Instituto Español de Oceanografía: 6 pp.
- Guijarro B., Ordines F. & Massutí E., 2017. Improving the ecological efficiency of the bottom trawl fishery in the Western Mediterranean: It's about time! *Marine Policy*, 83: 204-214. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.06.007>
- Guijarro B., F. Ordines, C. Pasqual, M. Valls, A. Quetglas & Massutí E., 2020. La pesca de ròssec al voltant de l'arxipèlag de Cabrera. In: Grau A.M., Fornós J.J., Mateu G., Oliver P. & Terrasa B. (Eds.). Arxipèlag de Cabrera: Història Natural. *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 30: 375-391.
- Hall-Spencer J.M., Grall J., Moore P.G. & Atkinson R.J.A., 2003. Bivalve fishing and maërl bed conservation in France and the UK – retrospect and prospect. *Aquatic Conservation: Marine and Fresh water Ecosystems*, 13: S33–S41.
- Hastie T. & Tibshirani R., 1990. Generalized additive models. *London: Chapman and Hall*.
- Hebbeln D., Wienberg C., Beuck L. Freiwald A., Wintersteller P. & Cruise Participants, 2009. Report and preliminary results of RV *Poseidon* cruise POS 385: Cold-water corals of the Alboran Sea. Reports of the Department of Geosciences, University of Bremen: 79 pp.
- Heiri O., Lotter A. & Lemcke G., 2001. Loss on Ignition as a Method for Estimating Organic and Carbonate Content in Sediments: Reproducibility and Comparability of Results. *Journal of Paleolimnology*, 25: 101-1010.
- Hentschel U., Hopke J., Horn M., Friedrich A.B., Wagner M., Hacker J. & Moore B.S., 2002. Molecular evidence for a uniform microbial community in sponges from different oceans. *Applied and Environmental Microbiology*, 68: 4431–4440.
- Hiddink J.G., Jennings S., Kaiser M.J., Queirós A.M., Duplisea D.E. & Piet G.J., 2006. Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production and species richness in different habitats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 736: 721-736.
- Hill T.M., Myrvold C.R., Spero H.J. & Guilderson T.P., 2014. Evidence for benthic-pelagic food web coupling and carbon export from California margin bamboo coral archives. *Biogeosciences*, 11: 3845-3854.
- Hinz H., Prieto V. & Kaiser M.J., 2009. Trawl disturbance on benthic communities: chronic effects and experimental predictions. *Ecological Applications*, 19: 761-773.
- Hogg M.M., Tendal O.S., Conway K.W., Pomponi S.A., VanSoest R.W.M., Gutt J., Krautter M. & Roberts J.M., 2010. Deep-sea Sponge Grounds: Reservoirs of Biodiversity. *UNEP Regional*

- Seas Report and Studies*, 189: 84 pp.
- Hovland M. & Judd A.G., 1988. Seabed Pockmarks and Seepages: Impact on Geology, Biology and the Marine Environment. Graham and Trotman Ltd, London: 293 pp.
- Hovland M., Heggland R., de Vries M.H. & Tjelta TI, 2010. Unit-Pockmarks and their potential significance for predicting fluid flow. *Marine and Petroleum Geology*, 27, 1190-1199. doi:10.1016/j.marpetgeo.2010.02.005
- Lampietro P. & Kvittek R., 2002. Quantitative seafloor habitat classification using GIS terrain analysis: Effects of data density, resolution, and scale. Proceedings of the 22nd Annual ESRI User Conference. San Diego (California), 8-12 July.
<http://proceedings.esri.com/library/userconf/proco2/>
- INTEMARES, 2014. Propuesta de inclusion de tres nuevos hábitats marinos en el Anejo I de la Directiva Hábitats. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Fundación Biodiversidad, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: 84 pp.
- IUCN, 2019. Conservation Overview of Mediterranean Deep-Sea Biodiversity: A Strategic Assessment. IUCN, Gland (Switzerland) and Malaga (Spain): 122 pp.
- Jenness J. 2002. Surface Areas and Ratios from Elevation Grid (surfgrids.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.2. Jenness Enterprises: 29 pp.
http://www.jennessent.com/arcview/arcview_extensions.htm
- Jennings S., Lancaster J.E., Woolmer A., Cotter A.J., 1999. Distribution, diversity and abundance of epibenthic fauna in the North Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79: 385–399.
- Joher S., Ballesteros E., Cebrian E., Sánchez N. & Rodríguez Prieto C., 2012. Deep-water macroalgal-dominated coastal detritic assemblages on the continental shelf off Mallorca and Menorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Botanica Marina*, 55: 485-497.
- Joher S., Ballesteros E. & Rodríguez-Prieto C., 2015. Contribution to the knowledge of some deep coastal detritic communities from the continental shelf off the Balearic Islands, Western Mediterranean. *Mediterranean Marine Science*, 16: 573-590.
- Joher S., Martínez S. & Rodríguez-Prieto C., 2022. Bionomic study of the detritic bottoms dominated by macroalgae from the southern coast of Mallorca (Balearic Islands). *Botanica Marina*; 66(1): 37-51. <https://doi.org/10.1515/bot-2022-0043>
- Jones C.G., Lawton J.H. & M. Shachak, 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 29: 373-386.
- Jordà G., Marbà N. & Duarte C.M., 2012. Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate

- warming. *Nature Climate Change*, 2: 821-824. <http://doi.org/10.1038/nclimate1533>
- Judd A. & Hovland M., 2007. Seabed Fluid Flow: the Impact on Geology, Biology and the Marine Environment. *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Juza M., Mourre B., Renault L., Gómara S., Sebastián K., Lora S., Beltran J.P., Frontera B., Garau B., Troupin C., Torner M., Heslop E., Casas B., Escudier R., Vizoso G. & Tintoré J., 2016. SOCIB operational ocean forecasting system and multi-platform validation in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Operational Oceanography*, 9: s155–s166. <https://doi.org/10.1080/1755876X.2015.1117764>
- Kaiser M.J., Collie J.S., Hall S.J., Jennings S., Poiner I.R., 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: Prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3(2): 114-136. doi:10.1046/j.1467-2979.2002.00079.x
- Kovačić M., Ramírez-Amaro S., Farriols M.T. & Ordines F. The Second Record of *Gymnesigobius medits* Kovačić, Ordines, Ramirez-Amaro & Schliewen, 2019, the Deepest Benthic Gobiiform Species, and the Additional Records of *Gobius xoriguer* Iglésias, Vukić & Šanda, 2021 (Actinopterygii: Gobiiformes: Gobiidae). *Fishes*, 8: 331. <https://doi.org/10.3390/fishes8060331>
- Krieger K.J. & Wing B.L., 2002. Megafauna associations with deepwater corals (*Primnoa* spp.) in the Gulf of Alaska. *Hydrobiologia*, 471:1–3. <https://doi.org/10.1023/A:1016597119297>
- La Violette P.E., Tintoré J. & Font J., 1990. The surface circulation of the Balearic Sea. *Journal of Geophysical Research*, 95(2): 1559–1568. doi:10.1029/JC095iCo2p01559.
- Landis, J. R., & Koch, G. G., 1977. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Larsson A.I. & Purser A., 2011. Sedimentation on the cold-water coral *Lophelia pertusa*: Cleaning efficiency from natural sediments and drill cuttings. *Marine Pollution Bulletin*, 62:1159–1168.
- Lauria V., Garofalo G., Fiorentino F., Massi D., Milisenda G., Piraino S., Russo T. & Gristina M., 2017. Species distribution models of two critically endangered deep-sea octocorals reveal fishing impacts on vulnerable marine ecosystems in central Mediterranean Sea. *Scientific Reports*, 7: 1–14.
- Lo Iacono C., Savini A., Huvenne V.A. & Gràcia E., 2019. Habitat mapping of cold-water corals in the Mediterranean Sea. In: Orejas C. & Jiménez C. (Eds.). *Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future*. Springer Nature, pp. 157-171.
- Logan A., Bianchi C., Morri C. & Zibrowius H., 2004. The present-day Mediterranean brachiopod fauna: Diversity, life habits, biogeography and paleobiogeography. *Scientia Marina*, 68: 163-

170.

Long D., 2006. BGS detailed explanation of seabed sediment modified folk classification. MESH (Mapping European Seabed Habitats). Available at:

http://www.searchmesh.net/PDF/GMHM_Detailed_explanation_of_seabed_sediment_classification.pdf

López García M.J., Millot C., Font J. & García-Ladona E., 1994. Surface circulation variability in the Balearic Basin. *Journal of Geophysical Research*, 99: 3285-3296.

López Jurado J.L., 1990. Masas de agua alrededor de las Islas Baleares. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6(2): 3-20.

López-Jurado J.L., Marcos M. & Monserrat S., 2008. Hydrographic conditions affecting two fishing grounds of Mallorca island (Western Mediterranean): during the IDEA Project (2003-2004). *Journal of Marine Systems*, 71(3-4): 303-315. doi:10.1016/j.jmarsys.2007.03.007

Lozano P., Rueda J.L., Gallardo-Núñez M., Farias C., Urra J., Vila Y, López-González N., Palomino D., Sánchez-Guillamón O., Vázquez J.T. & Fernández-Salas L.M., 2020. Habitat distribution and associated biota in different geomorphic features within a fluid venting area of the Gulf of Cádiz (Southwestern Iberian Peninsula, Northeast Atlantic Ocean). In: Harris P.T. & Baker, E. (Eds.). *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat*. 2nd Edition. Elsevier Science, pp. 847-861.

Maldonado M., Ribes M. & Van Duyl F.C., 2012. Nutrient fluxes through sponges: Biology, budgets, and ecological implications. *Advances in Marine Biology*, 62: 114-182.

Maldonado M., Aguilar R., Blanco J., García S., Serrano A. & Punzón A., 2015. Aggregated clumps of lithistid sponges: A singular, reef-like bathyal habitat with relevant paleontological connections. *PLoS One*, 10: e0125378. doi:10.1371/journal.pone.0125378

Mann K.H. & Lazier J.R.N., 1997. *Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans*. 2nd edition. Oxford: Blackwell Science Limited: 394 pp.

Marco-Herrero E., Ramón M., Ramírez-Amaro S., Sánchez Guillamón O., Ordines F., López-Rodríguez C., Farriols M.T., Vazquez J.T. & Massutí E., 2022. New Deep-Sea Molluscan Records from Mallorca Channel Seamounts (North-Western Mediterranean). *Diversity*, 14: 928. doi:10.3390/d14110928

Marín P., Aguilar R., Garcia S. & Fournier N., 2012. A complementary approach for the Mediterranean N2000 in open and deep sea. *OCEANA*: 17 pp.

Marín P., Aguilar R., García S. & Pardo E., 2011. *Montañas Submarinas de las Islas Baleares: Canal de Mallorca. Propuesta de protección para Ausias March, Emile Baudot y Ses Olives*. OCEANA: Washington, USA: 60 pp.

- Marriott P., Tracey D.M., Bostock H., Hitt N. & Fallon S.J., 2020. Ageing Deep-Sea Black Coral *Bathypathes patula*. *Frontiers in Marine Science*, 7: 479. doi:10.3389/fmars.2020.00479
- Martín P., Muntadas A., de Juan S., Sánchez P. & Demestre M., 2014. Performance of a northwestern Mediterranean bottom trawl fleet: How the integration of landings and VMS data can contribute to the implementation of ecosystem-based fisheries management. *Marine Policy*, 43: 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.05.009>
- Martinelli M., Zacchetti L., Belardinelli A., Domenichetti F., Scarpini P., Penna P., Medvešek D., Isajlović I. & Vrgoč N., 2023. Changes in Abundance and Distribution of the Sea Pen, *Funiculina quadrangularis*, in the Central Adriatic Sea (Mediterranean Basin) in Response to Variations in Trawling Intensity. *Fishes* 8(7): 347. <https://doi.org/10.3390/fishes8070347>
- Massutí E., Renones O. & Carbonell A., 1993. À propos de la présence de *Trachyscorpia cristulata echinata* (Koehler, 1896) en Méditerranée nord-occidentale. *Cybium*, 17: 223-228. <https://sfi-cybium.fr/en/node/1984>
- Massutí E. & Reñones O., 2005. Demersal resource assemblages in the trawl fishing grounds off the Balearic Sea Islands (Western Mediterranean). *Scientia Marina*, 69: 167-181.
- Massutí M. & Oliver P., 1975. Iniciación al estudio de nuevos fondos de arrastre en el talud continental de las Islas Baleares. *Publicaciones Técnicas de la Dirección General de Pesca Marítima*, 11: 153-168.
- Massutí M., 1981. Resultados de la campaña de prospección pesquera “BAUDOT.8106” en el talud continental del sureste de Mallorca. Informe Técnico Instituto Español de Oceanografía: 59 pp.
- Massutí E., Keller S., Frank A., Farriols M.T., Ferragut F., Joher J & Ordinas F., 2022a. Huella Pesquera en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental). Informe Instituto Español de Oceanografía, Proyecto LIFE IP INTEMARES: 66 pp.
- Massutí E., Sánchez-Guillamón O., Farriols M.T., Palomino D., Frank A., Bárcenas P., Rincón B., Martínez-Carreño N., Keller S., López-Rodríguez C., Díaz J.A., López-González N., Marco-Herrero E., Fernandez-Arcaya U., Valls M., Ramírez-Amaro S., Ferragut F., Joher S., Ordinas F. & Vázquez J.-T., 2022b. Improving Scientific Knowledge of Mallorca Channel Seamounts (Western Mediterranean) within the Framework of Natura 2000 Network. *Diversity*, 14: 4. <https://doi.org/10.3390/d14010004>
- Massutí E., Mallol S., Díez S., Farriols M.T., Ordines F. & Díaz D., 2023. Diagnóstico del impacto de las actividades humanas y del cambio climático sobre la RN2000 marina y propuestas

- para controlar, eliminar o mitigar sus efectos: Pesca profesional. Plataforma Continental del LIC Canal de Menorca. Informe Instituto Español de Oceanografía, Proyecto LIFE IP INTEMARES: 232 pp.
- Mastrototaro F., D'Onghia G., Corriero G., Matarrese A., Maiorano P., Panetta P., Gherardi M., Longo C., Rosso A., Sciuto F., Sanfilippo R., Gravili C., Boero F., Taviani M. & Tursi A., 2010. Biodiversity of the White Coral Bank off Cape Santa Maria Di Leuca (Mediterranean Sea): An Update. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 57: 412–30. doi: 10.1016/j.dsr2.2009.08.021
- Mastrototaro F., Chimienti G., Acosta J., Blanco J., Garcia S., Rivera J. & Aguilar, R., 2017. *Isidella elongata* (Cnidaria: Alcyonacea) facies in the western Mediterranean Sea: Visual surveys and descriptions of its ecological role. *European Journal of Zoology*, 84: 209–225.
- Mateo-Ramírez A., Urra J., Rueda J.L., Marina P. & García Raso J.E., 2018. Decapod assemblages associated with shallow macroalgal communities in the northwestern Alboran Sea: Microhabitat use and temporal variability. *Journal of Sea Research*, 135: 84-94. doi:10.1016/j.seares.2018.02.009
- Maurin C., 1968. Écologie ichtyologique des fonds chalutables atlantiques de la baie ibéro-marocaine à la Mauritanie et de la Méditerranée occidentale. *Revue Travaux Institut de Pêches Maritimes*, 32 (1): 130 pp.
- Maynou F. & Cartes J.E., 2012. Effects of trawling on fish and invertebrates from deep-sea coral facies of *Isidella elongata* in the western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92: 1501–1507.
- Maynou F. & Cartes J.E., 2000. Community structure of bathyal decapod crustaceans off south-west Balearic Islands (western Mediterranean): Seasonality and regional patterns in zonation. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80(5): 789-798. doi:10.1017/S0025315400002769
- McFadden C., Ofwegen L. & Quattrini A., 2022. Revisionary systematics of Octocorallia (Cnidaria: Anthozoa) guided by phylogenomics. *Bulletin of the Society of Systematic Biologists*, 1(3): 1-79. <https://doi.org/10.18061/bssb.v1i3.8735>
- Merella P., Alemany F., Carbonell A. & Quetglas A., 1998. Fishery and biology of Norway lobster *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae) in Mallorca (western Mediterranean). *Journal of Natural History*, 32: 1631-1640.
- Merella P., Alemany F. & Grau A., 1998. New data on the occurrence of *Pontinus kuhlii* (Bowdich, 1825) (Osteichthyes: Scorpaenidae) in the western Mediterranean. *Scientia*

- Marina*, 62(1-2): 177-179. doi:10.3989/scimar.1998.62n1-2177
- Michez N., Fourt M., Aish A., Bellan G., Bellan-Santini D., Chevaldonné P., Fabri M.C., Goujard A., Harmelin J.G., Labrune C., Pergent G., Sartoretto S., Vacelet J. & Verlaque M., 2014. Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée. Version 2. Muséum National d'Histoire Naturelle: 26 pp.
- Millot C., 1999. Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 20(1-4): 423-442. doi:10.1016/S0924-7963(98)00078-5
- Montero I., Cohen-Sánchez A. & Box A., 2022a. Resultados preliminares de la evaluación temporal de las capturas de *Palinurus elephas* en las Islas de Ibiza y Formentera. In: Pons G.X., del Valle L., McMinn M., Pinya S. & Vicens D. (Eds.). Llibre de ponències i comunicacions de les VIII Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears: 428-430.
- Montero I., Cohen-Sánchez A., Pantoja J., Marí V. & Box A., 2022b. Seguimiento de la pesquería de gerret (*Spicara smaris*) mediante artes de tiro (gerretera) en la Isla de Ibiza durante el período 2013-2022. In: Pons G.X., del Valle L., McMinn M., Pinya S. & Vicens D. (Eds.). Llibre de ponències i comunicacions de les VIII Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears: 409-412.
- Montero I., Gómez M., Cohen-Sánchez A., Pantoja J., Marí V. & Box A., 2022c. Evolución de las Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la pesca de *Spicara smaris* durante el período 2013-2022. Aplicación de modelos de pesquerías pobres en datos. In: Pons G.X., del Valle L., McMinn M., Pinya S. & Vicens D. (Eds.). Llibre de ponències i comunicacions de les VIII Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears: 413-416.
- Moranta J., Quetglas A., Massutí E., Guijarro B., Hidalgo M. & Diaz P., 2008. Spatio-temporal variations in deep-sea demersal communities off the Balearic Islands (western Mediterranean), *Journal of Marine Systems*, 71(3-4): 346-366.
<https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2007.02.029>.
- Moranta J., Barberá C., Druet M. & Zaragoza N. (Eds.), 2014. Caracterización ecológica de la plataforma continental (50-100 m) del canal de Menorca. Informe final área LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Instituto Español de Oceanografía - Centro Oceanográfico de Baleares (Palma). Coordinación: Fundación Biodiversidad: 504 pp.
- Morales-Nin B., Moranta J., García C., Tugores M.P., Grau A.M., Riera F. & Cerdà M., 2005. The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 727-739.
- Moritz C., Lévesque M, Gravel D., Vaz S, Archambault D., Archambault P., 2013. Modelling

- spatial distribution of epibenthic communities in the Gulf of St. Lawrence (Canada). *Journal of Sea Research*, 78: 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2012.10.009>.
- Morganti T.M., Slaby B. M., de Kluijver A., Busch K., Hentschel U., Middelburg J.J., et al., 2022. Giant sponge grounds of Central Arctic seamounts are associated with extinct seep life. *Nature Communications*, 13(1): 638. doi:10.1038/s41467-022-28129-7
- Morris K., Tyler P.A., Murton B. & Rogers A.D., 2012. Lower bathyal and abyssal distribution of coral in the axial volcanic ridge of the Mid-Atlantic Ridge at 45°N. *Deep-Sea Research I*, 62: 32-39.
- Monserrat S., López-Jurado J.L. & Marcos M., 2008. A mesoscale index to describe the regional circulation around the Balearic Islands. *Journal of Marine Systems*, 71(3-4): 413-420. doi:10.1016/J.JMARSYS.2006.11.012
- Mourre B., Aguiar E., Juza M., Hernandez-Lasheras J., Reyes E., Heslop E., Escudier R., Cutolo E., Ruiz S., Pascual A. & Tintore J., 2018. Assessment of high-resolution regional ocean prediction systems using multi-platform observations: illustrations in the Western Mediterranean Sea. In: Chassignet F., Pascual A., Tintoré J. & Verron J. (Eds.). *New Frontiers in Operational Oceanography*. GODAE Ocean View, pp. 663-694. <https://doi.org/10.17125/gov2018>
- Moragues L., Booth Rea G., Ruano P., Azañón J.M., Gaidi S. & Pérez Peña J.V., 2018. Middle Miocene extensional tectonics in Southeast Mallorca Island (Western Mediterranean). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 31 (2): 101-110.
- Noël P.Y., 1992. Clé préliminaire d'identification des Crustacea Decapoda de France et des principales autres espèces d'Europe. *Secrétariat de la Faune et de la Flore. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Collection Patrimoines Naturels*, 9: 1-145.
- OCEANA, 2008. Propuesta de áreas marinas de importancia ecológica: Atlántico Sur y Mediterráneo Español. OCEANA, Madrid: 127 pp.
- OCEANA, 2015. Expedition 2014 Balearic Islands: Cabrera National Park and Mallorca Channel Seamounts. OCEANA, Washington (USA): 21 pp.
- Huetten E. & Greinert J., 2008. Ocean Floor Observation Protocol. Software controlled guidance, recording and postprocessing of seafloor observations by ROV and other towed devices: The software package OFOP. *Geophysical Research Abstracts*, 10.
- Olivar M.P., Bernal A., Molí B., Peña M., Balbin R., Castellón A., Miquel J. & Massutí E., 2012. Vertical distribution, diversity and assemblages of mesopelagic fishes in the western Mediterranean. *Deep-Sea Research Part I*, 62: 53-69.

- Oliver P., 1983. Los recursos pesqueros del Mediterráneo. Primera Parte: Mediterráneo occidental. *Análisis y Estudios CGPM*, 59: 135 pp.
- Ordines F. & Massuti E., 2009. Relationships between macro-epibenthic communities and fish on the shelf grounds of the western Mediterranean. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19: 370–383. doi: 10.1002/aqc.969
- Ordines F., 2016. Habitats and nekton-benthic communities of the bottom trawl fishery developed on the continental shelf of the Balearic Islands. PhD Thesis, Universitat de les Illes Balears: 226 pp.
- Ordines F., Ramón M., Rivera J., Rodríguez-Prieto C., Farriols M.T., Guijarro B., Pasqual C. & Massutí E., 2017. Why long term trawled red algae beds off Balearic Islands (western Mediterranean) still persist? *Regional Studies in Marine Science*, 15: 39–49.
- Ordines F., Ramírez-Amaro S., Fernandez-Arcaya U., Marco-Herrero E. & Massutí E., 2019. First occurrence of an ophiolidae species in the mediterranean: The high abundances of *Ophiomyces grandis* from the mallorca channel seamounts. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(8): 1817-1823. doi:10.1017/S0025315419000808
- Ordines F., Joher S., Farré M., Farriols M.T., Valls M., de Mesa A., Soldán V., Díaz J.A., Ferragut-Perelló F., Bibiloni-Socias M., Sánchez-Zulueta P., Guijarro B. & Massutí E., 2022. Comunitats explotades per la pesca de ròsec a les Illes Pitiüses. In: Pons G.X., del Valle L., McMinn M., Pinya S. & Vicens D. (Eds.). Llibre de ponències i comunicacions de les VIII Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears: 188-191.
- Ordines F., Ramírez-Amaro S., Calero B., Farriols M.T. & E. Massutí, 2024. A new species of the genus *Ophiomyxa* (Echinodermata: Ophiuroidea: Ophiomyxidae) from the Mallorca Channel seamounts in the western Mediterranean. *Zootaxa*, 5418(2): 159–171.
- Orejas C., Gori A. & Gili J.M., 2008. Growth rates of live *Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata* from the Mediterranean Sea maintained in aquaria. *Coral Reefs*, 27(2): 255. 10.1007/s00338-007-0350-7
- Orejas C., Gori A., Lo Iacono C., Puig P., Gili J.M. & Dale M.R., 2009. Cold-water corals in the Cap de Creus canyon northwestern Mediterranean: spatial distribution density and anthropogenic impact. *Marine Ecology Progress Series*, 397: 37-51.
- Orejas C., Ferrier-Pagès C., Reynaud S., Gori A., Beraud E., Tsounis G., Allemand D. & Gili J. M., 2011. Long-term growth rates of four Mediterranean cold-water coral species maintained in aquaria. *Marine Ecology Progress Series*, 429: 57-65.
- Orejas C., Wienberg C., Titschack J., Tamborrino L., Freiwald A. & Hebbeln D., 2021. *Madrepora*

- oculata* forms large frameworks in hypoxic waters off Angola (SE Atlantic). *Scientific Reports*, 11: 15170. doi:10.11038/541598-15021-94579-15176
- Orejas C. & Gili J.M., 2008. Las comunidades de corales blancos del cañón submarino de Cabo de Creus. *Ambienta*, 82: 51-56.
- Otero M.M., Numa C., Bo M., Orejas C., Garrabou J., Cerrano C., Kružić P., Antoniadou C., Aguilar R., Kipson S., Linares C., Terron-Sigler A., Brossard J., Kersting D., Casado-Amezua P., Garcia S., Goffredo S., Ocaña O., Caroselli E., Maldonado M., Bavestrello G., Cattaneo-Vietti R. & Ozalp B., 2017. Overview of the conservation status of Mediterranean anthozoans. IUCN, Malaga, Spain: 73 pp. 10.2305/IUCN.CH.2017.RA.2.en
- Otero M. & Marin P., 2019. Conservation of Cold-Water Corals in the Mediterranean: Current Status and Future Prospects for Improvement. *In*: Orejas C. & Jiménez C. (Eds.). Mediterranean cold-water corals: past, present and future. Springer Nature, pp. 535-545.
- Otero M. & Mytilineou C. (Eds.), 2022. Deep-sea Atlas of the Eastern Mediterranean Sea. IUCN, Málaga (Spain): 371 pp.
- Palanques A., Guillén J. & Puig P., 2001. Impact of bottom trawling on water turbidity and muddy sediment of an unfished continental shelf. *Limnology and Oceanography*, 46(5): 1100-1110. doi:10.4319/lo.2001.46.5.1100
- Palomino D., Vázquez J.T., Ercilla G., Alonso B., López-González N. & Díaz-Del-Río V., 2011. Interaction between seabed morphology and water masses around the seamounts on the Motril Marginal Plateau (Alboran Sea, Western Mediterranean). *Geo-Marine Letters*, 31: 465–479.
- Pansini M. & Musso B., 1991. Sponges from Trawl-Exploitable Bottoms of Ligurian and Tyrrhenian Seas: Distribution and Ecology†. *Marine Ecology*, 12: 317-329. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.1991.tb00261.x>
- Pardo E., Aguilar R., Garcia S., de la Torriente A. & Ubero J., 2011. Documentacion de arrecifes de corales de agua fria en el Mediterráneo occidental (Mar de Alborán). *Chronica Naturae*, 1: 20–34.
- Péres J.M. & Picard J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Revue et Travaux. Station Marine Endoume*, 31 (47): 83-155.
- Péres J.M., 1985. History of the Mediterranean Biota and the Colonization of the Depths. *In*: Margalef R. (Ed.). Western Mediterranean. Pergamon Press, Oxford, pp. 198-232.
- Péres J.M., 1989. History of the Mediterranean biota and the colonization of the depths. *In*: Por F.D. & Dimentman D. (Eds.). The Legacy of Tethys. Springer Netherlands, pp. 198-232.

- Perez T., Garrabou J., Sartoretto S., Harmelin J.G., Francour P. & Vacelet J., 2000. Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*, 323(10): 853-865.
- Phillips S.J., Dudík M. & Schapire R.E., 2006. Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1).
- Phillips S.J., Anderson R.P. & Schapire R., 2013. Maximum entropy modeling of species geographic distribution. *Ecological Modelling*, 190. 231-259.
doi:10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026.
- Pinot J.M., Tintoré J. & Gomis D., 1995. Multivariate analysis of the surface circulation in the Balearic Sea. *Progress in Oceanography*, 36(4): 343-376. doi:10.1016/0079-6611(96)00003-1
- Pinot J.M., López-Jurado J.L. & Riera M., 2002. The CANALES experiment (1996-1998). Interannual, seasonal, and mesoscale variability of the circulation in the Balearic Channels. *Progress in Oceanography*, 55(3-4): 335-370. doi:10.1016/S0079-6611(02)00139-8
- Pitcher T.J., Morato T., Hart P.J., Clark M.R., Haggan N. & Santos R.S. (Eds.), 2007. *Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation*. Blackwell Publishing, Oxford, United Kingdom: 527 pp.
doi:10.1002/9780470691953
- Pivotto I.D., Nerini D., Masmoudi M., Kara H., Chaoui L. & Aurelle D., 2015. Highly contrasted responses of Mediterranean octocorals to climate change along a depth gradient. *Royal Society Open Science*, 2: 140493. doi:10.1098/rsos.140493
- Ponti M., Perlini R.A., Ventra V., Grech D., Abbiati M. & Cerrano C., 2014. Ecological shifts in Mediterranean coralligenous assemblages related to gorgonian forest loss. *PloS One*, 9(7): e102782.
- Puerta P., Johnson C., Carreiro-Silva M., Henry L.A., Kenchington E., Morato T., Kazanidis G., Rueda J.L., Urra J., Ross S., Wei C.L., González-Irusta J.M., Arnaud-Haond S. & Orejas C., 2020. Influence of water masses on the biodiversity and biogeography of deep-sea benthic ecosystems in the North Atlantic. *Frontiers in Marine Science*, 7: 125. doi: 10.3389/fmars.2020.00239
- Quetglas A., Guijarro B., Ordines F. & Massutí E., 2012. Stock boundaries for fisheries assessment and management in the Mediterranean: the Balearic Islands as a case study. *Scientia Marina*, 76: 17-28.
- Quetglas A., Ordines F., González M., Zaragoza N., Mallol S., Valls M. & de Mesa A., 2013. Uncommon pelagic and deep-sea cephalopods in the Mediterranean: new data and

- literature review. *Mediterranean Marine Science*, 14/1: 69-85. doi:10.12681/mms.320
- Ragonese S., Biondo F. & Vitale S., 2018. A standard procedure for estimating natural mortality (M) at age for the Mediterranean groundfish resources. NTRITPP, sr82: 26 pp.
- Raimundo J., Vale C., Caetano M., Anes B., Carreiro-Silva M., Martins I., de Matos V. & Porteiro F., 2013. Element concentrations in cold-water gorgonians and black coral from Azores region. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 98(PartA): 129-136.
- Ramón M., Abelló P., Ordines F. & Massutí E., 2014. Deep epibenthic communities in two contrasting areas of the Balearic Islands (western Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 132: 54-65.
- Ramos-Guerrero E., Busquets P., Álvarez G. & Vilaplana M., 1990. Fauna coralina de las plataformas mixtas del Paleógeno de las Baleares. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 33: 9-24.
- Reiss H., Kroncke I. & Ehrich S., 2006. Estimating the catching efficiency of a 2-m beam trawl for sampling epifauna by removal experiments. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1453-1464.
- Requena S. & Gili J.M. (Eds.), 2014. Caracterización ecológica del área marina del Canal de Menorca: zonas profundas y semiprofundas (100-400 m). Informe final área LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Instituto de Ciencias del Mar, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Barcelona). Coordinación: Fundación Biodiversidad: 167 pp.
https://www.indemares.es/sites/default/files/informe_final_canal_de_menorca_csic.pdf
- Ribes M., Coma R. & Gili J.M., 1999. Heterogeneous feeding in benthic suspension feeders: the natural diet and grazing rate of the temperate gorgonian *Paramuricea clavata* (Cnidaria: Octocorallia) over a year cycle. *Marine Ecology Progress Series*, 183: 125-137.
- Riera F., 1991. Resultats de la campanya de prospecció pesquera "BAUDOT 9104". Informe Técnico, Direcció General de Pesca, Conselleria d'Agricultura i Pesca, Govern Balear: 28 pp.
- Riosmena-Rodriguez R., Nelson W. & Aguirre J. (Eds.), 2016. Rhodolith/Maerl beds: A Global Perspective. Springer, Coastal Research Library, 15: 368 pp.
- Roark E.B., Guilderson T.P., Dunbar R.B. & Ingram B.L., 2006. Radiocarbon-based ages and growth rates of Hawaiian deep-sea corals. *Marine Ecology-Progress Series*, 327: 1-14.
- Roberts J.M., Wheeler A., Freiwald A. & Cairns S., 2009. Cold-Water Corals: The Biology and Geology of Deep-Sea Coral Habitats. Cambridge University Press, Cambridge: 350 pp.
- Rogers A.D., 1994. The Biology of Seamounts. *Advances in Marine Biology*, 30: 305-350. doi:10.1016/S0065-2881(08)60065-6

- Rueda J.L., Urra J., Gofas S., López-González N., Fernández-Salas L.M. & Díaz-del-Río V., 2012. New records of recently described chemosymbiotic bivalves for mud volcanoes within the European waters (Gulf of Cádiz). *Mediterranean Marine Science*, 13: 262–267.
- Rueda J.L., González-García E., Krutzky C., López-Rodríguez F.J., Bruque G., López-González N., Palomino D., Sánchez R.F., Vázquez J.T., Fernández-Salas L.M. & Díaz del Río V., 2016. From chemosynthesis-based communities to cold-water corals: Vulnerable deep-sea habitats of the Gulf of Cádiz. *Marine Biodiversity* 46: 473–482.
<https://doi.org/10.1007/s12526-015-0366-0>
- Rueda J.L., Urra J., Aguilar R., Angeletti L., Bo M., García-Ruiz C., Gonzalez-Duarte M., López E., Madurell T., Maldonado M., Mateo Ramírez Á., Megina C., Moreira J., Ramalho L., Rosso A., Sitjà C., Taviani M. & Toom U., 2019. Cold-Water Coral Associated Fauna in the Mediterranean Sea and Adjacent Areas. In: Orejas C. & Jiménez C. (Eds.). *Mediterranean cold-water corals: past, present and future*. Springer Nature, pp. 295-333.
- Rueda J.L., Moranta J., Abelló P., Balbín R., Barberá C., Fernández de Puellas M.L., Olivar M.P., Ordines F., Ramón M., Torres A.P., Valls M. & Massutí E., 2014. Body condition of the deep water demersal resources at two adjacent oligotrophic areas of the western Mediterranean and the influence of the environmental features. *Journal of Marine Systems*, 138: 194-202.
doi:10.1016/j.jmarsys.2013.11.018
- Salomidi M., Gerovasileiou V., Stamouli C., Drakopoulou V., Otero M.M., Jimenez C., Kiparissis S., Mytilineou Ch., Papadopoulou N., Smith C.J., Thasitis I., Anastasiadou Ch., Lefkaditou E., Makovsky Y. & Schüller M., 2022. Deep-sea vulnerable benthic fauna. In: Otero M. & Mytilineou C. (Eds.). *Deep-sea Atlas of the Eastern Mediterranean Sea* (19-121 pp.). IUCN, Gland, Malaga, pp. 19-121.
- Sabat F., Gelabert B., Rodriguez-Perea A. & Gimenez J., 2011. Geological structure and evolution of Majorca: implications for the origin of the Western Mediterranean. *Tectonophysics*, 510: 217e238.
- Santín A., Grinyó J., Ambroso S., Uriz M.J., Gori A., Domínguez-Carrió C. & Gili J.M., 2018. Sponge assemblages on the deep Mediterranean continental shelf and slope (Menorca Channel, Western Mediterranean Sea). *Deep-Sea Research*, 131: 75-86.
doi:10.1016/j.dsr.2017.11.003
- Sardà F., Canals M., Tselepidis A., Calafat A., Flexas M.M., Espino M. & Tursi A., 2004. An introduction to Mediterranean deep-sea biology. *Scientia Marina*, 68(Suppl. 3): 7-38.
doi:10.3989/scimar.2004.68s37

- Sartoretto S. & Francour P., 2012. Bathymetric distribution and growth rates of *Eunicella verrucosa* (Cnidaria: Gorgoniidae) populations along the Marseilles coast (France). *Scientia Marina*, 76: 349-355. [10.3989/scimar.03262.16B](https://doi.org/10.3989/scimar.03262.16B).
- STECF, 2006. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries Sub-Group Meeting on Sensitive and Essential Fish Habitats in the Mediterranean Sea (STECF/SGMED-06-01). Unpublished work: 48 pp. https://stecf.jrc.ec.europa.eu/documents/43805/122927/07-o6_SG-MOS+07-02+-+Evaluation+of+Closed+Areas.pdf
- Serrano A., Ruiz J.M., Punzón A., Ordines F., Tello O., Ramos A., Mas J., Garrido D., Rodríguez J.C., González-Irusta J.M. & Farriols M.T., 2012. Estrategia Marina. Demarcación Levantino-Balear. Parte IV. Descriptores del buen estado ambiental. Descriptor 6: Fondos marinos. Evaluación inicial y buen estado ambiental. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 122 pp.
- Sherwood O.A., Jamieson R.E., Edinger E.N. & Wareham V.E., 2008. Stable C and N isotopic composition of cold-water corals from the Newfoundland and Labrador continental slope: examination of trophic, depth and spatial effects. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55: 1392-1402.
- Sitjà C., Maldonado M., Farias C. & Rueda J.L., 2019. Deep-water sponge fauna from the mud volcanoes of the Gulf of Cadiz (North Atlantic, Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(4), 807-831.
- SPA/RAC, 2021. Fifteenth Meeting of SPA/BD Focal Points. Agenda Item 5: Conservation of Species and Habitats Guidelines for the assessment of environmental impact on coralligenous and maërl assemblages. Videoconference, 23-25 June 2021. <https://www.unep.org/unepmap/node/23308>
- SPA/RAC–UN Environment/MAP, 2019: Updated Classification of Benthic Marine Habitat Types for the Mediterranean Region. https://www.rac-spa.org/sites/default/files/doc_fsd/habitats_list_en.pdf
- Spedicato M.T., Massutí E., Mérigot B., Tserpes G., Jadaud A. & Relini G., 2019. The MEDITS trawl survey specifications in an ecosystem approach to fishery management. *Scientia Marina*, 83(S1): 9-20.
- Standaert W., Puerta P., Mastrototaro F., Palomino D., Aguilar R., Ramiro-Sánchez B., Vázquez J.T., Sánchez-Guillamón O., Marin P., Blanco J. & Orejas C., 2023. Habitat Suitability Models of a Critically Endangered Cold-water Coral, *Isidella Elongata*, in the Mallorca Channel. *Thalassas*, 39: 587–600. <https://doi.org/10.1007/s41208-023-00531-y>
- Stirling D.A., Boulcott P., Scott B.E. & Wright P.J., 2016. Using verified species distribution

- models to inform the conservation of a rare marine species. *Diversity and Distributions*, 22: 808–822.
- Smith C.J., Papadopoulou K.N. & Diliberto S., 2000. Impact of otter trawling on an eastern Mediterranean commercial trawl fishing ground. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1340-1351.
- Steller D.L., Riosmena-Rodríguez R., Foster M.S. & Roberts C.A., 2003. Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 13(S1): S5-S20.
- Stone R.P., 2006. Coral habitat in the Aleutian Islands of Alaska: depth distribution, fine-scale species associations, and fisheries interactions. *Coral Reefs*, 25: 229-238.
- Taviani M., Freiwald A., Gofas S., López Correa M., Remia A., Salas C. & Zibrowius H., 2007. Giant oyster growth in the deep Mediterranean Sea. Abstract, HERMES Annual Meeting, March 2007, Faro, Portugal.
- Teichert S., Woelkerling W., Rüggeberg A., Wisshak M., Piepenburg D., Meyerhöfer M., Form A. & Freiwald A., 2014. Arctic rhodolith beds and their environmental controls (Spitsbergen, Norway). *Facies*, 60: 15-37. doi:10.1007/s10347-013-0372-2
- Templado J., Ballesteros E., Galparsoro I., Borja A., Serrano A., Martín L. & Brito A., 2012. Guía Interpretativa. Inventario Español de Hábitats Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid: 229 pp.
- ter Braak C. J. F. & Šmilauer P., 2018. Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.10). Wageningen University & Research.
- Thrush S.F., Gray J.S., Hewitt J.E. & Ugland K.I., 2006. Predicting the effects of habitat homogenization on marine biodiversity. *Ecological Applications*, 16(5): 1636-1642.
- Tintoré J. et al., 2013. SOCIB: the Balearic Islands observing and forecasting system responding to science, technology and society needs. *Marine Technology Society Journal*, 47(1): 101-117. doi:10.4031/MTSJ.47.1.10
- Toma M., Enrichetti F., Bavestrello G., Canese S., Cau A., Andaloro F., Angiolillo M., Greco S. & Bo M., 2022. Brachiopod Fauna from the Deep Mediterranean Sea: Distribution Patterns and Ecological Preferences. *Diversity*, 14: 753. doi:10.3390/d14090753
- Tugores M.P., Ordines F., Guijarro B., García-Ruíz C., Esteban A. & Massutí E., 2019. Essential fish habitats and hotspots of nekto-benthic diversity and density in the western Mediterranean. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(3): 461-471.
- Turner D.L., Jarrard R.D. & Forbes R.B., 1980. Geochronology and origin of the Pratt-Welker

- Seamount Chain, Gulf of Alaska: A new pole of rotation for the Pacific Plate. *Journal of Geophysical Research*, 85(B11): 6547-6556. doi:10.1029/jb085ib11p06547
- Vanney J. R. & Stanley D.J., 1983. Shelfbreak physiography: an overview. In: Stanley D.J. & Moore G.T. (Eds.). *The Shelfbreak: Critical Interface on Continental Margins*. SEPM Special Publication, 33. <https://doi.org/10.2110/pec.83.06>
- Vaquer-Sunyer R. y N. Barrientos (Editores).- 2021. Informe Mar Balear 2021. Resumen. Fundación Marilles, 73 pp. www.informemarbalear.org.
- Vaquer-Sunyer R., N. Barrientos, J. Moranta y J. Valdivielso.- 2021a. Número de turistas y de plazas turísticas. En: Vaquer-Sunyer R. y N. Barrientos (Ed.). Informe Mar Balear. <https://www.informemarbalear.org/es/presiones/imb-n-de-places-turistiques-esp.pdf>
- Vaquer-Sunyer R., N. Barrientos, I. Murray y M. Blázquez.- 2021b. Indicador de presión humana (IPH) de las Islas Baleares. En: Vaquer-Sunyer R. y N. Barrientos (Ed.). Informe Mar Balear. <https://informemarbalear.org/es/presiones/imb-iph-esp.pdf>.
- Vaquer-Sunyer R., N. Barrientos, J. Calvo, ABAQUA, EMAYA y Calvià 2000.- 2021c. Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR). En: Vaquer-Sunyer R. y N. Barrientos (Ed.). Informe Mar Balear. <https://informemarbalear.org/es/presiones/imb-depuradores-esp.pdf>.
- Vaquer-Sunyer R., N. Barrientos, S. Martino y J. Calvo.- 2021d. Plantas desalinizadoras: volumen de agua potable producida y vertidos de salmuera. En: Vaquer-Sunyer R. y N. Barrientos (Ed.). Informe Mar Balear. <https://informemarbalear.org/es/presiones/imb-presiones-dessaladores-esp.pdf>
- Vázquez J.T., Sánchez-Guillamón O., Palomino D., Fernández-Puga M.C., Martínez-Carreño N., Bárcenas-Gascón P., Fernández-Salas L.M., Tello-Antón M.O., Gómez-Ballesteros M., 2022. Deformación del fondo marino en relación con la tectónica cuaternaria en el canal de Mallorca, Promontorio Balear (Mediterráneo Occidental). En: Martín I., Liesa C.L., Alfaro P., Canora C., Ezquerro L., Galindo J., Martínez J.J., Peiro A., Pueyo O. & Simón J.L. (Eds.). *Resúmenes IV Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismología*, Dpto. Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, pp. 133-136.
- Vázquez J.T., Alonso B., Fernández-Puga M.C., Gómez-Ballesteros M., Iglesias J., Palomino D., Roque C., Ercilla G. & Díaz del Río V., 2015. Seamounts along the Iberian continental margins. *Boletín Geológico y Minero*, 126: 483-514.
- Vázquez, J.T., Sánchez-Guillamón, O., Palomino, D., Fernández-Puga, M.C., Martínez-Carreño, N., Bárcenas-Gascón, P., Fernández-Salas, L.M., Tello-Antón, M.O., Gómez-Ballesteros, M. 2022. Deformación del fondo marino en relación con la tectónica cuaternaria en el canal de

- Mallorca, Promontorio Balear (Mediterráneo Occidental). *En*: Martín, I., Liesa, C.L., Alfaro, P., Canora, C., Ezquerro, L., Galindo, J., Martínez, J.J., Peiro, A., Pueyo, O., Simón, J.L. (Eds.) *Resúmenes IV Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismología*, Dpto. Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, pp. 133-136.
- Vertino A., Savini A., Rosso A., Di Geronimo I., Mastrototaro F., Sanfilippo R., Gay G. & Etiope G., 2010. Benthic habitat characterization and distribution from two representative sites of the deep-water SML Coral Province (Mediterranean). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 57(5-6): 380-396.
- Victorero L., Robert K., Robinson L.F., Taylor M.L. & Huvenne V.A.I., 2018. Species replacement dominates megabenthos beta diversity in a remote seamount setting. *Scientific Reports*, 8: 4152. [10.1038/s41598-018-22296-8](https://doi.org/10.1038/s41598-018-22296-8)
- Wagner D., Luck D.G. & Toonen R.J., 2012. The biology and ecology of black corals (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia: Antipatharia). *Advances in Marine Biology*, 63: 67-132. doi: [10.1016/B978-0-12-394282-1.00002-8](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394282-1.00002-8)
- Weinbauer M. & Velimirov B., 1995. Biomass and secondary production of the temperate gorgonian coral *Eunicella cavolini* (Coelenterata: Octocorallia). *Marine Ecology Progress Series*, 121: 211-216.
- Wentworth C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, 30: 377-392.
- Wienberg C., Hebbeln D., Fink H.G., Mienis F., Dorschel B., Vertino A., López Correa M. & Freiwald A., 2009. Scleractinian cold-water corals in the Gulf of Cádiz – first clues about their spatial and temporal distribution. *Deep-Sea Research I*, 56: 1873–1893.
- Witherell D. & Coon C., 2001. Protecting gorgonian corals off Alaska from fishing impacts. *In*: Willison J.H.M., Hall J., Gass S., Kenchington E., Butler M. & Doherty P. (Eds.). *First International Symposium on Deep-Sea Corals*, Ecology Action Centre, Halifax, Nova Scotia, pp. 117-125.
- Wood S.N., 2011. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)*, 73(1): 3-36. doi:[10.1111/j.14679868.2010.00749.x](https://doi.org/10.1111/j.14679868.2010.00749.x)
- Wright E.P., Kemp K., Rogers A.D. & Yesson C., 2015. Genetic structure of the tall sea pen *Funiculina quadrangularis* in NW Scottish sea lochs. *Marine Ecology*, 36: 659-667. <https://doi.org/10.1111/maec.12174>
- Würtz M. & Rovere M. (Eds.), 2012. *Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and*



Governance. IUCN, Gland (Switzerland) and Málaga (Spain): 216 pp.

Würtz M., Rovere M. & Bo M., 2015. Introducing the Mediterranean Seamount Atlas: general aspects. In Atlas of the Mediterranean Seamounts and Seamount-like Structures. *In*: Würtz M. & Rovere M. (Eds.). Atlas of the Mediterranean Seamounts and Seamount-like Structures. IUCN, Gland (Switzerland) and Málaga (Spain), pp. 11-19.

Zariquiey Alvarez R., 1968. Crustáceos Decápodos Ibéricos. *Investigacion Pesquera*, 32(510): 1-83.

7. Glosario

ADCP: Perfilador Acústico de Corrientes Doppler

ANOSIM: *Analysis of Similarities*

AM: Ausias March

AMPs: Áreas marinas protegidas

APM: *Automatic Pockmark Mapping*

ARE: % Arena

ASCII: Formato de archivo para intercambio de información

AUC: *Area Under the Curve*

AVG: *Angle Variable Gain*

AW: Atlantic Waters

BOE: Boletín Oficial del Estado

BPI: *Benthic Position Index*

BPI_F: BPI-fino

BPI_G: BPI-grueso

BT: Patín epi-bentónico

BTM: *Benthic Terrain Modeler*

B/O: Buque Oceanográfico

CDF: Dirección corriente en fondo

CDS: Dirección corriente superficial

CIN: Contenido (%) carbonatos en sedimentación

CITES: Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

CMF: Velocidad máxima corriente de fondo

CMS: Velocidad máxima corriente superficial

CORELAB: Laboratorio de análisis no destructivos de materiales geológicos

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas

CTD: Dispositivo para el registro de Conductividad, Temperatura y Profundidad

CUBE: Batimetría Estimada con Incertidumbre Combinada

CVF: Variabilidad corriente en fondo

CVS: Variabilidad corriente superficial

CXF: Velocidad media corriente fondo

CXS: Velocidad media corriente superficial

DGP: Dirección General de Pesca de las Islas Baleares

DH: Directiva hábitat

EB: Emile Baudot

EDAR: Estación Depuradora de Aguas Residuales

EFH: Essential Fish Habitats

EST: Orientación (*Eastness*)

EU-MAP: Plan plurianual para la pesca demersal en el Mediterráneo occidental

EUNIS: Sistema Europeo de Información sobre la Naturaleza

FAO: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

FNG: % Fango (limo y arcilla)

GAM: *Generalized Additive Models*

GEO: Variables geomorfológicas

GIS: Sistemas de Información Geográfica

GOC-73: Arte de arrastre de fondo experimental campañas MEDITS

GFCM: Comisión General de Pesca para el Mar Mediterráneo

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

GRV: % Grava

HD: *High Definition*

HIC: Hábitat de Interés Comunitario

HIDRO: Variables hidrodinámicas

IACT: Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra de Granada

ICM: Instituto de Ciencias del Mar

IDW: *Inverse Distance Weighted*

IELIG: Inventario Español de Lugares de Interés Geológico

IEO: Instituto Español de Oceanografía

IMMA: Área Importante de Mamíferos Marinos

IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

LARS: Sistema de lanzamiento y recuperación

LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial

LIC: Lugares de Importancia Comunitaria

LIG: Lugar de Interés Geológico

LIW: *Levantine Intermediate Water*

LOI: *Loss on ignition*

LPRE: Lista Patrón de Referencia Española o Inventario Español de Hábitats Marinos
Maxent: Enfoque de máxima entropía para modelar nichos y distribuciones de especies
MEDITS: *International bottom trawl survey in the Mediterranean*
MDS: *Mutidimensional Scaling*
MDT: Modelo digital del terreno
MO: Materia orgánica
MOR: Contenido (%) materia orgánica en sedimento
MST 324: Baliza acústica
NAS: Señales VMS flota nasas
NOR: Orientación (*Northness*)
OFOP: *Ocean Floor Observation Protocol*
ORI: Orientación (*Aspect*)
PAL: Señales VMS flota palangre de fondo
PB: Promontorio Balear
PESCA: Variables de presión pesquera
PEN: Pendiente
PVC: Policloruro de vinilo
PNDB: Programa Nacional de Datos Básicos del sector pesquero español
QAFI: Catálogo de Fallas Activas durante el Cuaternario
RD: Draga de arrastre
RDA: Análisis de redundancia
RFL: Reflectividad
ROMS: *Regional Ocean Modeling System*
ROV: *Remotely Operated Vehicle*
ROTV: *Remotely Operated Towed Vehicle*
RTCM104: *Radio Technical Commission for Maritime Service*
RUG: Rugosidad
SBE50: Sensor de presión
SD: Desviación estándar
SDM: *Species Distribution Models*
SEDI: Variables sedimentológicas
SH: *Sensitive Habitats*
SIMPER: *Similarity Percentage analysis*
SIS: *Seafloor Information System*

SIG: sistema de información geográfica

SO: Ses Olives

SOCIB: Sistema de Observación y Predicción Costero de las Illes Balears

SONAR: *SOund Navigation And Ranging*

SPA/RAC: *Specially Protected Areas Regional Activity Centre*

SPA/BD Protocol: Protocolo sobre las Zonas Especialmente Protegidas y la Diversidad Biológica en el Mediterráneo

STECF: *Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries*

SCANMAR: Sensor de profundidad

TMS: *Tether Management System*

TOPAS: *Topographic Parametric Sonar*

TPI: Índice de Posición Topográfica

TPU: *Total Propagated Uncertainty*

TVG: Time Variable Gain

TVF: Variabilidad temperatura agua en fondo

TVS: Variabilidad temperatura agua en superficie

TXF: Media temperatura agua en fondo

TXS: Media temperatura agua en superficie

UNEP/MAP: *Regional Seas Programme of the United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan*

UTM: *Universal Transverse Mercator coordinate system*

UPGMA: *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*

VIF: *Variance Inflation Factor*

VLC Media Player: Reproductor multimedia de código abierto

VME: *Vulnerable Marine Ecosystems*

VMS: *Satellite-based Vessel Monitoring System*

WGS84: Sistema Geodésico Mundial de 1984

WMDW: *Western Mediterranean Deep Water*

WMIW: *Western Mediterranean Intermediate Water*

WMOP: *Western Mediterranean OPERational forecasting system*

ZEC: Zona de Especial Conservación

ZEPA: Zona de Especial Conservación para las Aves

Anexo I.- Estaciones de muestreo realizadas durante las campañas de investigación oceanográfica INTEMARES y MEDITS en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental)

- **Dragas muestreo sedimentos:** Shipek (SK) y Box-corer (BC)

Zonas de estudio: Ses Olives (SO); Ausias March (AM); Emile Baudot (EB); Zona central (ZC) y Campo de pockmarks (PK). P: Profundidad.

Código	Draga	Zona	Latitud (N)	Longitud (E)	P (m)
A22B_0718_SK025	SK	AM	38°44.32'	001°46.05'	110
A22B_0718_SK026	SK	AM	38°43.95'	001°46.58'	88
A22B_0718_SK027	SK	AM	38°43.87'	001°46.58'	86
A22B_0718_SK028	SK	AM	38°43.47'	001°46.85'	98
A22B_0718_SK029	SK	AM	38°43.37'	001°46.70'	99
A22B_0718_SK031	SK	AM	38°45.42'	001°46.34'	125
A22B_0718_SK033	SK	AM	38°46.96'	001°45.44'	324
A22B_0718_SK034	SK	AM	38°45.16'	001°47.01'	113
A22B_0718_SK035	SK	AM	38°45.67'	001°49.00'	103
A22B_0718_SK036	SK	AM	38°43.11'	001°53.45'	479
A22B_0718_SK038	SK	AM	38°45.89'	001°47.48'	131
A22B_0718_SK039	SK	AM	38°47.73'	001°47.66'	121
A22B_0718_SK040	SK	AM	38°45.30'	001°48.45'	98
A22B_0718_SK041	SK	AM	38°45.65'	001°49.60'	104
A22B_0718_SK042	SK	AM	38°45.35'	001°49.45'	105
A22B_0718_SK043	SK	AM	38°44.97'	001°49.51'	103
A22B_0718_SK045	SK	AM	38°44.86'	001°51.03'	132
A22B_0718_SK046	SK	AM	38°45.16'	001°50.89'	124
A22B_0718_SK047	SK	AM	38°45.63'	001°51.02'	121
A22B_0718_SK048	SK	AM	38°45.60'	001°51.68'	142
A22B_0718_SK049	SK	AM	38°45.08'	001°52.62'	436
A22B_1019_SK054	SK	AM	38°45.48'	001°47.71'	115
A22B_1019_SK056	SK	AM	38°46.64'	001°52.07'	134
A22B_1019_SK084	SK	AM	38°42.08'	001°45.77'	352
A22B_1019_SK092	SK	AM	38°42.28'	001°44.99'	385
A22B_1019_SK100	SK	AM	38°48.15'	001°44.75'	338
A22B_1019_SK102	SK	AM	38°48.15'	001°44.98'	335
A22B_1019_SK106	SK	AM	38°47.12'	001°51.38'	130
A22B_0820_SK18	SK	AM	38°51.26'	001°55.29'	490
A22B_0820_BC20	BC	AM	38°48.48'	002°00.35'	667
A22B_0820_SK21	SK	AM	38°49.98'	001°53.48'	506
A22B_0820_SK22	SK	AM	38°52.34'	001°51.79'	430
A22B_0820_BC23	BC	AM	38°50.30'	001°45.87'	341
A22B_0820_SK31	SK	AM	38°40.22'	001°47.86'	441
A22B_0820_SK33	SK	AM	38°42.19'	001°57.34'	664
A22B_0718_SK053	SK	EB	38°44.21'	002°30.09	109
A22B_0718_SK054	SK	EB	38°44.21'	002°30.15	107
A22B_0718_SK055	SK	EB	38°44.23'	002°30.27	104
A22B_0718_SK056	SK	EB	38°44.37'	002°30.18	108
A22B_0718_SK057	SK	EB	38°44.43'	002°30.24	107
A22B_0718_SK059	SK	EB	38°44.11'	002°29.52	128
A22B_0718_SK064	SK	EB	38°44.94'	002°30.82	134
A22B_0718_SK065	SK	EB	38°43.17'	002°29.42	147
A22B_0718_SK070	SK	EB	38°41.83'	002°28.00	149
A22B_0718_SK071	SK	EB	38°41.17'	002°28.11	153
A22B_0718_SK072	SK	EB	38°42.05'	002°29.79	278

Código	Draga	Zona	Latitud (N)	Longitud (E)	P (m)
A22B_0718_SK073	SK	EB	38°42.44'	002°29.96'	152
A22B_0718_SK074	SK	EB	38°42.45'	002°29.53'	152
A22B_0718_BC080	BC	EB	38°46.86'	002°31.12'	320
A22B_0718_BC082	BC	EB	38°43.60'	002°28.25'	399
A22B_0718_SK084	SK	EB	38°43.17'	002°29.45'	147
A22B_0718_SK087	SK	EB	38°41.24'	002°26.61'	319
A22B_0718_SK089	SK	EB	38°45.09'	002°27.65'	583
A22B_1019_SK151	SK	EB	38°40.38'	002°26.57'	394
A22B_1019_SK152	SK	EB	38°40.56'	002°29.02'	486
A22B_1019_SK161	SK	EB	38°42.63'	002°27.61'	320
A22B_1019_SK162	SK	EB	38°41.94'	002°25.11'	575
A22B_1019_SK171	SK	EB	38°42.29'	002°28.28'	153
A22B_1019_SK172	SK	EB	38°42.04'	002°32.43'	727
A22B_1019_SK181	SK	EB	38°43.05'	002°30.43'	147
A22B_1019_SK183	SK	EB	38°43.38'	002°28.28'	423
A22B_1019_SK184	SK	EB	38°43.95'	002°31.90'	316
A22B_1019_SK185	SK	EB	38°44.05'	002°31.17'	125
A22B_0820_SK44	SK	EB	38°45.76'	002°31.25'	326
A22B_0820_SK46	SK	EB	38°42.15'	002°26.74'	307
A22B_0820_SK47	SK	EB	38°41.24'	002°26.03'	308
A22B_0820_SK48	SK	EB	38°41.14'	002°25.98'	349
A22B_0820_BC49	BC	EB	38°40.91'	002°25.27'	285
A22B_1019_SK174	SK	ZC	38°51.89'	002°19.68'	1060
A22B_1019_SK191	SK	ZC	38°53.13'	002°22.51'	986
A22B_0820_SK02	SK	ZC	38°05.48'	002°09.48'	946
A22B_0820_SK15	SK	ZC	38°57.55'	002°05.48'	950
A22B_0820_SK37	SK	ZC	38°52.80'	002°05.91'	852
A22B_0820_SK38	SK	ZC	38°52.62'	002°08.09'	924
A22B_0820_SK39	SK	ZC	38°50.90'	002°13.69'	1044
A22B_0718_SK002	SK	SO	38°57.84'	002°00.11'	286
A22B_0718_SK003	SK	SO	38°57.57'	001°58.45'	291
A22B_0718_SK004	SK	SO	38°59.35'	001°59.44'	627
A22B_0718_SK006	SK	SO	38°56.28'	001°57.99'	281
A22B_0718_SK007	SK	SO	38°55.78'	001°57.73'	265
A22B_0718_SK008	SK	SO	38°54.56'	001°57.19'	683
A22B_0718_SK009	SK	SO	38°54.31'	001°59.45'	661
A22B_0718_BC010	BC	SO	38°58.80'	001°59.06'	697
A22B_0718_SK013	SK	SO	38°59.36'	002°01.33'	1062
A22B_0718_SK015	SK	SO	38°57.43'	002°00.23'	282
A22B_0718_SK016	SK	SO	38°57.18'	002°00.28'	302
A22B_0718_SK017	SK	SO	38°56.52'	002°00.49'	510
A22B_1019_SK005	SK	SO	38°57.60'	001°59.40'	292
A22B_1019_SK006	SK	SO	38°57.15'	001°58.21'	298
A22B_1019_SK016	SK	SO	38°55.36'	001°57.38'	452
A22B_1019_SK024	SK	SO	38°56.92'	001°59.68'	296
A22B_1019_SK026	SK	SO	38°56.18'	001°58.93'	446
A22B_0820_SK17	SK	SO	38°53.64'	001°56.18'	688
A22B_0718_SK012	SK	PK	38°59.86'	001°59.24'	793
A22B_1019_SK030	SK	PK	38°54.98'	002°01.06'	786
A22B_1019_SK031	SK	PK	38°54.99'	002°00.93'	780
A22B_1019_SK038	SK	PK	38°57.85'	001°56.58'	617
A22B_1019_SK039	SK	PK	38°58.14'	001°56.15'	633

Código	Draga	Zona	Latitud (N)	Longitud (E)	P (m)
A22B_1019_SK110	SK	PK	38°55.51'	001°55.33'	667
A22B_1019_SK117	SK	PK	38°57.33'	001°51.75'	587
A22B_1019_SK118	SK	PK	38°57.42'	001°52.11'	638
A22B_1019_BC119	BC	PK	38°59.80'	001°53.90'	607
A22B_1019_SK121	SK	PK	39°00.80'	001°56.11'	710
A22B_0820_SK05	SK	PK	39°05.44'	001°57.70'	723
A22B_0820_BC08	BC	PK	38°58.77'	001°56.97'	656
A22B_0820_BC10	BC	PK	38°59.20'	001°53.79'	597
A22B_0820_BC12	BC	PK	38°53.38'	001°59.53'	749
A22B_0820_SK16	SK	PK	38°56.34'	002°01.88'	778
A22B_1019_SK042	SK	PK	38°32.80'	001°48.44'	628
A22B_1019_SK043	SK	PK	38°32.96'	001°48.72'	633
A22B_1019_BC068	BC	PK	38°33.05'	001°48.92'	630
A22B_1019_SK069	SK	PK	38°33.19'	001°49.10'	630
A22B_1019_BC070	BC	PK	38°32.95'	001°49.05'	629
A22B_1019_BC076	BC	PK	38°35.74'	001°47.50'	564
A22B_1019_SK077	SK	PK	38°36.01'	001°47.82'	556
A22B_1019_BC078	BC	PK	38°35.68'	001°47.53'	560
A22B_0820_BC26	BC	PK	38°40.87'	001°41.01'	390
A22B_0820_SK30	SK	PK	38°38.47'	001°43.42'	429
A22B_0820_SK32	SK	PK	38°36.18'	001°53.16'	624
A22B_0718_BC076	BC	PK	38°45.58'	002°25.86'	726
A22B_0718_SK078	SK	PK	38°47.57'	002°27.27'	721
A22B_0718_BC079	BC	PK	38°50.07'	002°27.81'	770
A22B_1019_SK131	SK	PK	38°48.11'	002°26.09'	739
A22B_1019_SK139	SK	PK	38°48.97'	002°29.68'	735
A22B_1019_SK140	SK	PK	38°49.41'	002°28.52'	431
A22B_1019_SK164	SK	PK	38°49.52'	002°30.81'	759
A22B_1019_BC190	BC	PK	38°53.73'	002°29.43'	755
A22B_0820_SK45	SK	PK	38°45.77'	002°33.88'	761
A22B_0820_SK51	SK	PK	38°40.68'	002°25.95'	316
A22B_0820_SK52	SK	PK	38°38.56'	002°18.78'	1017
A22B_0820_SK53	SK	PK	38°38.65'	002°29.22'	1005
A22B_0820_BC54	BC	PK	38°39.37'	002°22.60'	905
A22B_0820_SK57	SK	PK	38°53.03'	002°27.82'	744
A22B_0820_SK58	SK	PK	38°49.90'	002°24.65'	798
A22B_0820_SK59	SK	PK	38°48.57'	002°21.21'	993
A22B_0820_SK60	SK	PK	38°47.45'	002°19.92'	985
A22B_0820_SK62	SK	PK	38°43.83'	002°20.19'	895

- **Dragas de arrastre: muestreo rocas y bentos**

Zonas de estudio: Ses Olives (SO), Ausias March (AM), Emile Baudot (EB); P: profundidad; S: superficie muestreada.

Código	Zona	Fecha	Largada		Virada		P (m)
			Lat (N)	Lon (E)	Lat (N)	Lon (E)	
A22B_0718_DR_014	SO	28/07/2018	38°58.97'	001°59.97'	38°58.74'	001°59.98'	479-278
A22B_0718_DR_018	SO	28/07/2018	38°57.36'	002°01.09'	38°57.41'	002°00.83'	263-235
A22B_0718_DR_019	SO	28/07/2018	38°57.01'	001°59.55'	38°57.13'	001°59.45'	278-285
A22B_0718_DR_023	AM	30/07/2018	38°44.54'	001°46.66'	38°44.40'	001°46.85'	106-92
A22B_0718_DR_024	AM	30/07/2018	38°43.98'	001°46.54'	38°43.99'	001°46.28'	90

Código	Zona	Fecha	Largada		Virada		P (m)
			Lat (N)	Lon (E)	Lat (N)	Lon (E)	
A22B_0718_DR_052	EB	03/08/2018	38°44.23'	002°30.03'	38°44.21'	002°30.20'	109-107
A22B_0718_DR_058	EB	03/08/2018	38°43.93'	002°29.11'	38°44.00'	002°29.25'	131-126
A22B_0718_DR_062	EB	04/08/2018	38°45.80'	002°34.33'	38°45.56'	002°34.37'	600-556
A22B_0718_DR_067	EB	04/08/2018	38°41.54'	002°27.56'	38°41.66'	002°27.97'	144-151
A22B_0718_DR_068	EB	04/08/2018	38°41.91'	002°28.76'	38°42.16'	002°28.59'	125-135
A22B_0718_DR_086	EB	07/08/2018	38°40.65'	002°25.73'	38°40.65'	002°25.95'	337-309
A22B_1019_DR_003	SO	11/10/2019	38°58.66'	001°59.29'	38°58.55'	001°59.23'	287-257
A22B_1019_DR_008	SO	11/10/2019	38°57.65'	002°00.89'	38°57.70'	002°00.97'	253-227
A22B_1019_DR_009	SO	11/10/2019	38°57.68'	002°00.99'	38°57.63'	002°00.92'	253-242
A22B_1019_DR_014	SO	12/10/2019	38°55.61'	001°57.63'	38°55.69'	001°57.61'	266-250
A22B_1019_DR_015	SO	12/10/2019	38°55.58'	001°57.65'	38°55.68'	001°57.59'	268-241
A22B_1019_DR_114	SO	23/10/2019	38°56.99'	001°53.23'	38°56.93'	001°53.03'	428-385
A22B_1019_DR_051	AM	15/10/2019	38°44.15'	001°49.14'	38°44.22'	001°49.19'	105
A22B_1019_DR_052	AM	15/10/2019	38°44.18'	001°47.64'	38°44.27'	001°47.70'	91-89
A22B_1019_DR_053	AM	15/10/2019	38°45.05'	001°47.68'	38°44.95'	001°47.79'	107-96
A22B_1019_DR_095	AM	19/10/2019	38°47.82'	001°52.56'	38°47.74'	001°52.38'	289-217
A22B_1019_DR_097	AM	19/10/2019	38°48.28'	001°52.91'	38°48.35'	001°52.61'	458-352
A22B_1019_DR_103	AM	21/10/2019	38°47.43'	001°47.17'	38°47.27'	001°47.22'	310-241
A22B_1019_DR_128	EB	24/10/2019	38°49.32'	002°28.66'	38°49.45'	002°28.50'	607-446
A22B_1019_DR_132	EB	25/10/2019	38°46.66'	002°27.99'	38°46.60'	002°28.07'	560-524
A22B_1019_DR_137	EB	25/10/2019	38°44.85'	002°30.28'	38°44.83'	002°30.19'	124-114
A22B_1019_DR_144	EB	26/10/2019	38°42.78'	002°27.72'	38°42.65'	002°27.82'	321-286
A22B_1019_DR_147	EB	26/10/2019	38°42.23'	002°28.91'	38°42.26'	002°29.03'	126-123
A22B_1019_DR_165	EB	28/10/2019	38°46.97'	002°31.10'	38°46.88'	002°31.13'	320-312
A22B_1019_DR_176	EB	29/10/2019	38°45.28'	002°31.50'	38°45.23'	002°31.48'	144-141
A22B_0720_DR_003	SO	21/07/2020	38°56.67'	001°59.94'	38°56.74'	001°59.77'	455-288
A22B_0720_DR_004	SO	21/07/2020	38°56.39'	001°59.03'	38°56.30'	001°59.05'	440-350
A22B_0720_DR_007	SO	21/07/2020	38°58.76'	001°59.01'	38°58.56'	001°59.14'	384-255
A22B_0720_DR_008	SO	21/07/2020	38°58.165'	002°00.67'	38°58.20'	002°00.43'	355-295
A22B_0720_DR_009	SO	21/07/2020	38°58.79'	002°00.85'	38°59.04'	002°00.50'	673-657
A22B_0720_DR_012	SO	22/07/2020	38°55.91'	001°56.09'	38°55.87'	001°56.43'	664-609
A22B_0720_DR_014	SO	22/07/2020	38°55.51'	001°58.13'	38°55.91'	001°57.88'	395-270
A22B_0720_DR_015	SO	22/07/2020	38°56.38'	001°59.59'	38°56.60'	001°59.35'	428-287
A22B_0720_DR_019	AM	23/07/2020	38°43.83'	001°45.57'	38°43.77'	001°45.72'	112-94
A22B_0720_DR_020	AM	23/07/2020	38°42.87'	001°46.47'	38°43.19'	001°46.47'	137-104
A22B_0720_DR_027	AM	24/07/2020	38°47.55'	001°52.83'	38°47.48'	001°52.53'	226-195
A22B_0720_DR_028	AM	24/07/2020	38°45.95'	001°51.87'	38°46.06'	001°51.76'	142-133
A22B_0720_DR_030	AM	24/07/2020	38°47.31'	001°47.01'	38°46.97'	001°47.13'	276-204
A22B_0720_DR_034	AM	25/07/2020	38°46.03'	001°49.09'	38°45.92'	001°49.24'	121-105
A22B_0720_DR_042	EB	26/07/2020	38°43.54'	002°29.28'	38°43.63'	002°29.10'	139
A22B_0720_DR_043	EB	26/07/2020	38°44.41'	002°30.66'	38°44.55'	002°30.56'	116
A22B_0720_DR_046	EB	26/07/2020	38°42.31'	002°30.75'	38°42.52'	002°30.71'	367-235
A22B_0720_DR_047	EB	26/07/2020	38°43.84'	002°29.40'	38°43.94'	002°29.28'	127
A22B_0720_DR_053	EB	27/07/2020	38°44.01'	002°30.72'	38°44.14'	002°30.41'	107-102
A22B_0720_DR_054	EB	27/07/2020	38°43.33'	002°30.90'	38°43.52'	002°30.73'	216-124
A22B_0720_DR_057	EB	27/07/2020	38°41.72'	002°21.88'	38°41.56'	002°22.10'	665-488
A22B_0720_DR_058	EB	27/07/2020	38°41.66'	002°29.36'	38°41.70'	002°29.27'	195-138
A22B_0720_DR_059	EB	28/07/2020	38°42.62'	002°36.41'	38°42.85'	002°36.48'	620-550
A22B_0720_DR_060	EB	28/07/2020	38°42.59'	002°36.63'	38°42.71'	002°36.29'	686-597
A22B_0720_DR_061	EB	28/07/2020	38°40.70'	002°35.37'	38°40.94'	002°35.27'	1191-1066

- **Patín epi-bentónico: muestreo bentos**

Zonas de estudio: Ses Olives (SO), Ausias March (AM), Emile Baudot (EB); P: profundidad; S: superficie muestreada.

Código	Zona	Fecha	Largada		Virada		S (m ²)	P (m)
			Lat (N)	Lon (E)	Lat (N)	Lon (E)		
A22B_1019_BT_002	SO	11/10/2019	38°57.85'	001°58.78'	38°57.49'	001°58.49'	654	295
A22B_1019_BT_004	SO	11/10/2019	38°57.71'	001°59.81'	38°57.55'	001°59.19'	619	293
A22B_1019_BT_007	SO	11/10/2019	38°57.33'	001°59.90'	38°57.65'	001°59.32'	520	291
A22B_1019_BT_010	SO	11/10/2019	38°56.79'	001°57.71'	38°56.67'	001°57.65'	477	288
A22B_1019_BT_012	SO	12/10/2019	38°56.36'	001°59.14'	38°55.67'	001°58.64'	613	453
A22B_1019_BT_013	SO	12/10/2019	38°55.50'	001°57.03'	38°54.98'	001°58.14'	758	504
A22B_1019_BT_027	SO	13/10/2019	38°56.85'	002°00.76'	38°56.48'	001°59.84'	480	491
A22B_1019_BT_028	SO	13/10/2019	38°56.75'	002°01.16'	38°57.29'	002°01.32'	487	449
A22B_1019_BT_029	SO	13/10/2019	38°56.44'	002°01.63'	38°55.59'	002°01.32'	272	764
A22B_1019_BT_036	SO	13/10/2019	38°57.19'	001°56.11'	38°57.99'	001°56.67'	590	619
A22B_1019_BT_049	AM	15/10/2019	38°43.33'	001°49.37'	38°43.80'	001°50.09'	697	124
A22B_1019_BT_050	AM	15/10/2019	38°43.42'	001°47.90'	38°43.58'	001°48.39'	524	102
A22B_1019_BT_055	AM	15/10/2019	38°45.44'	001°47.56'	38°45.56'	001°47.78'	425	114
A22B_1019_BT_058	AM	15/10/2019	38°46.54'	001°52.09'	38°47.10'	001°52.33'	642	139
A22B_1019_BT_065	AM	16/10/2019	38°35.57'	001°53.45'	38°36.83'	001°54.40'	1679	631
A22B_1019_BT_075	AM	17/10/2019	38°34.72'	001°45.22'	38°35.52'	001°46.80'	2057	551
A22B_1019_BT_079	AM	17/10/2019	38°39.07'	001°50.42'	38°40.02'	001°51.82'	1850	501
A22B_1019_BT_089	AM	18/10/2019	38°40.71'	001°41.94'	38°41.45'	001°43.28'	2040	410
A22B_1019_BT_093	AM	19/10/2019	38°48.40'	001°48.03'	38°48.89'	001°50.45'	1531	376
A22B_1019_BT_094	AM	19/10/2019	38°48.85'	001°51.06'	38°50.02'	001°51.21'	2123	409
A22B_1019_BT_099	AM	19/10/2019	38°46.20'	001°48.91'	38°46.50'	001°49.60'	1241	131
A22B_1019_BT_101	AM	21/10/2019	38°48.70'	001°42.88'	38°47.83'	001°42.40'	1056	320
A22B_1019_BT_104	AM	21/10/2019	38°45.62'	001°50.77'	38°46.09'	001°51.14'	524	116
A22B_1019_BT_109	SO	23/10/2019	38°53.67'	001°55.37'	38°55.12'	001°56.12'	2086	715
A22B_1019_BT_113	SO	23/10/2019	38°54.41'	001°56.72'	38°53.66'	001°58.61'	1991	697
A22B_1019_BT_122	SO	24/10/2019	39°00.54'	001°55.57'	38°59.61'	001°57.40'	2148	693
A22B_1019_BT_123	SO	24/10/2019	38°58.27'	001°55.85'	38°59.97'	001°56.56'	2222	675
A22B_1019_BT_124	EB	24/10/2019	38°45.11'	002°31.16'	38°45.35'	002°31.14'	387	146
A22B_1019_BT_125	EB	24/10/2019	38°45.61'	002°31.66'	38°46.06'	002°30.98'	630	314
A22B_1019_BT_135	EB	25/10/2019	38°44.91'	002°29.66'	38°44.53'	002°29.27'	815	153
A22B_1019_BT_136	EB	25/10/2019	38°42.85'	002°29.51'	38°43.23'	002°29.37'	689	143
A22B_1019_BT_143	EB	26/10/2019	38°47.46'	002°30.78'	38°47.82'	002°29.47'	1271	686
A22B_1019_BT_148	EB	26/10/2019	38°41.45'	002°28.18'	38°41.15'	002°28.03'	641	147
A22B_1019_BT_149	EB	26/10/2019	38°40.76'	002°27.48'	38°40.96'	002°26.83'	614	277
A22B_1019_BT_156	EB	27/10/2019	38°48.48'	002°25.14'	38°49.89'	002°25.70'	1360	759
A22B_1019_BT_157	EB	27/10/2019	38°41.41'	002°26.95'	38°42.20'	002°27.09'	1135	288
A22B_1019_BT_158	EB	27/10/2019	38°42.97'	002°29.65'	38°42.94'	002°29.11'	524	143
A22B_1019_BT_166	EB	28/10/2019	38°44.48'	002°28.48'	38°43.74'	002°28.03'	1295	433
A22B_1019_BT_167	EB	28/10/2019	38°42.54'	002°29.77'	38°42.22'	002°29.50'	655	151
A22B_1019_BT_175	EB	29/10/2019	38°46.07'	002°30.15'	38°46.53'	002°31.10'	1182	412
A22B_1019_BT_177	EB	29/10/2019	38°44.23'	002°28.89'	38°43.79'	002°28.90'	644	156
A22B_1019_BT_178	EB	29/10/2019	38°43.21'	002°27.37'	38°43.32'	002°26.27'	1262	555
A22B_1019_BT_188	EB	30/10/2019	38°49.11'	002°28.94'	38°50.01'	002°30.21'	2497	753
A22B_0718_BT_001	SO	27/07/2018	38°56.80'	001°58.54'	38°57.38'	001°59.39'	849	290
A22B_0718_BT_005	SO	27/07/2018	38°58.62'	001°59.88'	38°58.12'	001°59.24'	760	259

Código	Zona	Fecha	Largada		Virada		S (m ²)	P (m)
			Lat (N)	Lon (E)	Lat (N)	Lon (E)		
A22B_0718_BT_020	SO	28/07/2018	38°56.10'	001°58.52'	38°56.10'	001°57.73'	691	275
A22B_0718_BT_021	SO	28/07/2018	38°56.59'	001°57.03'	38°57.26'	001°57.31'	603	489
A22B_0718_BT_022	AM	30/07/2018	38°44.57'	001°46.25'	38°44.42'	001°45.89'	692	105
A22B_0718_BT_030	AM	30/07/2018	38°45.47'	001°45.58'	38°45.84'	001°46.01'	621	242
A22B_0718_BT_032	AM	30/07/2018	38°46.70'	001°44.90'	38°47.09'	001°45.45'	684	319
A22B_0718_BT_037	AM	31/07/2018	38°45.85'	001°47.26'	38°45.96'	001°47.58'	694	124
A22B_0718_BT_044	AM	31/07/2018	38°44.46'	001°50.85'	38°44.85'	001°50.95'	728	122
A22B_0718_BT_050	AM	31/07/2018	38°42.27'	001°52.18'	38°42.95'	001°52.57'	729	445
A22B_0718_BT_051	EB	03/08/2018	38°44.84'	002°30.52'	38°44.98'	002°30.91'	713	127
A22B_0718_BT_060	EB	03/08/2018	38°43.38'	002°29.64'	38°43.09'	002°29.34'	637	137
A22B_0718_BT_063	EB	04/08/2018	38°45.96'	002°34.56'	38°46.50'	002°35.72'	729	759
A22B_0718_BT_066	EB	04/08/2018	38°41.42'	002°28.44'	38°41.12'	002°28.03'	618	146
A22B_0718_BT_069	EB	04/08/2018	38°41.98'	002°28.21'	38°41.73'	002°27.86'	755	146
A22B_0718_BT_077	EB	06/08/2018	38°46.24'	002°26.01'	38°46.95'	002°26.65'	740	704
A22B_0718_BT_085	EB	07/08/2018	38°41.92'	002°26.71'	38°41.29'	002°26.62'	624	299
A22B_0718_BT_088	EB	07/08/2018	38°45.48'	002°27.75'	38°44.74'	002°27.44'	698	574
A22B_0720_BT_001	SO	21/07/2020	38°57.67'	002°00.64'	38°58.25'	002°00.00'	1443	281
A22B_0720_BT_002	SO	21/07/2020	38°57.29'	002°00.40'	38°56.96'	001°59.60'	1229	298
A22B_0720_BT_005	SO	21/07/2020	38°56.57'	001°57.25'	38°55.90'	001°56.60'	1172	405
A22B_0720_BT_006	SO	21/07/2020	38°57.46'	001°57.06'	38°58.28'	001°58.16'	1901	556
A22B_0720_BT_010	SO	22/07/2020	38°54.47'	001°56.28'	38°55.45'	001°56.80'	1900	697
A22B_0720_BT_011	SO	22/07/2020	38°55.64'	001°55.99'	38°54.37'	001°55.46'	1848	715
A22B_0720_BT_013	SO	22/07/2020	38°56.48'	001°56.00'	38°57.71'	001°56.30'	1768	607
A22B_0720_BT_016	AM	23/07/2020	38°43.40'	001°47.04'	38°43.25'	001°46.64'	949	99
A22B_0720_BT_017	AM	23/07/2020	38°45.39'	001°47.08'	38°45.08'	001°46.60'	1067	112
A22B_0720_BT_018	AM	23/07/2020	38°45.05'	001°46.55'	38°45.27'	001°46.90'	165	113
A22B_0720_BT_021	AM	23/07/2020	38°44.92'	001°50.16'	38°45.32'	001°50.49'	477	105
A22B_0720_BT_026	AM	24/07/2020	38°47.16'	001°50.76'	38°47.10'	001°51.44'	281	127
A22B_0720_BT_029	AM	24/07/2020	38°46.24'	001°47.57'	38°46.03'	001°46.52'	1068	195
A22B_0720_BT_031	AM	24/07/2020	38°48.05'	001°48.19'	38°47.72'	001°47.08'	1138	348
A22B_0720_BT_033	AM	25/07/2020	38°46.73'	001°47.67'	38°47.37'	001°48.27'	1173	225
A22B_0720_BT_035	AM	25/07/2020	38°44.42'	001°43.79'	38°43.80'	001°42.75'	849	352
A22B_0720_BT_037	AM	25/07/2020	38°42.86'	001°51.53'	38°42.05'	001°50.73'	1200	363
A22B_0720_BT_038	EB	26/07/2020	38°43.72'	002°27.69'	38°42.52'	002°27.67'	846	511
A22B_0720_BT_039	EB	26/07/2020	38°44.84'	002°28.28'	38°44.21'	002°27.84'	936	483
A22B_0720_BT_044	EB	26/07/2020	38°39.11'	002°29.45'	38°38.97'	002°27.70'	1142	680
A22B_0720_BT_045	EB	26/07/2020	38°42.52'	002°29.74'	38°42.27'	002°29.40'	178	150
A22B_0720_BT_052	EB	27/07/2020	38°45.54'	002°31.59'	38°45.95'	002°30.62'	1267	297
A22B_0720_BT_055	EB	27/07/2020	38°39.98'	002°28.99'	38°40.24'	002°27.81'	673	473
A22B_0720_BT_062	EB	28/07/2020	38°43.25'	002°27.82'	38°44.00'	002°27.68'	894	508

- **Red de arrastre experimental GOC-73: muestreo bentos y recursos demersales**

Zonas de estudio: Ses Olives (SO), Ausias March (AM), Emile Baudot (EB); P: profundidad; S: superficie muestreada.

Código	Zona	Fecha	Largada		Virada		S (km ²)	P (m)
			Lat (N)	Lon (E)	Lat (N)	Lon (E)		
A22B_1019_GOC_040	AM	14/10/2019	38°36.89'	001°55.19'	38°33.31'	001°50.91'	0.103084	631
A22B_1019_GOC_044	AM	14/10/2019	38°30.34'	001°45.14'	38°33.05'	001°51.71'	0.102621	663
A22B_1019_GOC_066	AM	16/10/2019	38°40.94'	001°56.27'	38°36.23'	001°53.57'	0.106566	619

Código	Zona	Fecha	Largada		Virada		S (km ²)	P (m)
			Lat (N)	Lat (N)	Lat (N)	Lon (E)		
A22B_1019_GOC_067	AM	16/10/2019	38°40.64'	001°55.64'	38°36.17'	001°52.66'	0.097698	600
A22B_1019_GOC_074	AM	17/10/2019	38°36.64'	001°53.26'	38°34.07'	001°48.65'	0.097105	601
A22B_1019_GOC_085	AM	18/10/2019	38°35.67'	001°42.97'	38°38.09'	001°47.64'	0.101040	510
A22B_1019_GOC_088	AM	18/10/2019	38°38.48'	001°39.06'	38°39.94'	001°44.78'	0.095595	444
A22B_1019_GOC_108	AM	21/10/2019	38°48.53'	001°42.51'	38°44.14'	001°40.75'	0.099932	328
A22B_1019_GOC_129	EB	25/10/2019	38°53.72'	002°29.05'	38°49.30'	002°27.71'	0.076988	756
A22B_1019_GOC_130	EB	25/10/2019	38°51.68'	002°29.61'	38°48.96'	002°26.96'	0.052205	750
A22B_1019_GOC_141	EB	26/10/2019	38°47.05'	002°27.07'	38°49.74'	002°31.32'	0.074393	738
A22B_1019_GOC_142	EB	26/10/2019	38°50.73'	002°32.30'	38°48.13'	002°28.75'	0.073824	729
A22B_1019_GOC_153	EB	28/10/2019	38°47.70'	002°24.46'	38°47.75'	002°35.20'	0.076893	768
A22B_1019_GOC_154	EB	27/10/2019	38°52.46'	002°27.08'	38°51.79'	002°26.11'	0.071558	760
A22B_1019_GOC_155	EB	27/10/2019	38°51.92'	002°33.42'	38°48.95'	002°25.94'	0.071789	755
A22B_1019_GOC_163	EB	28/10/2019	38°48.39'	002°34.19'	38°50.45'	002°33.47'	0.079018	754
A22B_1019_GOC_173	EB	29/10/2019	38°47.34'	002°13.04'	38°51.19'	002°16.90'	0.093264	1028
A22B_1019_GOC_186	EB	30/10/2019	38°53.16'	002°34.81'	38°49.24'	002°30.41'	0.103130	759
MEDITS_0620_GOC_108	EB	24/06/2020	38°52.52'	002°27.06'	38°48.31'	002°25.72'	0.075247	746
MEDITS_0620_GOC_109	EB	24/06/2020	38°47.45'	002°24.32'	38°51.73'	002°26.08'	0.073746	754
MEDITS_0620_GOC_110	EB	24/06/2020	38°46.89'	002°26.75'	38°49.73'	002°31.30'	0.079473	732
MEDITS_0621_GOC_235	EB	23/06/2021	38°53.15'	002°34.78'	38°49.64'	002°30.99'	0.088226	757
MEDITS_0621_GOC_236	EB	23/06/2021	38°52.58'	002°30.34'	38°48.92'	002°26.92'	0.088505	747
MEDITS_0821_GOC_240	AM	18/08/2021	38°34.27'	001°39.32'	38°34.47'	001°44.80'	0.095555	542
MEDITS_0821_GOC_241	AM	18/08/2021	38°31.08'	001°43.56'	38°32.72'	001°48.91'	0.950162	627
MEDITS_0821_GOC_246	AM	19/08/2021	38°56.65'	001°49.37'	38°53.04'	001°53.47'	0.113673	459
MEDITS_0821_GOC_269	AM	25/08/2021	38°39.40'	001°55.89'	38°43.95'	001°56.83'	0.087158	615
MEDITS_0821_GOC_270	AM	25/08/2021	38°45.83'	001°53.62'	38°41.67'	001°52.06'	0.100025	460
MEDITS_0821_GOC_271	AM	25/08/2022	38°39.17'	001°40.08'	38°42.67'	001°42.62'	0.088374	393
MEDITS_0821_GOC_272	AM	25/08/2021	38°45.88'	001°46.13'	38°46.91'	001°49.38'	0.053231	237

- Trineo fotogramétrico TASIFE (ROTV)

Zonas de estudio: Ses Olives (SO), Ausias March (AM), Emile Baudot (EB); P: profundidad; S: superficie muestreada.

Código	Zona	Fecha	Inicio			Final			S (m ²)
			Lat (N)	Lon (E)	P (m)	Lat (N)	Lon (E)	P (m)	
TR017	SO	12/10/2019	38°57.994'	001°58.627'	283	38°57.936'	001°58.622'	288	534.00
TR018	SO	12/10/2019	38°57.788'	001°59.094'	288	38°57.726'	001°59.238'	287	602.16
TR019	SO	12/10/2019	38°57.587'	001°59.551'	287	38°57.514'	001°59.720'	286	540.34
TR020	SO	12/10/2019	38°58.410'	002°00.127'	280	38°58.298'	002°00.308'	302	711.18
TR021	SO	12/10/2019	38°57.399'	002°00.888'	230	38°57.303'	002°01.091'	326	799.34
TR022	SO	12/10/2019	38°56.960'	001°59.600'	284	38°56.862'	001°59.802'	292	687.32
TR032	SO	13/10/2019	38°58.668'	001°58.213'	587	38°58.715'	001°58.160'	612	360.52
TR033	SO	13/10/2019	38°58.600'	001°58.240'	579	38°58.678'	001°58.205'	693	326.72
TR034	SO	13/10/2019	38°58.632'	001°58.243'	580	38°58.660'	001°58.205'	599	187.81
TR035	SO	13/10/2019	38°58.617'	001°58.233'	583	38°58.662'	001°58.170'	621	335.32
TR045	AM	14/10/2019	38°32.801'	001°48.446'	624	38°32.875'	001°48.568'	624	544.34
TR046	AM	14/10/2019	38°33.073'	001°48.918'	579	38°33.140'	001°49.035'	622	545.80
TR047	AM	14/10/2019	38°33.277'	001°49.333'	619	38°33.354'	001°49.468'	617	609.81
TR059	AM	15/10/2019	38°44.644'	001°48.533'	94	38°44.695'	001°48.388'	92.	629.58
TR060	AM	15/10/2019	38°44.846'	001°47.938'	90	38°44.898'	001°47.791'	94	638.56

Código	Zona	Fecha	Inicio			Final			S (m ²)
			Lat (N)	Lon (E)	P (m)	Lat (N)	Lon (E)	P (m)	
TR061	AM	15/10/2019	38°45.040'	001°47.380'	106	38°45.092'	001°47.231'	107	728.32
TR062	AM	15/10/2019	38°47.397'	001°44.038'	88	38°44.099'	001°47.248'	87	593.34
TR063	AM	15/10/2019	38°44.265'	001°46.819'	90	38°44.322'	001°46.675'	90	634.50
TR064	AM	15/10/2019	38°44.486'	001°46.263'	110	38°44.544'	001°46.121'	111	623.60
TR071	AM	16/10/2019	38°30.436'	001°42.765'	669	38°30.340'	001°42.666'	699	355.56
TR072	AM	16/10/2019	38°30.328'	001°42.655'	699	38°30.195'	001°42.537'	716	678.44
TR073	AM	16/10/2019	38°30.188'	001°42.532'	717	38°30.121'	001°42.471'	727	342.86
TR080	AM	17/10/2019	38°42.782'	001°47.863'	151	38°42.619'	001°47.867'	225	633.50
TR081	AM	17/10/2019	38°42.607'	001°47.867'	229	38°42.441'	001°47.872'	265	638.76
TR082	AM	17/10/2019	38°42.435'	001°47.872'	269	38°42.259'	001°47.876'	293	638.72
TR086	AM	18/10/2019	38°43.671'	001°45.650'	95	38°43.676'	001°45.436'	657	656.98
TR087	AM	18/10/2019	38°43.676'	001°45.429'	159	38°43.681'	001°45.200'	657	657.48
TR090	AM	18/10/2019	38°42.058'	001°45.867'	346	38°42.095'	001°45.716'	500	499.58
TR091	AM	18/10/2019	38°42.293'	001°45.146'	367	38°42.248'	001°45.146'	482	481.60
TR096	AM	19/10/2019	38°48.338'	001°52.670'	339	38°48.285'	001°52.880'	691	691.42
TR098	AM	19/10/2019	38°47.691'	001°52.250'	198	38°47.777'	001°52.443'	668	667.84
TR107	AM	21/10/2019	38°47.246'	001°47.193'	234	38°47.403'	001°47.147'	303	671.60
TR111	SO	23/10/2019	38°54.672'	001°56.847'	664	38°54.562'	001°56.722'	665	1113.30
TR112	SO	23/10/2019	38°54.206'	001°56.389'	681	38°54.244'	001°56.375'	680	271.34
TR115	SO	23/10/2019	38°56.829'	001°53.156'	394	38°56.827'	001°52.944'	484	889.36
TR116	SO	23/10/2019	38°56.827'	001°52.922'	492	38°56.829'	001°52.714'	576	946.00
TR126	EB	24/10/2019	38°49.437'	002°28.508'	426	38°49.269'	002°28.175'	713	943.64
TR127	EB	24/10/2019	38°49.352'	002°28.323'	593	38°49.269'	002°28.175'	713	943.64
TR133	EB	25/10/2019	38°43.847'	002°29.414'	128	38°43.970'	002°29.267'	125	731.20
TR134	EB	25/10/2019	38°43.256'	002°29.094'	125	38°44.095'	002°29.094'	134	724.98
TR145	EB	26/10/2019	38°42.146'	002°29.219'	131	38°42.208'	002°29.082'	123	525.56
TR146	EB	26/10/2019	38°42.245'	002°29.000'	123	38°42.307'	002°28.862'	130	516.90
TR159	EB	27/10/2019	38°43.770'	002°29.525'	126	38°43.762'	002°29.313'	128	661.86
TR160	EB	27/10/2019	38°43.758'	002°29.227'	128	38°43.751'	002°29.017'	148	656.76
TR168	EB	28/10/2019	38°42.043'	002°29.260'	138	38°42.037'	002°29.048'	131	656.56
TR169	EB	28/10/2019	38°42.034'	002°28.945'	123	38°42.027'	002°28.738'	128	631.40
TR179	EB	29/10/2019	38°43.368'	002°29.966'	131	38°43.375'	002°30.170'	124	644.68
TR180	EB	29/10/2019	38°43.378'	002°30.293'	126	38°43.383'	002°30.506'	126	660.68

- ROV Liropus 2000

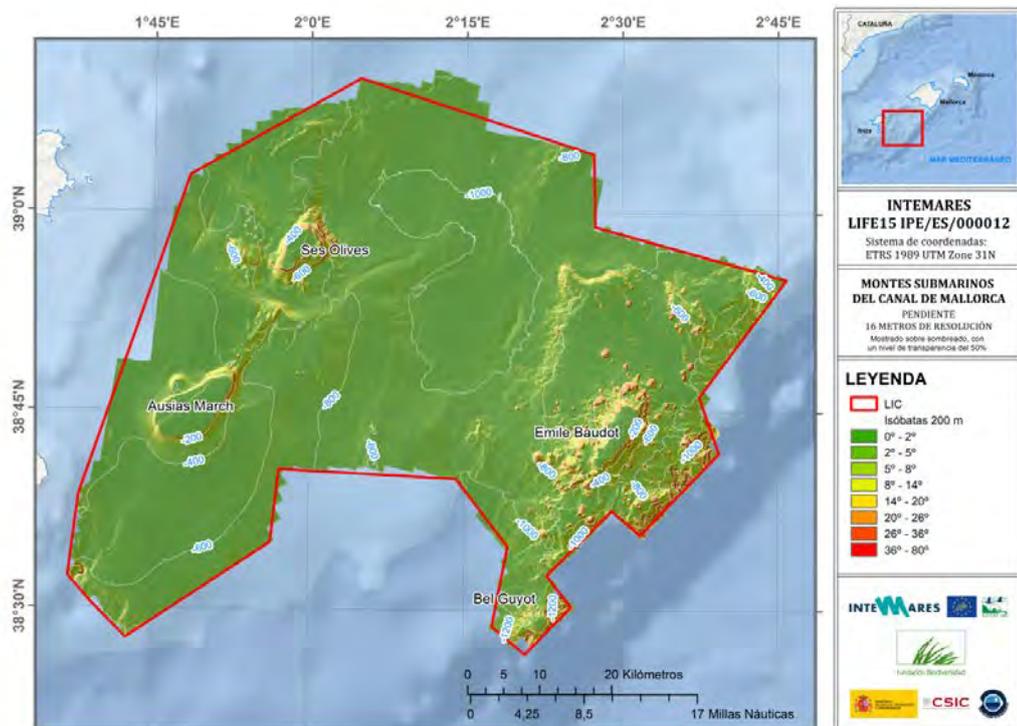
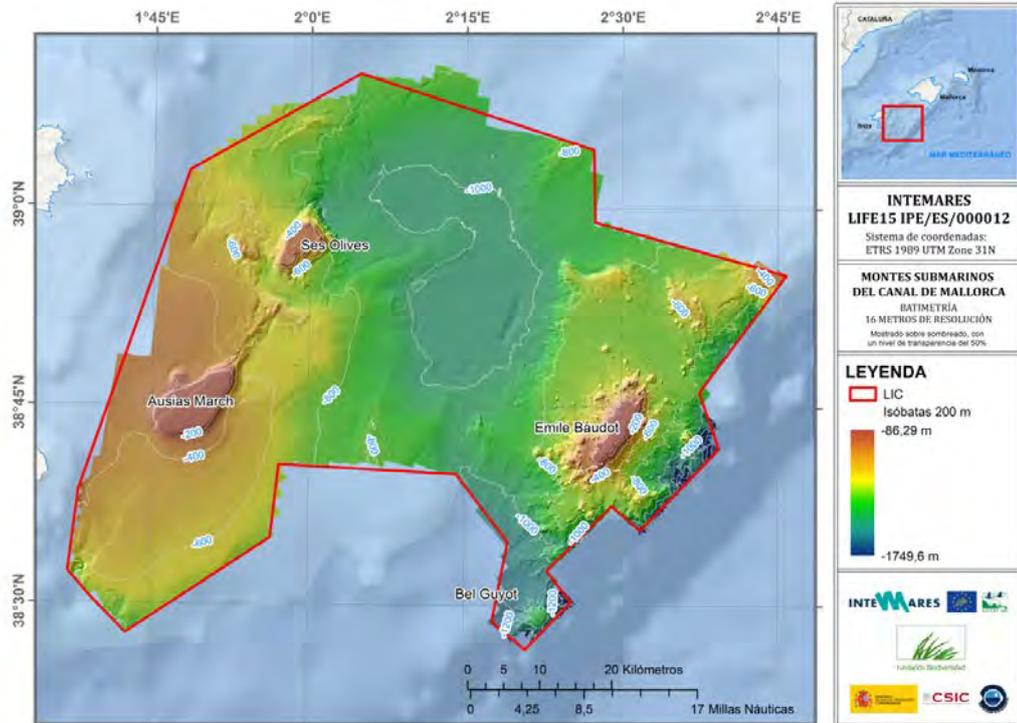
Zonas de estudio: Ses Olives (SO), Ausias March (AM), Emile Baudot (EB); P: profundidad; S: superficie muestreada.

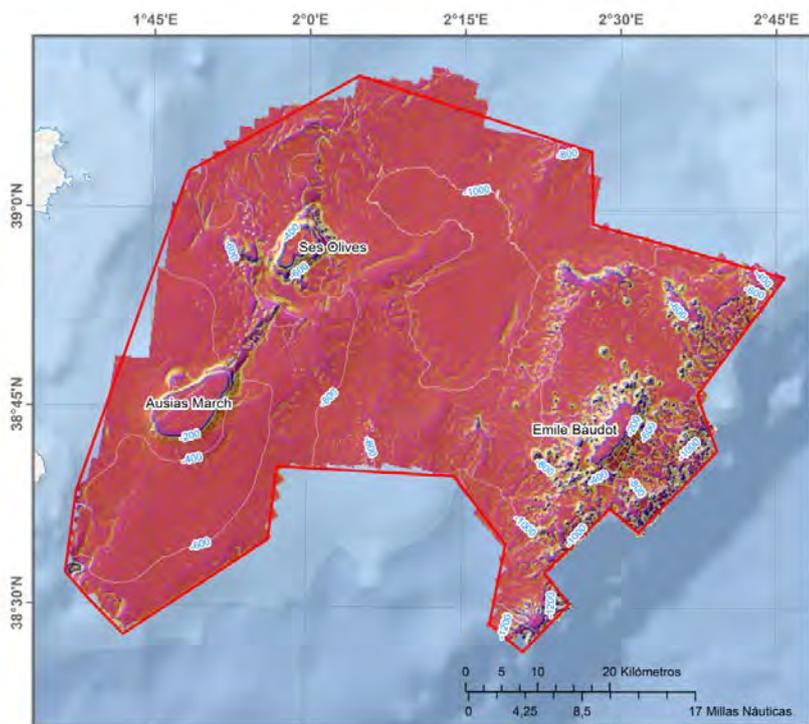
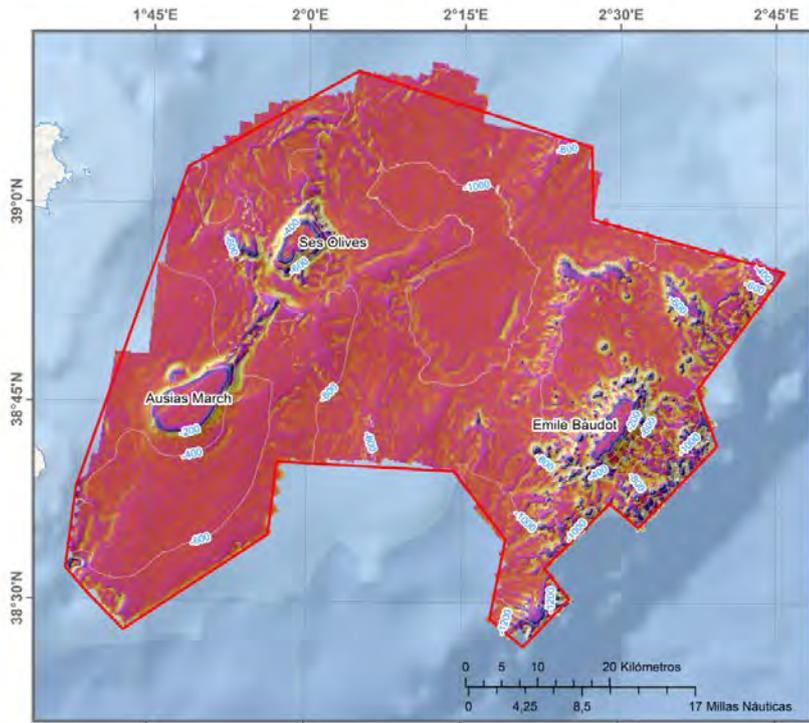
Código	Zona	Fecha	Inicio			Final			S (m ²)
			Lat (N)	Lon (E)	P (m)	Lat (N)	Lon (E)	P (m)	
R1_1	SO	21/08/2020	38°58.98'	001°58.78'	608	38°58.72'	001°58.18'	637	784.624
R1_2	SO	21/08/2020	38°58.73'	001°58.18'	642	38°58.99'	001°58.78'	611	1086.012
R1_3	SO	21/08/2020	38°58.96'	001°58.78'	800	38°58.92'	001°58.67'	601	188.041
R2_1	SO	22/08/2020	38°58.95'	001°58.81'	580	38°58.69'	001°58.20'	611	1559.742
R2_2	SO	22/08/2020	38°58.76'	001°58.08'	672	38°58.65'	001°58.20'	604	229.906
R3	SO	23/08/2020	38°58.65'	001°58.20'	605	38°58.67'	001°58.13'	640	241.508
R4_1	SO	23/08/2020	38°56.38'	001°59.58'	423	38°56.47'	001°59.48'	280	154.396
R4_2	SO	23/08/2020	38°56.59'	001°59.86'	454	38°56.73'	001°59.75'	289	299.956
R5_1	SO	24/08/2020	38°56.82'	002°00.35'	443	38°57.00'	002°00.24'	298	323.297
R5_2	SO	24/08/2020	38°56.96'	002°00.81'	374	38°57.21'	002°00.74'	254	385.623
R6_1	SO	24/08/2020	38°57.07'	001°56.14'	606	38°57.47'	001°56.24'	605	912.376

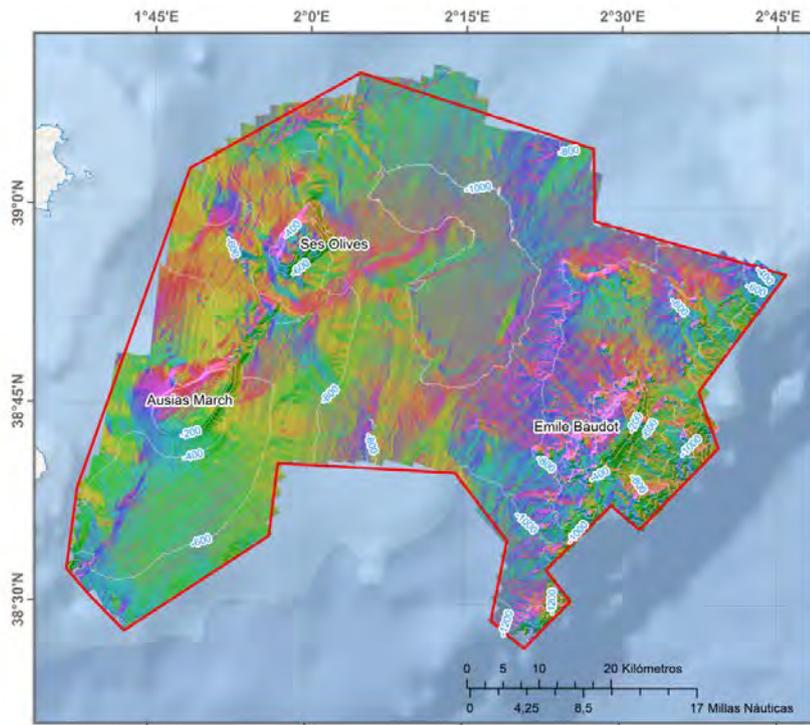
Código	Zona	Fecha	Inicio			Final			S (m ²)
R6_2	SO	24/08/2020	38°57.53'	001°55.93'	645	38°57.57'	001°55.87'	624	101.768
R7	AM	25/08/2020	38°45.74'	001°46.01'	242	38°45.37'	001°46.36'	120	799.572
R8	AM	25/08/2020	38°44.44'	001°46.34'	107	38°44.13'	001°46.73'	86	719.893
R9	AM	25/08/2020	38°43.92'	001°46.74'	85	38°44.18'	001°47.24'	85	925.759
R10	AM	25/08/2020	38°45.38'	001°45.41'	251	38°45.10'	001°45.84'	128	687.313
R11	AM	26/08/2020	38°46.96'	001°46.68'	299	38°46.85'	001°47.00'	197	528.920
R12	AM	26/08/2020	38°47.30'	001°53.08'	445	38°47.19'	001°52.68'	215	504.425
R13	AM	26/08/2020	38°48.37'	001°52.95'	456	38°48.43'	001°52.65'	344	435.245
R14	AM	26/08/2020	38°49.99'	001°58.75'	647	38°50.00'	001°58.67'	630	113.915
R15	EB	27/08/2020	38°42.29'	002°31.12'	546	38°42.52'	002°30.71'	233	708.701
R16	EB	27/08/2020	38°43.10'	002°31.25'	401	38°43.15'	002°30.46'	143	1243.278
R17	EB	27/08/2020	38°44.03'	002°33.01'	593	38°43.89'	002°32.67'	363	475.220
R18	EB	27/08/2020	38°44.75'	002°31.87'	500	38°44.76'	002°31.85'	341	557.222
R19	EB	28/08/2020	38°40.64'	002°34.84'	1140	38°40.97'	002°34.86'	1015	524.461
R20	EB	28/08/2020	38°42.74'	002°37.14'	895	38°42.67'	002°36.51'	523	765.042
R21	EB	28/08/2020	38°47.61'	002°32.83'	719	38°47.26'	002°32.94'	417	661.131
R22	EB	29/08/2020	38°43.90'	002°27.63'	537	38°43.95'	002°28.46'	287	996.950
R23	EB	29/08/2020	38°44.45'	002°29.24'	165	38°44.66'	002°29.72'	129	738.266
R24	EB	29/08/2020	38°44.76'	002°29.46'	151	38°44.95'	002°29.90'	130	682.976
R25	EB	29/08/2020	38°43.91'	002°30.16'	114	38°44.14'	002°30.60'	96	652.233
R26_1	EB	30/08/2020	38°52.35'	002°30.43'	740	38°52.89'	002°30.56'	738	950.914
R26_2	EB	30/08/2020	38°53.08'	002°30.95'	732	38°53.25'	002°30.68'	515	374.714
R27	EB	30/08/2020	38°53.73'	002°29.43'	753	38°53.67'	002°29.56'	700	150.203
R28	SO	31/08/2020	38°55.84'	001°53.59'	610	38°55.90'	001°53.43'	587	176.282
R29	SO	31/08/2020	85°6.974'	001°53.57'	422	38°57.02'	001°53.20'	387	424.614

Anexo II.- Mapas de las variables ambientales y pesqueras utilizadas para el modelado de la distribución espacial de hábitats bentónicos en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental), realizado a partir de Species Distribution Models (SDM), basados en modelos GAM y Maxent

VARIABLES GEOMORFOLÓGICAS







INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

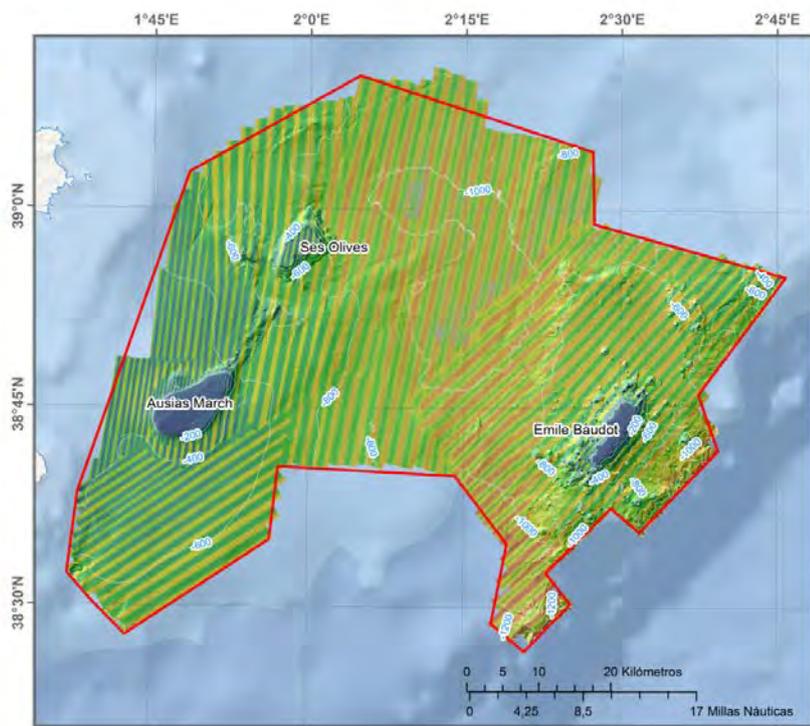
MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
ORIENTACIÓN
16 METROS DE RESOLUCIÓN
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%.

LEYENDA

-  LIC
-  Norte (0°-22.5°)
-  Noroeste (22.5°-67.5°)
-  Este (67.5°-112.5°)
-  Sureste (112.5°-157.5°)
-  Sur (157.5°-202.5°)
-  Suroeste (202.5°-247.5°)
-  Oeste (247.5°-292.5°)
-  Noroeste (292.5°-337.5°)
-  Norte (337.5°-360°)

INTEMARES  



INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

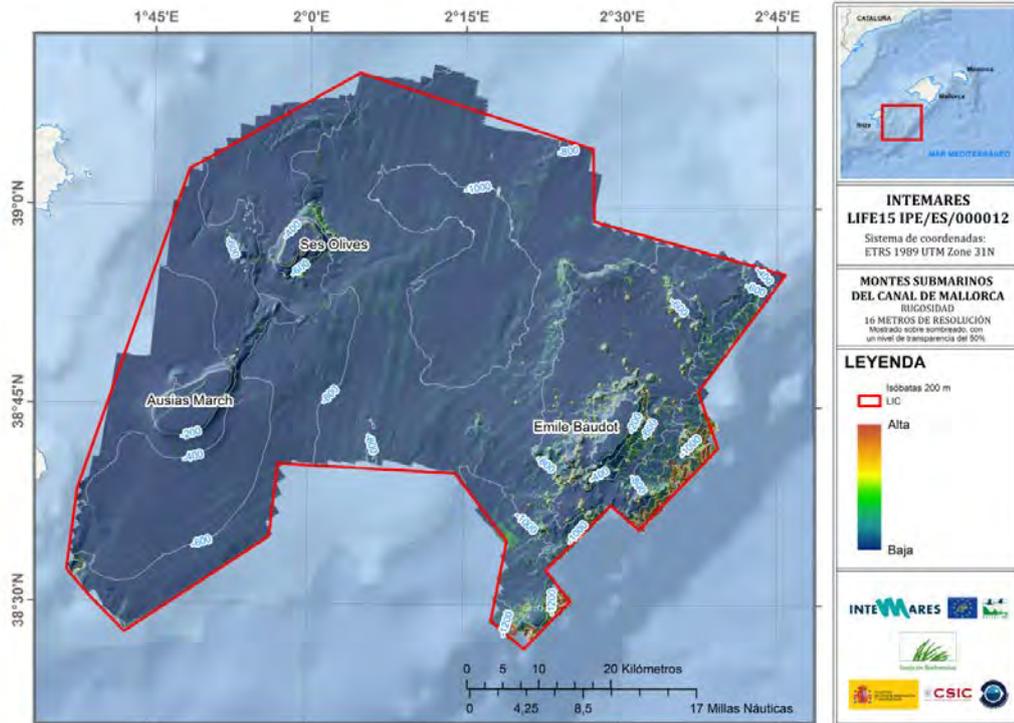
MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
REFLECTIVIDAD
16 METROS DE RESOLUCIÓN
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%.

LEYENDA

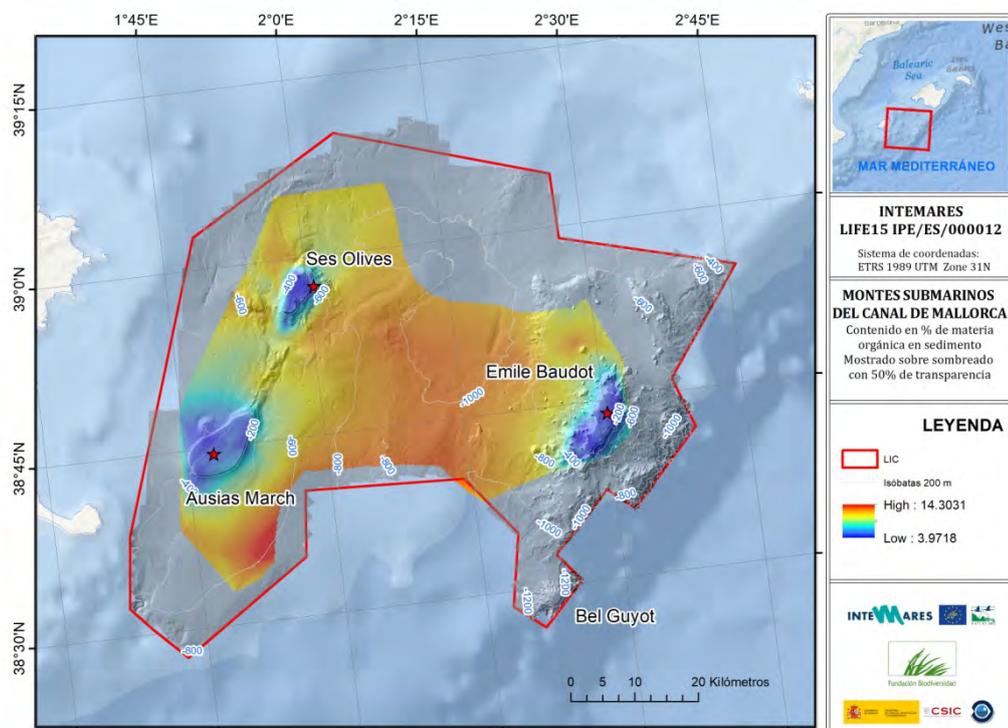
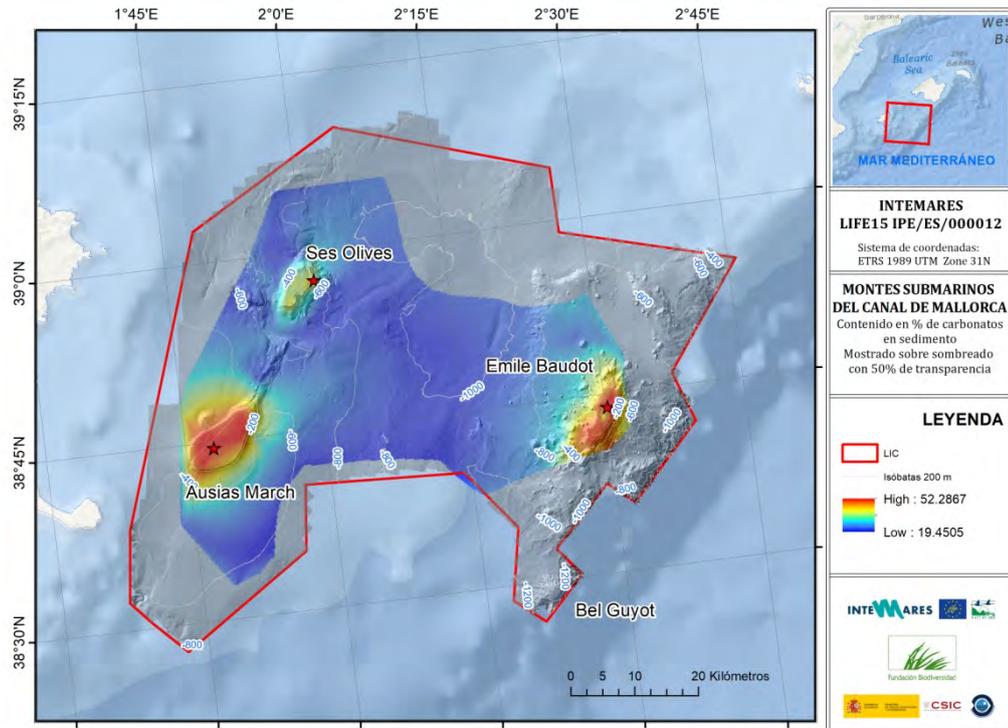
-  LIC
-  Isobatas 200 m
-  -89 dB
-  -198 dB

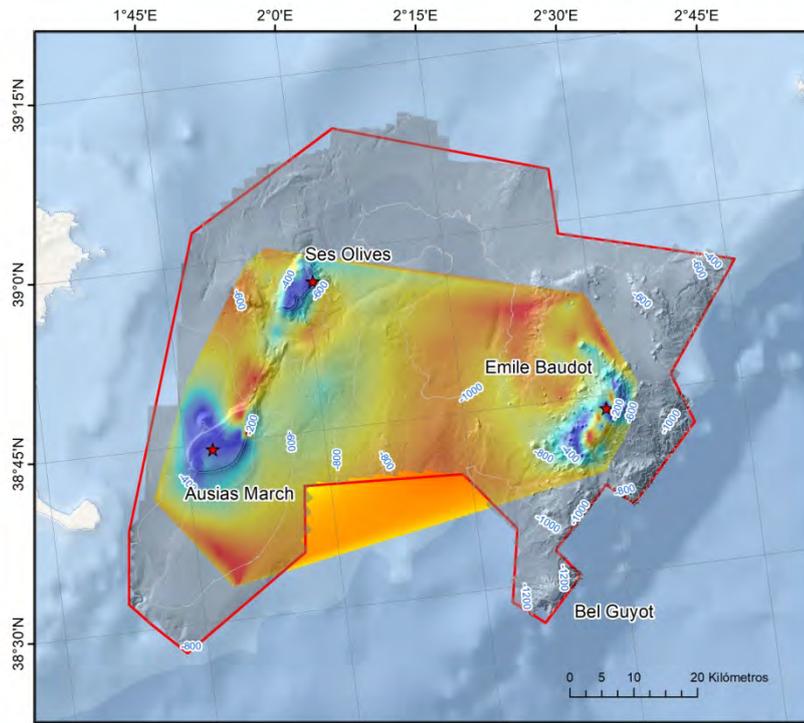
INTEMARES  



VARIABLES SEDIMENTOLÓGICAS



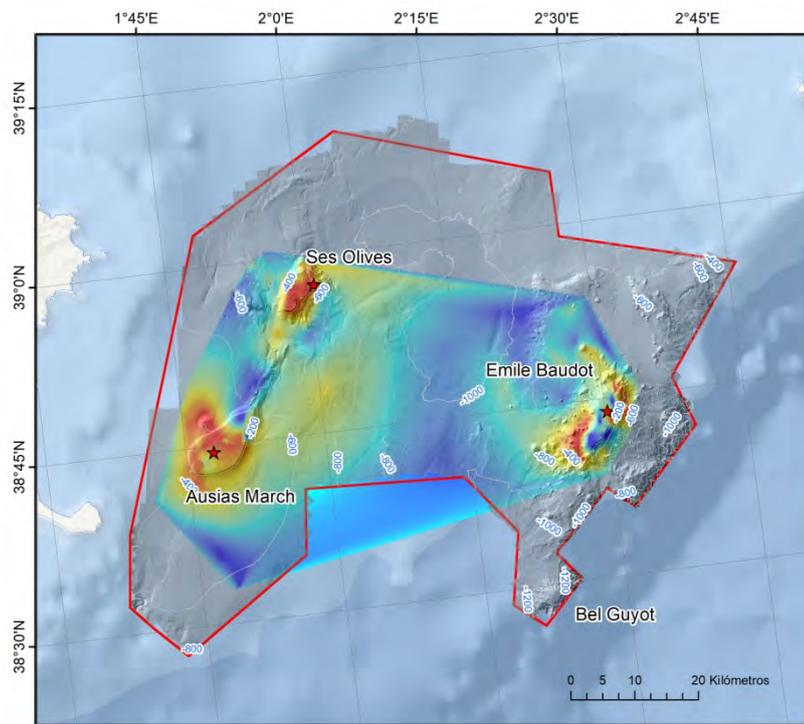


INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Contenido en % de fango del sedimento
Mostrado sobre sombreado con 50% de transparencia

LEYENDA

-  LIC
-  Isobatas 200 m
-  High : 90.1099
Low : 0.208486



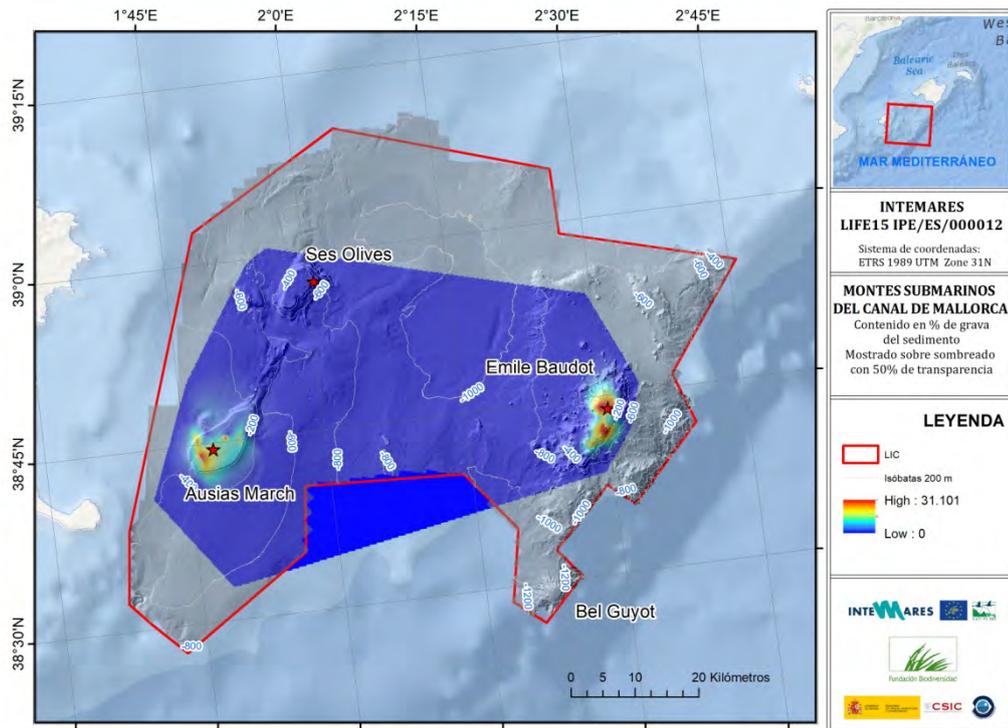
INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Contenido en % de arena del sedimento
Mostrado sobre sombreado con 50% de transparencia

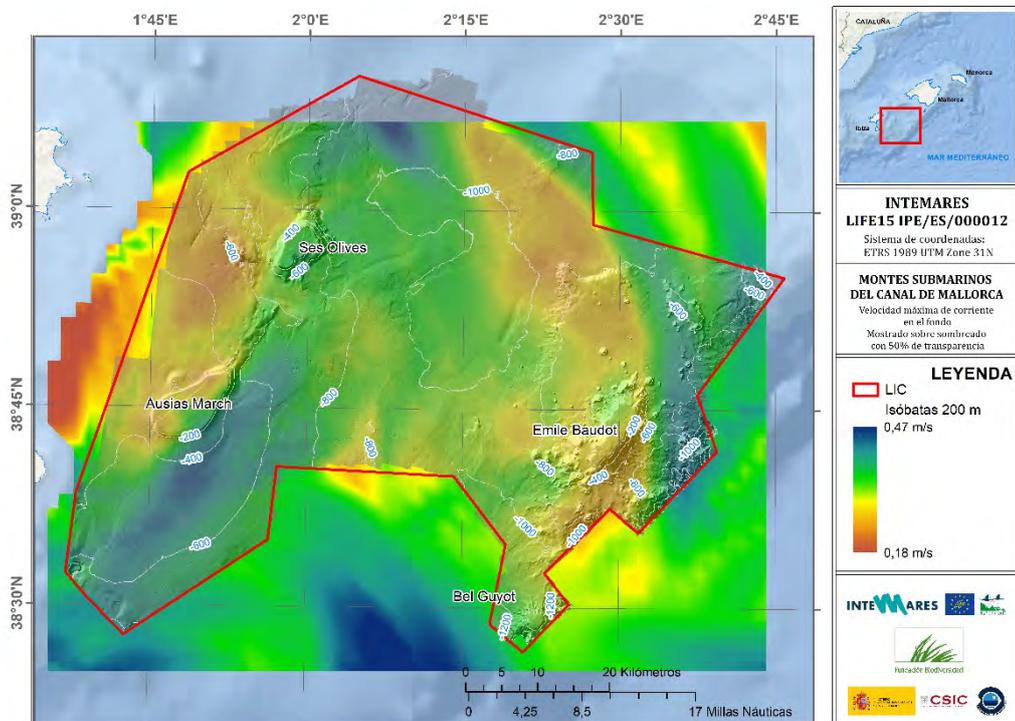
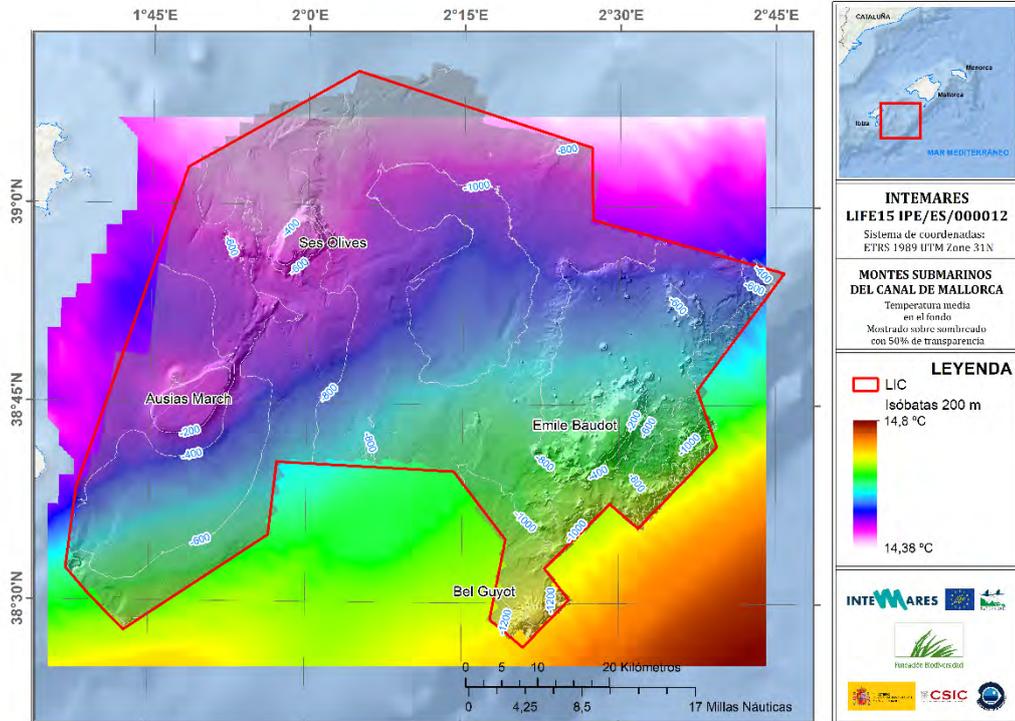
LEYENDA

-  LIC
-  Isobatas 200 m
-  High : 96.757
Low : 2.9536

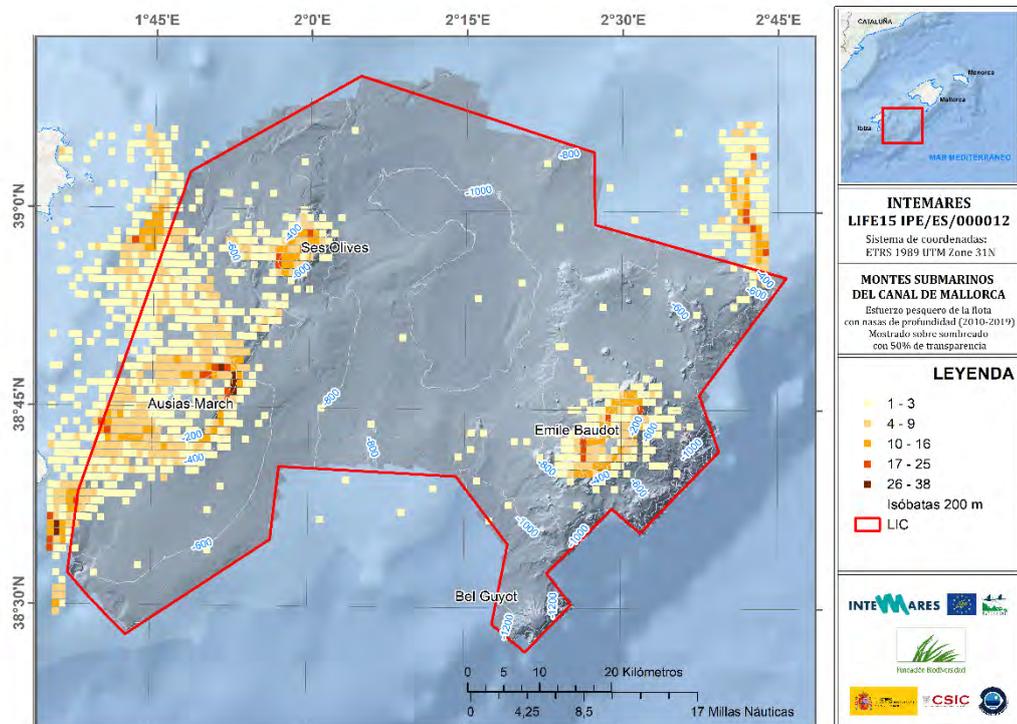
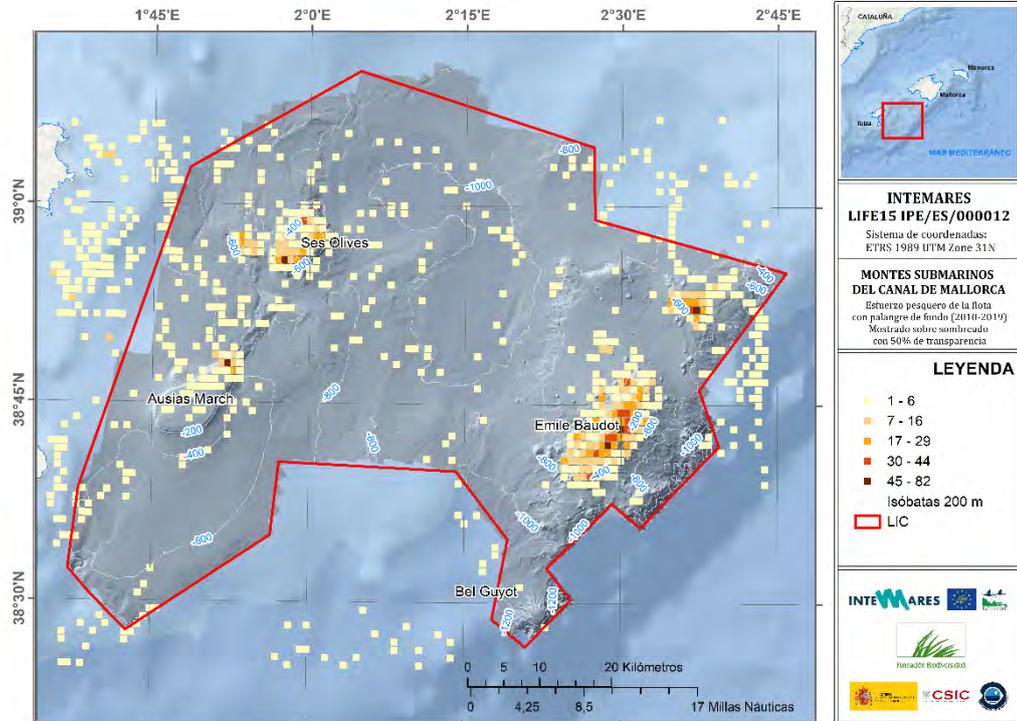


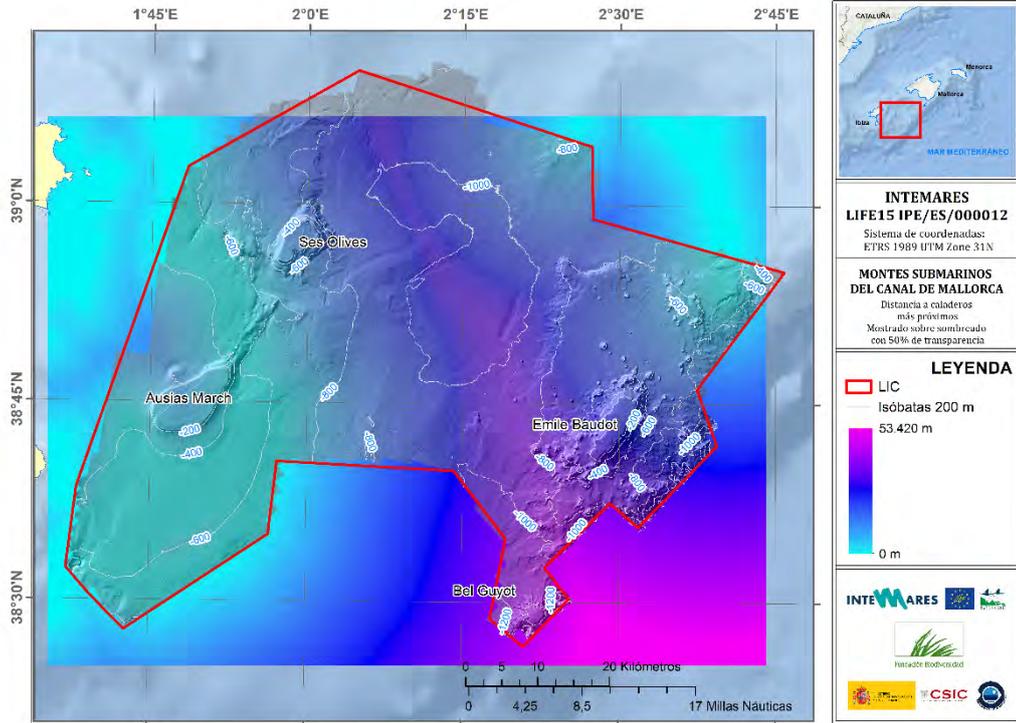


VARIABLES HIDRODINÁMICAS



VARIABLES DE PRESIÓN PESQUERA





Anexo III.- Inventariado de especies y taxones identificados a partir de los muestreos realizados en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental)

SO: Ses Olives; AM: Ausias March; EB: Emile Baudot; BT: Patín epi-bentónico; GOC: Red de arrastre experimental GOC-73; DR: draga de arrastre.

Se muestra el área y profundidad (Prof.) en que la especie o taxón ha sido encontrado, así como el número de muestras en que ha aparecido.

(*) No considerado para estimaciones de biodiversidad, ya que podrían conllevar repeticiones de especies o taxones.

CHLOROPHYTA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst, 1868		X	X	90-128	1		5	X
Chlorophyta no identificadas*		X	X	87-146				X

OCHROPHYTA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Halopteris filicina</i> (Grateloup) Kützing, 1843		X	X	89-105			1	X
<i>Zanardinia typus</i> (Nardo) P.C.Silva, 2000		X		85-106				X
<i>Zonaria tournefortii</i> (J.V.Lamouroux) Montagne, 1846		X		85-106				X

RHODOPHYTA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Felicinia marginata</i> (Roussel) F.Schmitz, 1894		X		90			1	
<i>Cryptonemia tuniformis</i> (Bertoloni) Zanardini, 1868		X	X	90-124	2		2	
Corallinaceae		X	X	98-152	22		20	
cf. <i>Lithophyllum stictiforme</i> (J.E. Areschoug) Hauck, 1877		X	X	85-106				X
<i>Lithophyllum</i> spp.		X		85-100				X
<i>Lithothamnion</i> spp.				85-135				X
<i>Lithothamnion valens</i> Foslie, 1909		X		85-100			1	X
<i>Phymatolithon calcareum</i> (Pallas) W.H.Adey & D.L.McKibbin ex Woelkerling & L.M.Irvine, 1986		X	X	85-135				X
cf. <i>Mesophyllum alternans</i> (Foslie) Cabioch & M.L. Mendoza, 1998		X		85-86				X
cf. <i>Mesophyllum lichenoides</i> (J.Ellis) Me.Lemoine, 1928		X	X	85-135				X

RHODOPHYTA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Spongites fruticulosus</i> Kützing, 1841		X		85-91			1	X
<i>Spongites</i> spp.		X	X	85-135				X
cf. <i>Peyssonnelia rosa-marina</i> Boudouresque & Denizot, 1973		X	X	85-135				X
<i>Peyssonnelia</i> spp. Decaisne, 1841		X	X	85-135			2	X
<i>Phyllophora crispa</i> (Hudson) P.S.Dixon, 1964		X	X	90-124			2	X

PORIFERA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Aptos aptos</i> (Schmidt, 1864)		X	X	108-117	1		2	X
<i>Antho</i> (<i>Antho</i>) sp.			X	160	1			
<i>Axinella flustra</i> Topsent, 1892		X	X	98-147	4		1	
<i>Axinella minuta</i> Lévi, 1957		X	X	143-412	5		4	
<i>Axinella polypoides</i> Schmidt, 1862		X	X	98-99	2			X
<i>Axinella spatula</i> Sitjà & Maldonado, 2014		X		147	1			
<i>Axinella vacoleti</i> Pansini, 1984			X	104-117			2	
<i>Axinella venusta</i> Idan, Shefer, Feldstein & Ilan, 2021			X	104-117			2	
<i>Axinella verrucosa</i> (Esper, 1794)		X		98-127	2		1	
<i>Axinella</i> sp. 2		X	X	111-395	12		4	
<i>Axinella</i> spp.*		X	X	85-362	3			X
<i>Biemna</i> sp.		X		113-113	1		1	
<i>Bubaris carcisis</i> Vacelet, 1969			X	147	1		1	
<i>Bubaris vermiculata</i> (Bowerbank, 1866)		X		98	1			
<i>Bubaris</i> sp. 1	X	X	X	143-523	17			
<i>Bubaris</i> sp. 2	X			262-291			3	
<i>Bubaris</i> sp. 3	X		X	150-405	3			
<i>Bubaris</i> sp. 4		X		225	1			
<i>Bubaris</i> sp. 5			X	146-412	5			
<i>Bubaris</i> sp. 6			X	412	1			

PORIFERA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Bubaris</i> spp.			X	473	1			
<i>Calcarea</i> sp. 1	X	X	X	98-395	15		2	
<i>Calcarea</i> sp. 2		X	X	105-150	6		1	
<i>Calcarea</i> sp. 3		X		99-99	1			
<i>Calcarea</i> sp. 4			X	276	1			
<i>Calthropella (Calthropella) pathologica</i> (Schmidt, 1868)		X	X	98-117			3	
<i>Calyx</i> cf. <i>tufa</i> (Ridley & Dendy, 1886)		X		112-113	2			X
<i>Cladorhiza abyssicola</i> Sars, 1872	X	X	X	147-715	12			
<i>Caminus vulcani</i> Schmidt, 1862		X	X	98-150	5		1	
<i>Characella pachastrelloides</i> (Carter, 1876)		X		113	1			
<i>Characella tripodaria</i> (Schmidt, 1868)			X	104			1	
<i>Chelonaplysilla psammophila</i> (Topsent, 1928)		X	X	98-276	15		3	
<i>Ciocalypta penicillus</i> Bowerbank, 1862			X	104			1	
<i>Cladorhiza abyssicola</i> Sars, 1872	X	X	X	147-715	12			
<i>Coelosphaera (Histodermion)</i> sp.		X	X	111-152	3		1	
<i>Craniella cranium</i> (Müller, 1776)			X	147-152	3			
<i>Crella (Crella)</i> sp.		X		105-105	1			
<i>Crella (Yvesia)</i> sp.		X		102-112	1		1	
<i>Desmacella annexa</i> Schmidt, 1870	X	X	X	112-756	22	6		
<i>Desmacella inornata</i> (Bowerbank, 1866)	X	X	X	116-757	34	1	2	
<i>Desmacella</i> sp. 1		X	X	109-117			2	
<i>Desmacella</i> sp. 2		X		127	1			
<i>Desmacella</i> sp. 3	X			607	1			
<i>Desmacella</i> sp. 4		X		112	1			
<i>Desmacella</i> spp.			X	147	1			
<i>Dictyonella incisa</i> (Schmidt, 1880)		X		98	1			
<i>Dictyonella</i> spp.			X	143	1			
<i>Dictyonella</i> sp. 1		X	X	104-105	1		1	

PORIFERA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Dictyonella</i> sp. 2			X	117-395	3		2	
Dictyonellidae		X		321		1		
<i>Diplastrella bistellata</i> (Schmidt, 1862)		X		98-105	2			X
<i>Discodermia polymorpha</i> Pisera & Vacelet, 2011		X	X	113-150	12			
<i>Dotona</i> sp. *		X		99	1			
<i>Dragmatella aberrans</i> (Topsent, 1890)	X	X	X	127-412	19		2	
<i>Eurypon</i> sp. 1		X		98-99	2			
<i>Eurypon</i> sp. 2		X	X	248-412	1		2	
<i>Eurypon</i> sp. 3		X		248			1	
<i>Erylus corsicus</i> Pulitzer-Finali, 1983			X	143-150	4			
<i>Erylus mamillaris</i> (Schmidt, 1862)			X	98-127	2			
<i>Foraminospongia balerica</i> Díaz, Ramírez-Amaro & Ordines, 2021		X	X	98-511	20		8	X
<i>Foraminospongia minuta</i> Díaz, Ramírez-Amaro & Ordines, 2021	X			291			2	
<i>Geodia bibilonae</i> Díaz & Cárdenas, 2023		X	X	124-207			2	
<i>Geodia geodina</i> (Schmidt, 1868)		X	X	105-150	3			
<i>Geodia matrix</i> Díaz & Cárdenas, 2023				98-105	2		1	
<i>Geodia microsphaera</i> Díaz & Cárdenas, 2023		X		105	1			
Halichondriidae*			X	143-511	6			
<i>Haliclona poecillastroides</i> (Vacelet, 1969)		X	X	98-152	11		7	X
<i>Haliclona poecillastroides</i> 2	X	X	X	99-511	11		2	
<i>Haliclona poecillastroides</i> 3	X	X		209-291			6	
<i>Haliclona poecillastroides</i> 4			X	150	1			
<i>Haliclona (Rhizoniera) rhizophora</i> (Vacelet, 1969)	X	X	X	147-412	8			
<i>Haliclona</i> sp. 1			X	147	1			
<i>Haliclona</i> sp. 2		X		105	1			
<i>Haliclona</i> sp. 3		X		98-105	2			
<i>Haliclona</i> sp. 4		X		98-128	1		1	
<i>Haliclona</i> sp. 5		X		99	1			

PORIFERA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Haliclona</i> sp. 6			X	143-276	8			
<i>Haliclona</i> sp. 7			X	128-148	1		1	
<i>Haliclona</i> sp. 8		X	X	105-150	2			
<i>Haliclona</i> sp. 9			X	143-152	3			
<i>Haliclona</i> sp. 10		X		98-99	1		1	
<i>Haliclona</i> spp.		X	X	127-147	3			
<i>Haliclona (Flagellia) flagellifera</i> (Ridley & Dendy, 1886)			X	147	1			
<i>Haliclona (Gellius) sp.2</i>			X	152	1			
<i>Haliclona (Gellius) sp.3</i>			X	146	1			
<i>Haliclona (Halichoclona) fistulosa</i> (Bowerbank, 1866)			X	143-152	8		1	
<i>Haliclona (Rhizoniera) rhizophora</i> (Vacelet, 1969)	X	X	X	147-412	8			
<i>Hamacantha (Hamacantha) lundbecki</i> Topsent, 1904	X			265			1	
<i>Hamacantha (Hamacantha) sp. 1</i>	X	X	X	147-473	13			
<i>Hamacantha (Hamacantha) sp. 2</i>	X	X		209-397			5	
<i>Hamacantha (Vomerula) megancistra</i> Pulitzer-Finali, 1978	X			298	1			
<i>Hamacantha (Vomerula) cf. megancistra</i>	X	X	X	143-507	14		2	
<i>Hamacantha (Vomerula) falcula</i> (Bowerbank, 1874)		X	X	98-160	2		6	
<i>Hamacantha (Vomerula) papillata</i> Vosmaer, 1885			X	672	1			
<i>Hamacantha (Vomerula) sp. 1</i>		X	X	98-511	4		1	
<i>Hamacantha (Vomerula) sp. 2</i>			X	573			1	
<i>Hamacantha (Vomerula) sp. 3</i>			X	160			1	
<i>Hamigera</i> sp.*			X	141			1	
<i>Haplosclerida</i> sp. 1	X		X	262-247			2	
<i>Haplosclerida</i> sp. 2		X		105	1			
<i>Haplosclerida</i> sp. 3			X	293			1	
<i>Hemiasterella elongata</i> Topsent, 1928		X	X	113-473	16		3	
<i>Heteroxya</i> cf. beauforti	X	X	X	209-293			5	
<i>Heteroxya</i> sp. 2			X	160			1	

PORIFERA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Hexadella</i> sp. 1	X		X	98-276	2			
<i>Hexadella</i> sp. 2			X	160			1	
Hexactinellida*	X		X	291-320	2			
<i>Hymedesmia</i> (<i>Hymedesmia</i>) sp. 1		X		113	1			
<i>Hymedesmia</i> (<i>Hymedesmia</i>) sp. 2		X	X	99-160	2		3	
<i>Hymedesmia</i> (<i>Hymedesmia</i>) sp. 3			X	473	1			
<i>Hymedesmia</i> (<i>Hymedesmia</i>) sp. 4	X			248			1	
<i>Hymedesmia</i> (<i>Hymedesmia</i>) sp. 5			X	171			1	
<i>Hymerhabdia</i> sp.			X	120			1	
<i>Hymerhabdiidae</i> Morrow, Picton, Erpenbeck, Boury-Esnault, Maggs & Allcock, 2012		X		113	1			
<i>Jaspis</i> sp. 1		X	X	105-395	16		9	
<i>Jaspis</i> sp. 2	X	X	X	135-511	6		8	
<i>Keratosa</i> spp.*			X	106				X
<i>Keratosa</i> sp.1			X	143-150	4		2	
<i>Keratosa</i> sp. 2			X	147	1			
<i>Keratosa</i> sp.3			X	143-150	5		3	
<i>Keratosa</i> sp.4			X	128-141			2	
<i>Keratosa</i> sp.5		X	X	104-116	2		2	
<i>Keratosa</i> sp. 6		X		120			1	
<i>Lanuginella pupa</i> Schmidt, 1870		X		248			1	
<i>Latrunculia</i> (<i>Latrunculia</i>) sp. 1		X	X	120-209			3	
<i>Latrunculia</i> (<i>Latrunculia</i>) sp. 2			X	141-160			2	
<i>Latrunculia</i> (<i>Latrunculia</i>) sp. 3		X	X	117-160			3	
<i>Melonanchora emphysema</i> (Schmidt, 1875)		X		120			1	
<i>Microcionidae</i> Carter, 1875			X	160			1	
<i>Myxilla</i> (<i>Myxilla</i>) sp.		X		111	1			
<i>Microtylostylifer</i> sp.		X		147	1			
<i>Monocrepidium</i> sp.	X	X	X	278-412	4		1	

PORIFERA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Nethea amygdaloides</i> (Carter, 1876)	X			274			1	
<i>Pachastrella monilifera</i> Schmidt, 1868		X	X	104-240	1		5	
<i>Pachastrella ovisternata</i> Lendenfeld, 1894	X	X	X	139-526	1		3	
<i>Paratimea massutii</i> Díaz, Ramírez-Amaro & Ordines, 2021			X	147-150	2			
<i>Penares candidatus</i> (Schmidt, 1868)			X	147	1			
<i>Penares evastrum</i> (Schmidt, 1868)		X	X	98-127	6		2	X
<i>Penares helleri</i> (Schmidt, 1864)		X	X	105-466	13	1	2	X
<i>Petrosia (Petrosia) raphida</i> Boury-Esnault, Pansini & Uriz, 1994		X	X	98-395	13		1	
<i>Petrosia (Strongylophora) pulitzeri</i> Pansini, 1996			X	147	1			
<i>Petrosia (Strongylophora) vansoesti</i> Boury-Esnault, Pansini & Uriz, 1994		X	X	98-297	7		2	
<i>Petrosia (Petrosia) ficiformis</i> (Poiret, 1789)		X	X	98-150	6		2	X
<i>Petrosia (Petrosia) raphida</i> Boury-Esnault, Pansini & Uriz, 1994		X	X	98-395	13		1	
<i>Phakellia hironellei</i> Topsent, 1890		X	X	137-152	2		1	
<i>Phakellia robusta</i> Bowerbank, 1866	X	X	X	143-412	11		7	X
<i>Phakellia</i> sp.	X		X	248-511	1		1	
<i>Phorbas</i> sp.		X		120	1			
<i>Pocillastra compressa</i> (Bowerbank, 1866)	X	X	X	98-511	31		9	X
<i>Polymastia polytylota</i> Vacelet, 1969	X		X	147-482	2			
<i>Polymastia tissieri</i> (Vacelet, 1961)	X		X	288-688	7		1	
<i>Polymastia</i> spp.*		X	X	237-1081	1		1	X
<i>Polymastia</i> sp. 1		X	X	102-473	1		3	
<i>Polymastia</i> sp. 2		X	X	99-160	1		4	
<i>Polymastia</i> sp. 3		X	X	195-395	3			
<i>Prosuberites longispinus</i> Topsent, 1893		X		99	1			
<i>Prosuberites</i> sp.		X		105				
<i>Prosuberites</i> sp. 2			X	160			1	
<i>Protosuberites rugosus</i> (Topsent, 1893)			X	143-412	3			
<i>Protosuberites</i> sp.		X		412			1	

PORIFERA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Pseudospongosorites</i> sp.			X	147	1			
<i>Pseudotrachya hystrix</i> (Topsent, 1890)		X		137-267	1		3	
<i>Radiella</i> sp. 1			X	395-672	3	1		
<i>Radiella</i> sp. 2			X	395	1			
<i>Raspailiidae</i> Nardo, 1833			X	288-313	2			
<i>Rhabderemia</i> sp.			X	293			1	
<i>Rhabdobaris implicata</i> Pulitzer-Finali, 1983	X		X	117-262			3	
<i>Rhabdobaris</i> sp.			X	147	1			
<i>Rhizaxinella elongata</i> (Ridley & Dendy, 1886)		X		348-365	2			
<i>Rhizaxinella pyrifer</i> (Delle Chiaje, 1828)		X	X	225-738	4	2		
<i>Rhizaxinella</i> sp.	X	X	X	152-715	7		1	
<i>Sarcotragus spinosulus</i> Schmidt, 1862			X	104-147	2		1	
Scopalinidae Morrow, Picton, Erpenbeck, Boury-Esnault, Maggs & Allcock, 2012		X	X	99-160	3		2	
<i>Spinularia sarsii</i> (Ridley & Dendy, 1886)		X	X	267-503	1		1	
<i>Spongosorites</i> sp. 1		X	X	99	1		8	X
<i>Spongosorites</i> sp. 2		X	X	117-127	1		1	X
<i>Spongosorites</i> sp. 3		X		127	1			
<i>Stelletta dichoclada</i> Pulitzer-Finali, 1983		X	X	105-150	3			
<i>Stelletta mediterranea</i> (Topsent, 1893)			X	104			1	
<i>Stelletta mortarium</i> Díaz & Cárdenas		X	X	105-151	4			
<i>Stylocordyla pellita</i> (Topsent, 1904)		X	X	297-538	1		3	X
<i>Suberites domuncula</i> (Olivi, 1792)		X		321		1		
<i>Sympagella</i> sp. 1		X		348-412	3			
<i>Tethya aurantium</i> (Pallas, 1766)		X	X	105-288	3		1	
<i>Thenea muricata</i> (Bowerbank, 1858)	X	X	X	122-740	42	8	1	X
<i>Thrombus abyssii</i> (Carter, 1873)	X		X	143-291	1		1	
<i>Timea chondrilloides</i> (Topsent, 1904)	X		X	274-291			2	
<i>Timea</i> sp. 1		X	X	102-127	2		3	

PORIFERA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Timea</i> sp. 2	X	X		290-365	3			
<i>Topsentia pachastrelloides</i> (Topsent, 1892)		X	X	104-112	1		1	
<i>Topsentia</i> sp. 1		X		98			1	
<i>Topsentia</i> sp. 2		X		112	1			
<i>Topsentia</i> spp.			X	672	1			
<i>Tretodictyum reisiwigi</i> Boury-Esnault, Vacelet & Chevaldonné, 2017	X		X	143-511	13		5	X
<i>Vulcanella gracilis</i> (Sollas, 1888)	X	X	X	127-412	12		8	X

CNIDARIA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Acanthogorgia hirsuta</i> Gray, 1857		X		344-380				X
<i>Acanthogorgia hirsuta</i> *		X	X	133-337				X
<i>Actinia</i> spp.*	X			715	1			
Actiniaria*		X	X	240-546			1	X
Actiniidae*		X	X	127-818	3			X
<i>Alcyonium acaule</i> Marion, 1878		X		105	1			
<i>Alcyonium coralloides</i> (Pallas, 1766)			X	104-128			3	
<i>Alcyonium palmatum</i> Pallas, 1766		X	X	160			1	X
<i>Alcyonium</i> sp.*			X	100-481			2	X
Anthozoa*	X	X	X	102-854	29	1	12	X
<i>Amphianthus dohrnii</i> (Koch, 1878)	X			678	1			
<i>Bathypathes</i> sp.			X	505-888				X
<i>Bebryce mollis</i> Philippi, 1842		X	X	100-433	7		6	X
<i>Calliactis palliata</i> (Fabricius, 1779)		X		98-127	3			
<i>Callistephanus pallida</i> (Madsen, 1970)		X	X	272-716				X
<i>Callogorgia verticillata</i> (Pallas, 1766)	X	X	X	106-888			2	X
<i>Caryophyllia (Caryophyllia) smithii</i> Stokes & Broderip, 1828	X			290	1			
<i>Caryophyllia (Caryophyllia) calveri</i> Duncan, 1873			X	531-684				X

CNIDARIA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Caryophyllia</i> sp.*	X		X	542-874	2		4	X
<i>Cerianthus membranaceus</i> (Gmelin, 1791)		X		159-299				X
Ceriantharia	X	X	X	258-753				X
<i>Chironephthya mediterranea</i> López-González, Grinyó & Gili, 2014		X		226-258				X
<i>Dendrophyllia</i> sp.	X			642				X
<i>Dendrophyllia cornigera</i> (Lamarck, 1816)	X	X	X	100-649				X
<i>Epizoanthus</i> spp.	X	X	X	105-764	6	1		
<i>Eunicella</i> spp.		X	X	89-490			2	X
<i>Funiculina quadrangularis</i> (Pallas, 1766)	X	X	X	148-614	2	1		X
Hydrozoa*		X	X	88-702	2		3	X
<i>Isidella elongata</i> (Esper, 1788)	X		X	464-719	7		1	X
<i>Lafoea dumosa</i> (Fleming, 1820)	X		X	312-757	2		1	
<i>Leiopathes glaberrima</i> (Esper, 1792)	X		X	867				X
<i>Madrepora oculata</i> Linnaeus, 1758	X	X		341-561				X
cf. <i>Muriceides lepida</i> Carpine & Grasshoff, 1975		X		173-255				X
cf. <i>Nicella granifera</i> (Kölliker, 1865)	X	X	X	145-887				X
<i>Paralcyonium spinulosum</i> (Delle Chiaje, 1822)		X	X	88-144				X
<i>Parazoanthus</i> sp. Haddon & Shackleton, 1891	X		X	603-644				X
<i>Pelagia noctiluca</i> (Forsskål, 1775)	X	X	X	152-764	15	28		
<i>Savalia savaglia</i> (Bertoloni, 1819)			X	625-843				X
Siphonophorae*		X		540-602		2		
<i>Villogorgia bebrycoides</i> (von Koch, 1887)			X	128-141			2	
<i>Viminella flagellum</i> (Johnson, 1863)			X	120-277			6	X
<i>Virgularia mirabilis</i> (Müller, 1776)			X	129			1	

ANNELIDA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
Aphroditidae*	X	X	X	105-489	12			
<i>Aphrodita aculeata</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	99-412	9			
Annelida no identificados*	X	X	X	128-1081	10		5	
<i>Bonellia viridis</i> Rolando, 1822	X	X	X	88-561				X
<i>Euarche tubifex</i> Ehlers, 1887	X	X	X	105-551	15		2	
<i>Hyalinoecia tubicola</i> (O.F. Müller, 1776)	X	X	X	98-405	24		9	X
<i>Laetmonice hystrix</i> (Savigny in Lamarck, 1818)	X	X	X	105-290	9			
<i>Lanice conchilega</i> (Pallas, 1766)	X	X	X	103-624	9		4	X
Polychaeta*	X	X	X	98-715	77		9	
<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	105-445	21			
Sabellidae*		X	X	99-297	4		3	
<i>Sabella pavonina</i> Savigny, 1822		X		88				X
<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767			X	146	1			
Serpulidae*		X	X	93-530			2	X
Sipunculidae*	X	X	X	105-768	44		6	
<i>Vermiliopsis infundibulum</i> (Philippi, 1844)		X		90			1	

CRUSTACEA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>AcanthePHYra eximia</i> Smith, 1884			X	759		1		
<i>AcanthePHYra pelagica</i> (Risso, 1816)			X	732-1028	1	6		
<i>AcanthePHYra purpurea</i> A. Milne-Edwards, 1881			X	753		1		
<i>Achaeus cranchii</i> Leach, 1817	X	X		113-242	1		1	
<i>Aegaeon lacazei</i> (Gourret, 1887)	X	X	X	124-688	18	3		
<i>Alpheus</i> sp.*	X	X		90-715	4		4	
<i>Alpheus glaber</i> (Olivi, 1792)	X	X	X	112-474	20		1	
<i>Alpheus macrocheles</i> (Hailstone, 1835)			X	160			1	

CRUSTACEA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Alpheus platydactylus</i> Coutière, 1897	X	X		105-609	5		2	
Amphipoda*	X	X	X	105-482	16			
<i>Anamathia rissoana</i> (Roux, 1828)	X			607-680	3			
<i>Anapagurus laevis</i> (Bell, 1845)	X	X	X	105-556	42		1	
<i>Amalopenaeus elegans</i> Smith, 1882	X			784	1			
<i>Aristaeomorpha foliacea</i> (Risso, 1827)			X	756		1		
<i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816)		X	X	600-1089	1	35		X
<i>Atelecyclus rotundatus</i> (Olivi, 1792)			X	146	1			
<i>Balanus</i> sp.	X		X	298-507	2			
<i>Bathynectes maravigna</i> (Prestandrea, 1839)			X	543-750				X
<i>Calappa granulata</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	105-365	15	1	4	X
Caridea*			X	117			1	
<i>Calocaris macandreae</i> Bell, 1846	X	X	X	288-759	26	5		
<i>Chlorotocus crassicornis</i> (A. Costa, 1871)	X	X	X	276-678	18	5		
Cirripedia*	X			680	1			
Cumacea*			X	760		1		
Cymothoidae*			X	146	1			
<i>Cymonomus granulatus</i> (Norman in Thomson, 1873)	X	X	X	259-483	17			
<i>Dardanus arrosor</i> (Herbst, 1796)	X	X	X	98-328	21	2	3	X
<i>Dardanus</i> sp.*		X		215				X
<i>Derilambrus angulifrons</i> (Latreille, 1825)		X	X	122-150	4			
<i>Distolambrus maltzami</i> (Miers, 1881)		X	X	98-412	26			
<i>Dorhynchus thomsoni</i> Thomson, 1873	X	X	X	112-688	7			
<i>Ebalia cranchii</i> Leach, 1817	X			290-291	1		1	
<i>Ebalia deshayesi</i> Lucas, 1846		X	X	105-548	20			
<i>Ebalia edwardsii</i> O.G. Costa, 1838		X		98	1			
<i>Ebalia nux</i> A. Milne-Edwards, 1883	X	X	X	124-680	52		3	
<i>Ebalia tuberosa</i> (Pennant, 1777)	X	X	X	105-672	22		1	

CRUSTACEA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Ergasticus clouei</i> A. Milne-Edwards, 1882	X	X	X	105-756	55		1	
<i>Ethusa mascarone</i> (Herbst, 1785)			X	313	1			
Euphausiacea*		X		551	1			
<i>Eurydice</i> spp.*	X	X	X	105-445	8			
<i>Eurynome aspera</i> (Pennant, 1777)		X	X	98-548	22			
<i>Eusergestes arcticus</i> (Krøyer, 1855)	X	X	X	435-764	12	15		X
<i>Galathea nexa</i> Embleton, 1836		X		98-631	1		1	
<i>Galathea</i> spp.*		X	X	105-636	2			X
Gammaridae*			X	146-299	3			
<i>Amalopenaeus elegans</i> , Smith, 1882	X	X	X	146-1028	9	12		
<i>Geryon longipes</i> A. Milne-Edwards, 1882	X	X	X	395-764	22	37	1	X
<i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	290-483	7	3		
<i>Homola barbata</i> (Fabricius, 1793)			X	511	1			
<i>Idotea metallica</i> Bosc, 1802		X		122	1			
<i>Inachus dorsettensis</i> (Pennant, 1777)	X	X	X	98-729	36	1	1	
<i>Inachus leptochirus</i> Leach, 1817	X	X	X	99-321	13	1		
<i>Inachus</i> sp.*		X		85				X
Isopoda*	X	X	X	105-609	19	1	1	
<i>Latreillia elegans</i> P. Roux, 1830	X	X	X	124-680	3			
<i>Ligur ensiferus</i> (Risso, 1816)		X		483-466		3		
<i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	105-365	9			
<i>Liocarcinus zariquieyi</i> (Gordon, 1968)		X		105-135	4			
<i>Lophogaster typicus</i> M. Sars, 1857	X	X	X	105-757	56	3	2	
<i>Macropipus tuberculatus</i> (P. Roux, 1830)	X	X	X	105-548	17	1		X
<i>Macropodia linaresi</i> Forest & Zariquiey Álvarez, 1964		X		127	1			
<i>Macropodia tenuirostris</i> (Leach, 1814)		X		135	1			
<i>Meganyctiphanes norvegica</i> (M. Sars, 1857)	X			275-290	2			
<i>Monodaeus couchii</i> (Couch, 1851)	X	X	X	98-756	45	5	5	

CRUSTACEA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Munida intermedia</i> A. Milne-Edwards & Bouvier, 1899		X	X	348-511	4	4		X
<i>Munida perarmata</i> A. Milne Edwards & Bouvier, 1894	X	X	X	276-759	12	16		
<i>Munida tenuimana</i> Sars, 1872	X			688	1			
<i>Munida</i> sp.			X	1068-1086				X
Mysidacea*			X	395	1			
<i>Iridonida speciosa</i> (von Martens, 1878)	X	X	X	99-697	23			
<i>Munida</i> sp.*	X	X	X	107-1068				X
Natantia*	X		X	298-843				X
<i>Natanolana borealis</i> (Lilljeborg, 1851)		X	X	116-412	8			
<i>Nephrops norvegicus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	321-609	4	15		X
Paguroidea *	X	X	X	140-283	1			X
<i>Paguristes eremita</i> (Linnaeus, 1767)			X	127	1			
<i>Pagurus alatus</i> Fabricius, 1775	X	X	X	352-680	14	1		X
<i>Pagurus anachoretus</i> Risso, 1827	X	X	X	116-259	5			
<i>Pagurus prideaux</i> Leach, 1815		X	X	98-276	18		1	
<i>Palicus caronii</i> (Roux, 1830)		X	X	122-147	2			
<i>Palinurus elephas</i> (Fabricius, 1787)			X	107				X
<i>Palinurus mauritanicus</i> Gruvel, 1911	X	X		285-386				X
Pandalidae*	X			474	1			
<i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846)	X	X	X	267-510	19	15	1	X
<i>Paromola cuvieri</i> (Risso, 1816)	X	X	X	444-759		11		X
<i>Parthenopoides massena</i> (Roux, 1830)		X	X	105-153	17			
<i>Pasiphaea multidentata</i> Esmark, 1866	X	X	X	147-768	4	21		
<i>Pasiphaea sivado</i> (Risso, 1816)		X	X	444-732	14			
<i>Philocheras bispinosus</i> (Hailstone, 1835)	X			680	1			
<i>Philocheras echinulatus</i> (M. Sars, 1862)	X	X	X	290-688	14	2		
Phronimidae*		X		242	1			
<i>Phronima sedentaria</i> (Forskål, 1775)	X	X	X	135-1028	11	17		

CRUSTACEA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Phrosina semilunata</i> Risso, 1822			X	768-1028		2		
<i>Plesionika acanthonotus</i> (Smith, 1882)	X	X	X	150-768	16	21		X
<i>Plesionika antigai</i> Zariquiey Álvarez, 1955	X	X	X	147-511	29	2	4	X
<i>Plesionika edwardsii</i> (Brandt, 1851)	X	X	X	249-510	2	2	1	X
<i>Plesionika gigliolii</i> (Senna, 1902)	X	X	X	148-631	13	8	10	X
<i>Plesionika heterocarpus</i> (A. Costa, 1871)	X	X	X	218-616	12	7		
<i>Plesionika martia</i> (A. Milne-Edwards, 1883)	X	X	X	297-768	17	28		X
<i>Plesionika narval</i> (Fabricius, 1787)	X	X	X	259-463	5	1	3	
<i>Plesionika</i> spp.*	X	X	X	200-1072				X
<i>Polycheles typhlops</i> Heller, 1862	X	X	X	463-768	18	24		
<i>Pontophilus norvegicus</i> (Sars, 1861)			X	729-768		4		
<i>Pontophilus spinosus</i> (Leach, 1816)		X		445	1			
<i>Processa canaliculata</i> Leach, 1815	X	X	X	114-548	21	4		
<i>Processa macrophthalma</i> Nouvel & Holthuis, 1957			X	146	2			
<i>Processa nouveli</i> Al-Adhub & Williamson, 1975	X	X	X	127-483	13	2		
Reptantia*			X	340				X
<i>Rissoides desmaresti</i> (Risso, 1816)		X		435-483	1	2		
<i>Robustosergia robusta</i> (Smith, 1882)	X	X	X	600-1028	6	21		
<i>Rocinela dumerilii</i> (Lucas, 1849)		X	X	147-672	5			
<i>Scalpellum scalpellum</i> (Linnaeus, 1767)		X		99	1			
<i>Scyllarus pygmaeus</i> (Spence Bate, 1888)		X		90			1	
<i>Scyllarus</i> sp.*			X	288	1			
Sergestidae*			X	770		1		
<i>Solenocera membranacea</i> (Risso, 1816)	X	X	X	122-511	17	4		
<i>Spinolambrus macrochelos</i> (Herbst, 1790)		X	X	127-137	3			
<i>Thia scutellata</i> (Fabricius, 1793)		X		122	1			

MOLLUSCA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Abra longicallus</i> (Scacchi, 1835)	X	X	X	195-740	22			
<i>Abralia veranyi</i> (Rüppell, 1844)		X		395-466		4		
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)		X		267			1	
<i>Addisonia excentrica</i> (Tiberi, 1855)		X		116	1			
<i>Aequipecten commutatus</i> (Monterosato, 1875)			X	412	1			
Aglajidae*		X	X	98-395	7			
<i>Allogramma formosa</i> (Jeffreys, 1882)	X			609-697	2			
<i>Alloteuthis media</i> (Linnaeus, 1758)		X		619		1		
<i>Anadara corbuloides</i> (Monterosato, 1881)		X		112-113	2			
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i> (d'Orbigny [in Férussac & d'Orbigny], 1842)		X		600		1		
<i>Ancistroteuthis lichtensteinii</i> (A. Férussac [in Férussac & d'Orbigny], 1835)		X	X	602-761		3		
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	X		X	274-645			4	
<i>Antalis dentalis</i> (Linnaeus, 1758)	X			678	1			
<i>Antalis</i> spp.*	X	X	X	365-768	30		1	
<i>Aporrhais serresiana</i> (Michaud, 1828)	X	X	X	319-640	10	1		
<i>Aptyxis syracusana</i> (Linnaeus, 1758)		X		116	1			
<i>Tetrarca tetragona</i> (Poli, 1795)		X		99	1			
<i>Arcopella balaustina</i> (Linnaeus, 1758)		X		122-195	2			
Arcidae*	X			291			1	
<i>Asperarca nodulosa</i> (O. F. Müller, 1776)	X	X	X	98-481	4		15	
<i>Atrina pectinata</i> (Linnaeus, 1767)		X		107				X
<i>Baptodoris cinnabarina</i> Bergh, 1884	X	X	X	122-688	10			
<i>Bathyarca philippiana</i> (Nyst, 1848)	X	X	X	146-759	25		6	
<i>Bathypolypus sponsalis</i> (P. Fischer & H. Fischer, 1892)		X	X	444-770	1	7		
Bivalvia no identificados*	X			86-802	1			X
<i>Colus jeffreysianus</i> (P. Fischer, 1868)			X	574	1			
<i>Calliostoma conulus</i> (Linnaeus, 1758)			X	288	1			

MOLLUSCA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Calliostoma granulatum</i> (Born, 1778)	X	X	X	105-412	24		1	
<i>Calliostoma gubbioli</i> Nofroni, 1984	X	X		275-397	1		1	
<i>Calliostoma zizyphinum</i> (Linnaeus, 1758)		X	X	225-483	4			
<i>Callumbonella suturalis</i> (R. A. Philippi, 1836)		X	X	153-365	3			
<i>Cantrainea peloritana</i> (Cantraine, 1835)			X	503-574	2			
<i>Capulus ungaricus</i> (Linnaeus, 1758)		X	X	127-147	2			
<i>Cardiomya costellata</i> (Deshayes, 1835)	X	X		113-607	7			
Cephalopoda*		X	X	380-402				X
Cavoliniidae*				259	1			
<i>Cetomya neaeroides</i> (Seguenza, 1877)	X			291-449	1		1	
<i>Chiton</i> spp.*	X			281-607	3			
<i>Clelandella miliaris</i> (Brocchi, 1814)	X	X		135-474	2			
<i>Pleurotomoides gracilis</i> (Montagu, 1803)			X	127	1			
<i>Cuspidaria cuspidata</i> (Olivi, 1792)	X	X	X	127-523	11			
<i>Cuspidaria rostrata</i> (Spengler, 1793)	X	X	X	114-759	34			
<i>Cymbulia peronii</i> Blainville, 1818	X	X	X	113-761	9	8		
<i>Danilia tinei</i> (Calcara, 1839)		X	X	127-150	2			
<i>Delectopecten vitreus</i> (Gmelin, 1791)	X		X	640-672	2			
<i>Eledone cirrhosa</i> (Lamarck, 1798)		X		122-446	2	1		X
<i>Eledone</i> sp.*		X		260-342				X
<i>Emarginula adriatica</i> O.G. Costa, 1830			X	128-141			2	
<i>Epitonium celesti</i> (Aradas, 1854)			X	150-412	2			
<i>Euspira fusca</i> (Blainville, 1825)	X	X	X	242-474	10		1	
<i>Fusiturris similis</i> (Bivona, 1838)		X		116-365	3			
<i>Pseudofusus pulchellus</i> (R. A. Philippi, 1840)		X	X	105-395	7		1	
<i>Orania fusulus</i> (Brocchi, 1814)			X	129-160			2	
<i>Gastropteron rubrum</i> (Rafinesque, 1814)		X		105-242	2			
<i>Gymnobela abyssorum</i> (Locard, 1897)	X	X	X	225-574	5			

MOLLUSCA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Pseudofusus rostratus</i> (Olivi, 1792)		X	X	127-483	6			
<i>Haliris granulata</i> (G. Seguenza, 1860)			X	127-412	4		2	
Heterobranchia*		X		348	1			
<i>Heteroteuthis dispar</i> (Rüppell, 1844)			X	732		1		
<i>Histioteuthis bonnellii</i> (Férussac, 1834)		X		444-663		8		
<i>Histioteuthis reversa</i> (A. E. Verrill, 1880)		X	X	600-757		10		
<i>Illex coindetii</i> (Vérany, 1839)		X		218-540		5		
<i>Japonactaeon pusillus</i> (Forbes, 1844)	X			523-556	2			
<i>Kaloplocamus ramosus</i> (Cantraine, 1835)			X	141			1	
<i>Karnekipia sulcata</i> (O.F. Müller, 1776)		X	X	127-348	3			
<i>Allogramma formosa</i> (Jeffreys, 1882)	X			640	1			
<i>Lima lima</i> (Linnaeus, 1758)		X		105	1			
<i>Lima</i> sp.*			X	1068				X
<i>Loligo forbesii</i> Steenstrup, 1856		X		321-466		3		
<i>Manupecten pesfelis</i> (Linnaeus, 1758)		X	X	122-127	2			
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	X			265			1	
<i>Mitrella gervillii</i> (Payraudeau, 1826)			X	481			1	
<i>Monoplex corrugatus</i> (Lamarck, 1816)			X	117-141			2	
Mureceidae*			X	147			1	
<i>Neorossia caroli</i> (Joubin, 1902)		X		435-463		2		
<i>Neopycnodonte cochlear</i> (Poli, 1795)	X	X	X	299-412				X
<i>Nucula nitidosa</i> Winckworth, 1930		X		320-365	2			
Nudibranchia*	X	X	X	127-297	4			
<i>Ocenebra erinaceus</i> (Linnaeus, 1758)		X		225	1			
<i>Octopus salutii</i> Vérany, 1839		X		328-601		3		
<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797			X	169				X
Octopodoidea*			X	324				X
<i>Onchidella celtica</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1832)	X			242			1	

MOLLUSCA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
Opisthobranchia*	X			275-489	3			
<i>Orania fusulus</i> (Brocchi, 1814)			X	129			1	
<i>Pagodula echinata</i> (Kiener, 1839)	X	X	X	267-680	9		1	
<i>Palliolum incomparabile</i> (Risso, 1826)		X	X	127-508	2			
<i>Palliolum tigrinum</i> (O.F. Müller, 1776)		X		116	1			
<i>Palliolum</i> spp.*	X		X	152-472	4			
<i>Parvamussium fenestratum</i> (Forbes, 1844)		X	X	127-511	5			
<i>Peltodoris</i> sp.*			X	133				X
<i>Philine monterosati</i> Monterosato, 1874	X	X	X	98-740	18			
Philinidae*	X	X	X	113-395	8			
<i>Pleurobranchaea meckeli</i> (Blainville, 1825)		X		116	1			
<i>Pododesmus patelliformis</i> (Linnaeus, 1761)		X		105-122	3			
<i>Pododesmus squama</i> (Gmelin, 1791)		X		113	1			
<i>Policordia gemma</i> (A. E. Verrill, 1880)		X		122	1			
Polyplacophora*		X		122	1			
<i>Poromya granulata</i> (Nyst & Westendorp, 1839)		X		122-352	7			
<i>Pseudamussium clavatum</i> (Poli, 1795)		X	X	105-352	16			
<i>Ranella olearium</i> (Linnaeus, 1758)			X	137-412	11			
<i>Rhinoclama nitens</i> (Locard, 1898)	X			482-523	2			
<i>Rondeletiola minor</i> (Naef, 1912)		X		320	1			
<i>Rossia macrosoma</i> (Delle Chiaje, 1830)		X	X	218-548	2	4		
<i>Scaevurgus unircirrhus</i> (Delle Chiaje [in Férussac & d'Orbigny], 1841)		X	X	105-143	2			
<i>Scaphander lignarius</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	122-445	6			
<i>Rhombosepion elegans</i> (Blainville, 1827)		X	X	105-299	9			X
<i>Rhombosepion orbignyanum</i> (Férussac, 1826)			X	146-278	1	1		
Sepiidae.*			X	127	1			
<i>Sepietta oweniana</i> (d'Orbigny, 1841)	X	X	X	112-540	25	7		
<i>Sepietta</i> sp.*			X	127	1			

MOLLUSCA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
Sepiolidae*	X		X	340-620				X
<i>Similipecten similis</i> (Laskey, 1811)	X	X	X	105-672	7			
<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)	X			259	1			
<i>Spondylus gussonii</i> O. G. Costa, 1830			X	127			1	
<i>Stoloteuthis leucoptera</i> (A. E. Verrill, 1878)		X		463		1		
<i>Taonius pavo</i> (Lesueur, 1821)			X	1028		1		
<i>Tectonatica rizzae</i> (R. A. Philippi, 1844)	X	X		105-445	4			
<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)			X	127	1			
<i>Todarodes sagittatus</i> (Lamarck, 1798)		X	X	321-761		14		
<i>Todaropsis eblanae</i> (Ball, 1841)		X		466		1		
<i>Trophonopsis barvicensis</i> (G. Johnston, 1825)	X			259	1			
<i>Trophonopsis muricata</i> (Montagu, 1803)		X		319	1			
<i>Tropidomya abbreviata</i> (Forbes, 1843)		X	X	122-402	8			
<i>Tylodina</i> spp.*			X	147	1			
<i>Xenophora crispa</i> (König, 1825)		X	X	122-297	3			

ECHINODERMATA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Amphilepis norvegica</i> (Ljungman, 1865)	X	X		410-556	3			
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	X			680	1			
<i>Amphiura cherbonnieri</i> Guille, 1972			X	150	1			
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843	X	X	X	114-445	9		1	
<i>Amphiura delamarei</i> Cherbonnier, 1958			X	141			1	
<i>Amphiura filiformis</i> (O.F. Müller, 1776)	X	X	X	146-508	21		3	
<i>Anseropoda placenta</i> (Pennant, 1777)		X	X	98-195	19		1	
<i>Antedon mediterranea</i> (Lamarck, 1816)		X	X	127-153	4			
Asteroidea*		X	X	105-150	1			X
<i>Astropecten irregularis</i> (Pennant, 1777)		X	X	111-445	10	2		

ECHINODERMATA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Astropecten</i> spp.*	X	X		242-607	1			X
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i> Mortensen, 1913	X	X		500-609	2			
<i>Ceramaster grenadensis</i> (Perrier, 1881)			X	760		1		
<i>Chaetaster longipes</i> (Bruzelius, 1805)		X	X	91-548	16		3	X
<i>Cidaris cidaris</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	105-574	30		1	X
Crinoidea*	X		X	380-607	1			X
Cucumariidae*		X	X	122-195	4			
Echinidae*	X	X		113-405	3			
<i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i> (Retzius, 1783)		X		85-105				X
<i>Echinocardium</i> sp.*	X			259	1			
<i>Echinocyamus pusillus</i> (O.F. Müller, 1776)	X	X	X	127-275	6			
Echinodea*	X	X	X	188-610	2			X
<i>Echinus</i> spp.*			X	143-313	7			
<i>Echinus melo</i> Lamarck, 1816	X		X	147-278	2			X
<i>Genocidaris maculata</i> A. Agassiz, 1869		X	X	105-511	9			
<i>Gracilechinus acutus</i> (Lamarck, 1816)	X	X	X	112-680	19	3		X
<i>Gracilechinus elegans</i> (Düben & Koren, 1844)	X	X	X	195-548	5			
<i>Hacelia attenuata</i> Gray, 1840		X		90-120	5		3	X
<i>Holothuria forskali</i> Delle Chiaje, 1824		X		99	1			X
<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i> Gmelin, 1791		X	X	105-127	1		1	X
<i>Holothuria</i> spp.*		X	X	85-759	2			X
Holothuroidea*			X	169-724				X
<i>Leptometra phalangium</i> (Müller, 1841)	X	X	X	111-680	10			X
<i>Luidia</i> spp.*	X			281	1			
<i>Luidia ciliaris</i> (Philippi, 1837)		X	X	105-242	3		1	
<i>Luidia sarsii</i> Düben & Koren in Düben, 1844	X	X	X	98-548	34			
<i>Marginaster capreensis</i> (Gasco, 1876)		X	X	105-152	9			
<i>Mesothuria intestinalis</i> (Ascanius, 1805)		X	X	225-759	5	1		X

ECHINODERMATA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Odontaster mediterraneus</i> (von Marenzeller, 1893)			X	412-740	4	1		
<i>Oestergrenia digitata</i> (Montagu, 1815)	X	X		242-472	5			
<i>Ophiacantha setosa</i> (Bruzelius, 1805)			X	141			1	
<i>Ophiactis balli</i> (W. Thompson, 1840)	X		X	160-262			2	
<i>Ophiocten abyssicum</i> (Forbes, 1843)	X	X	X	98-548	22			
<i>Ophiomyces grandis</i> Lyman, 1879	X	X	X	122-548	31		1	
<i>Ophiopsila annulosa</i> (M. Sars, 1859)		X	X	116-153	8			
<i>Ophiopsila aranea</i> Forbes, 1843		X	X	105-319	12			
<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard in O.F. Müller, 1789)	X	X		114-259	4			
<i>Ophiothrix quinquemaculata</i> (Delle Chiaje, 1828)	X			278	1			
<i>Ophiotreta valenciennesi</i> (Lyman, 1879)	X			291			2	
<i>Ophiotrix</i> spp.*		X		402	1			
<i>Ophiura (Dictenophiura) carnea</i> Lütken, 1858	X	X	X	105-511	37		4	
<i>Ophiura albida</i> Forbes, 1839	X			298	1			
<i>Ophiura grubei</i> Heller, 1863		X	X	105-288	8			
<i>Spatangus purpureus</i> O.F. Müller, 1776	X	X	X	137-412	13	1		X
Stichopodidae	X			278-697				X
<i>Tethyaster subinermis</i> (Philippi, 1837)		X		195-321	1	1		
<i>Tethyaster</i> cf. <i>subinermis</i> (Philippi, 1837)		X		111-122	3			
<i>Parastichopus regalis</i> (Cuvier, 1817)		X	X	111-395	11	2		X
<i>Parastichopus tremulus</i> (Gunnerus, 1767)	X			278-697	2			
<i>Peltaster placenta</i> (Müller & Troschel, 1842)	X	X	X	105-412	22		3	X
<i>Psammechinus microtuberculatus</i> (Blainville, 1825)	X		X	146-290	4			
<i>Pseudostichopus occultatus</i> Marenzeller von, 1893	X	X	X	124-511	17		1	
<i>Sclerasterias neglecta</i> (Perrier, 1891)	X	X	X	98-395	15		1	
<i>Sclerasterias richardi</i> (Perrier in Milne-Edwards, 1882)	X	X	X	105-548	32		2	X

BRACHIOPODA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
Brachiopoda*	X	X	X	99-432			3	X
<i>Gryphus vitreus</i> (Born, 1778)	X	X	X	116-768	50	6		X
<i>Joania cordata</i> (Risso, 1826)	X	X	X	90-410	21		10	
<i>Mergelia truncata</i> (Linnaeus, 1767)	X	X	X	90-311	13		23	

BRYOZOA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Amphiblestrum lyrulatum</i> (Calvet, 1907)		X		402	1			
Bryozoa*			X	90-295	1		3	X
<i>Hornera</i> sp.			X	133				X
<i>Kinetoskias</i> sp.	X			591-622				X
<i>Myriapora</i> spp.*								
<i>Reteporella</i> spp.*								
<i>Smittina cervicornis</i> (Pallas, 1766)		X		105			1	X

THALIACEA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Pyrosoma atlanticum</i> Péron, 1804	X	X	X	137-1028	2	10		
<i>Salpa maxima</i> Forskål, 1775		X	X	105-1028	3	4		X
<i>Salpa</i> spp.*	X	X	X	98-768	31	18	3	
Salpidae*	X	X		116-715	2	1	2	
Thaliacea*	X	X	X	131-761	13	7		X

ASCIDIACEA	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Ascidia involuta</i> Heller, 1875		X		109			1	
<i>Ascidia mentula</i> Müller, 1776			X	117			1	X
<i>Ascidia</i> spp.*		X	X	98-355	2		3	
Ascidiacea sp. 1*	X	X	X	100-633				X
Ascidiacea sp. 2*			X	143-150				X
Ascidiacea sp. 3*		X	X	107-139				X
Ascidiacea sp. 4*		X		104				X
Ascidiacea sp. 5*		X		88-89				X
Ascidiacea sp. 6*		X		86				X
Ascidiacea sp. 7*	X			301-304				X
Ascidiacea sp. 8*	X			314				X
Ascidiacea sp. 9*		X	X	134-144				X
Ascidiacea*	X	X	X	99-756	22		11	
Ascidiidae*		X	X	127-137	2			
<i>Ascidiella</i> spp.*		X		99	1			
<i>Clavelina dellavallei</i>	X	X	X	88-349				X
<i>Diazona violacea</i> Savigny, 1816		X		90			1	X
<i>Halocynthia papillosa</i>		X		87-104				X

ELASMOBRANCHII	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Centrophorus uyato</i> (Rafinesque, 1810)			X	738-760		4		
<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)		X		542		1		
<i>Dipturus oxyrinchus</i> (Linnaeus, 1758)		X	X	328-757		4		
<i>Etmopterus spinax</i> (Linnaeus, 1758)		X	X	444-757		22		
<i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810	X	X	X	328-760	2	48		X
<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758		X	X	103-451	1	4		X

ELASMOBRANCHII	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Raja polystigma</i> Regan, 1923		X		85				X
<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)		X		88-444		8		X
<i>Squalus blainville</i> (Risso, 1827)		X		85-328		4		X

ACTINOPTERI	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Acantholabrus palloni</i> (Risso, 1810)		X		298				X
Actinopteri*	X		X	394-760				X
<i>Alepocephalus rostratus</i> Risso, 1820			X	759		1		
<i>Anthias anthias</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	235			1	X
<i>Arctozenus risso</i> (Bonaparte, 1840)		X	X	510-747		6		
<i>Argentina sphyraena</i> Linnaeus, 1758		X		328		2		
<i>Argyrolepecus hemigymnus</i> Cocco, 1829	X	X	X	288-1028	12	25		
<i>Arnoglossus imperialis</i> (Rafinesque, 1810)		X	X	105-147	7			X
<i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792)		X	X	122-153	5			
<i>Arnoglossus rueppelii</i> (Cocco, 1844)	X	X	X	105-511	18	1	1	X
<i>Arnoglossus thori</i> Kyle, 1913		X	X	98-147	3			
<i>Arnoglossus</i> sp.*		X		169-290				X
<i>Aulopus filamentosus</i> (Bloch, 1792)		X	X	89-311				X
<i>Bathophilus nigerrimus</i> Giglioli, 1882			X	760		1		
<i>Bathypterois mediterraneus</i> Bauchot, 1962			X	756-759		3		X
<i>Benthocometes robustus</i> (Goode & Bean, 1886)		X		626		1		
<i>Benthoosema glaciale</i> (Reinhardt, 1837)	X	X	X	292-768	5	11		
<i>Blennius ocellaris</i> Linnaeus, 1758		X		100			1	
<i>Buenia massutii</i> Kovacic, Ordines & Schliwen, 2017		X		105-116	5			
<i>Callanthias ruber</i> (Rafinesque, 1810)			X	160			1	X
<i>Callionymus maculatus</i> Rafinesque, 1810	X	X	X	122-299	7			
<i>Capros aper</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	105-770	14	16		X

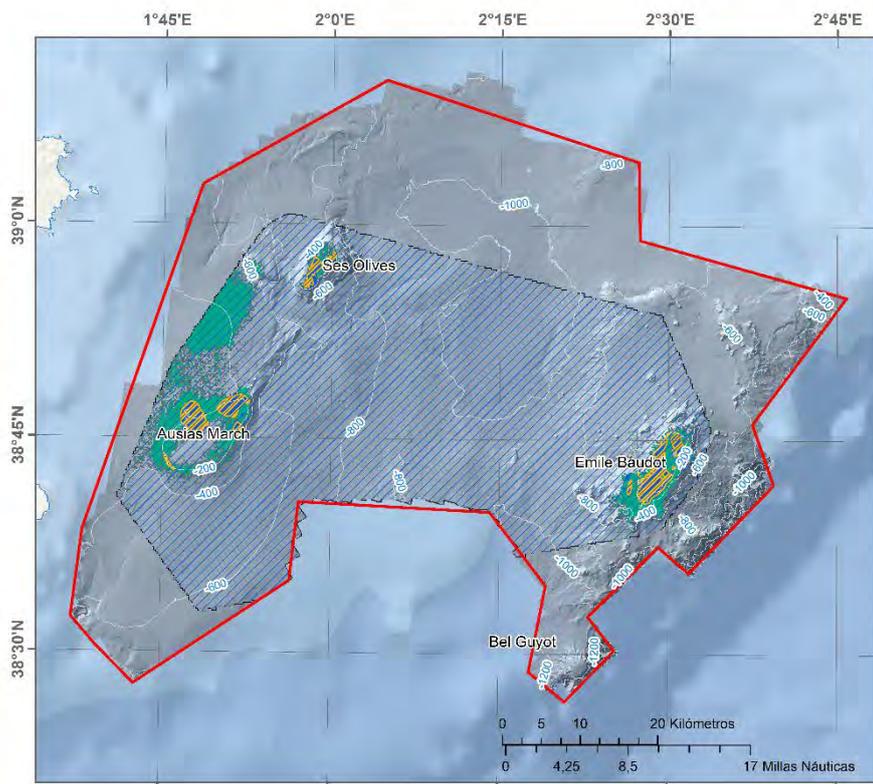
ACTINOPTERI	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Cataetyx alleni</i> (Byrne, 1906)			X	729		1		
<i>Centracanthus cirrus</i> Rafinesque, 1810		X		218		1		
<i>Centrolophus niger</i> (Gmelin, 1789)			X	747		1		
<i>Cepola macrophthalmia</i> (Linnaeus, 1758)			X	150	1			
<i>Ceratoscopelus maderensis</i> (Lowe, 1839)	X	X	X	290-760	2	8		
<i>Chauliodus sloani</i> Bloch & Schneider, 1801	X	X	X	290-1028	2	8		
<i>Chelidonichthys cuculus</i> (Linnaeus, 1758)		X	X	98-328	12	2		
<i>Chelidonichthys lastoviza</i> (Bonnaterre, 1788)		X	X	85-127				X
<i>Chlopsis bicolor</i> Rafinesque, 1810		X		328-444		2		
<i>Chlorophthalmus agassizi</i> Bonaparte, 1840	X	X	X	277-750	7	4		X
<i>Coelorinchus caelorhincus</i> (Risso, 1810)	X	X	X	328-574	7	7		X
<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	328-760	1	14		X
<i>Coris melanura</i> (Lowe, 1839)			X	102				X
<i>Cubiceps gracilis</i> (Lowe, 1843)			X	732		1		
<i>Cyclothone braueri</i> Jespersen & Tåning, 1926	X			715	1			
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837)			X	412	1			
<i>Diaphus holti</i> Tåning, 1918		X	X	619-757		4		
<i>Diaphus rafinesquii</i> (Cocco, 1838)			X	757		1		
<i>Diaphus</i> spp.*			X	753-761		2		
<i>Diplecogaster bimaculata</i> (Bonnaterre, 1788)		X	X	98-500	12			
<i>Dysomma brevirostre</i> (Facciola, 1887)		X		444-510		2		
<i>Epigonus constanciae</i> (Giglioli, 1880)		X	X	435-511	1	1		
<i>Epigonus denticulatus</i> Dieuzeide, 1950		X	X	435-761		9		
<i>Epigonus telescopus</i> (Risso, 1810)			X	756		3		
<i>Epigonus</i> sp.*	X			283				X
<i>Gadella maraldi</i> (Risso, 1810)		X	X	444-760		8		
<i>Gadiculus argenteus</i> Guichenot, 1850	X	X	X	277-510	12	7		X
Gadiformes*	X			306				X

ACTINOPTERI	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Gaidropsarus biscayensis</i> (Collett, 1890)	X	X	X	147-768	13	7		
<i>Glossanodon leioglossus</i> (Valenciennes, 1848)		X		225	1	2		X
<i>Gnathophis mystax</i> (Delaroche, 1809)		X	X	112-288	2			X
Gobiesocidae*		X		116-122	2			
Gobiidae*		X	X	122-412	2			X
Gonostomatidae*	X			768	1			
<i>Gymnesigobius medits</i> Kovačić, Ordines, Ramirez-Amaro & Schliewen, 2019			X	395-511	2			
<i>Helicolenus dactylopterus</i> (Delaroche, 1809)	X	X	X	259-732	10	9	1	X
<i>Hoplostethus mediterraneus</i> Cuvier, 1829	X	X	X	444-768	5	24		X
<i>Hygophum benoiti</i> (Cocco, 1838)		X	X	631-1028		7		
<i>Hymenocephalus italicus</i> Giglioli, 1884	X	X	X	395-768	4	26		X
<i>Lampanyctus crocodilus</i> (Risso, 1810)		X	X	444-1028	1	26		X
<i>Lampanyctus pusillus</i> (Johnson, 1890)		X	X	288-770	2	8		
<i>Lebetus guilleti</i> (Le Danois, 1913)		X		225	1			
<i>Lepidion lepidion</i> (Risso, 1810)			X	747-768		7		X
<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)		X		328		4		
<i>Lepidorhombus boscii</i> (Risso, 1810)	X	X	X	195-600	12	8		X
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i> (Walbaum, 1792)		X	X	225	1	3		X
<i>Lepidorhombus</i> sp.*	X	X	X	240				X
<i>Lepidotrigla cavillone</i> (Lacepède, 1801)		X		105-114	3			
<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i> Blanc & Hureau, 1973		X		124-328	1	2		
<i>Lepidotrigla</i> sp.*		X		287				X
<i>Lestidiops sphyrenoides</i> (Risso, 1820)		X		395		1		
<i>Lobianchia dofleini</i> (Zugmayer, 1911)	X	X	X	395-1028	3	18		
<i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807		X	X	113-510	3	5		
<i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758		X	X	146-760	1	5		
<i>Lophius</i> sp.*		X		103				X
<i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758)		X	X	112-328	2	2		

ACTINOPTERI	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Maurolicus muelleri</i> (Gmelin, 1789)		X		328		1		
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)		X		242-663	1	10		
<i>Microchirus variegatus</i> (Donovan, 1808)		X		114	1			
<i>Micromesistius poutassou</i> (Risso, 1827)		X		328		1		X
<i>Molva dypterygia</i> (Pennant, 1784)		X		444		3		
<i>Mora moro</i> (Risso, 1810)			X	759	1			
<i>Muraena helena</i> Linnaeus, 1758			X	99				X
<i>Myctophum punctatum</i> Rafinesque, 1810		X	X	444-768	1	7		X
Myctophidae*	X			697	1			
<i>Naucrates ductor</i> (Linnaeus, 1758)			X	1028		1		
<i>Nettastoma melanurum</i> Rafinesque, 1810	X	X	X	600-760	1	12		X
<i>Nezumia aequalis</i> (Günther, 1878)	X	X	X	600-760	7	21		X
<i>Notacanthus bonaparte</i> Risso, 1840	X	X	X	600-729	1	4		X
<i>Notoscopelus elongatus</i> (Costa, 1844)		X	X	328-759		8		
<i>Ophidion barbatum</i> Linnaeus, 1758		X		122	1			
<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)		X		342-446				X
Paralepididae*		X		435		1		
<i>Peristedion cataphractum</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	143-328	2	2		X
<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)	X	X	X	288-768	9	26		X
<i>Polyacanthonotus rissoanus</i> (De Filippi & Verany, 1857)			X	759		1		
<i>Polyprion americanus</i> (Bloch & Schneider, 1801)			X	802-813				X
<i>Protogrammus alboranensis</i> Fricke, Ordines, Farias & García-Ruiz, 2016		X	X	105-195	8		2	
<i>Scorpaena elongata</i> Cadenat, 1943		X		444		2		
<i>Scorpaena loppei</i> Cadenat, 1943		X		99			1	
<i>Scorpaena scrofa</i> Linnaeus, 1758		X	X	105-276				X
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)		X	X	100-133				X
<i>Stomias boa boa</i> (Risso, 1810)		X	X	444-770		14		
<i>Symbolophorus veranyi</i> (Moreau, 1888)			X	756		3		

ACTINOPTERI	Área			Prof. (m)	Método de muestreo			
	SO	AM	EB		BT	GOC	DR	ROV
<i>Symphurus ligulatus</i> (Cocco, 1844)	X	X	X	600-732	3	6		X
<i>Symphurus nigrescens</i> Rafinesque, 1810	X	X	X	290-548	4	5		X
<i>Symphurus</i> sp.*		X	X	242-760				X
<i>Synchiropus phaeton</i> (Günther, 1861)	X	X	X	116-489	16	3		X
<i>Trachurus picturatus</i> (Bowdich, 1825)		X		600		3		
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)		X		328-510		8		
<i>Trachyrincus scabrus</i> (Rafinesque, 1810)		X	X	631-754		4		
<i>Trachyscorpia echinata</i> (Köhler, 1896)			X	826				X
<i>Trigla lyra</i> Linnaeus, 1758		X	X	242-328	2	3		X
Triglidae*		X	X	107-169				X

Anexo IV.- Mapas con la predicción de los modelos Maxent y GAM para el cartografiado de hábitats de los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental)




INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Roca batial con octocorarios
(*Bebyrce mollis* y *Callogorgia verticillata*)

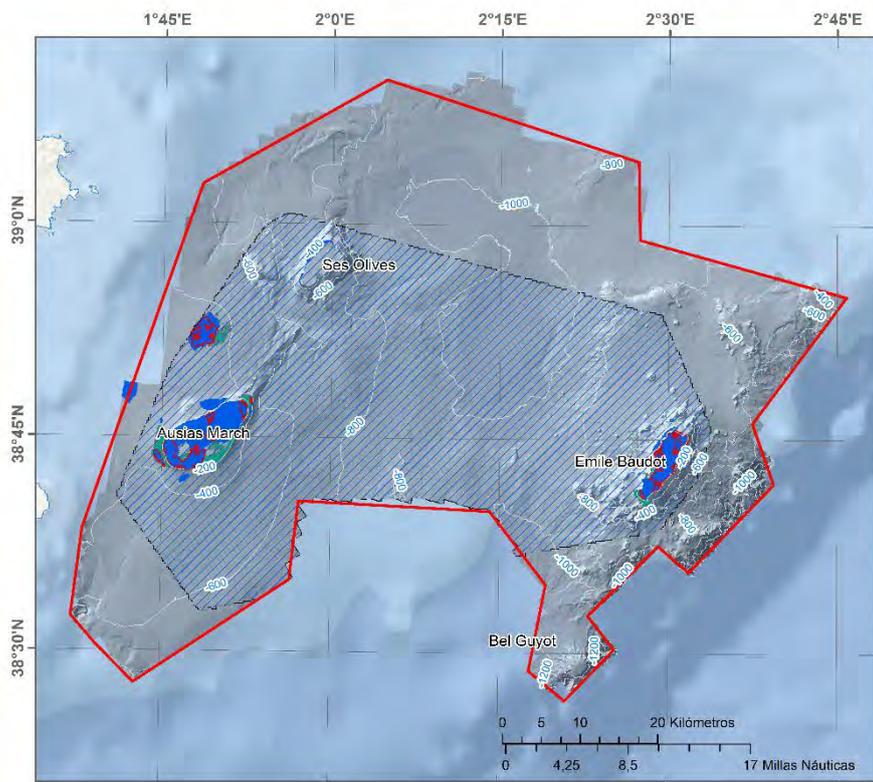
LEYENDA

-  LIC
-  Área modelada
-  Roca batial con octocorarios (*Bebyrce mollis* y *Callogorgia verticillata*)
-  GAM
-  MAXENT

INTEMARES  






INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias

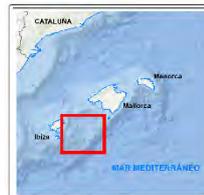
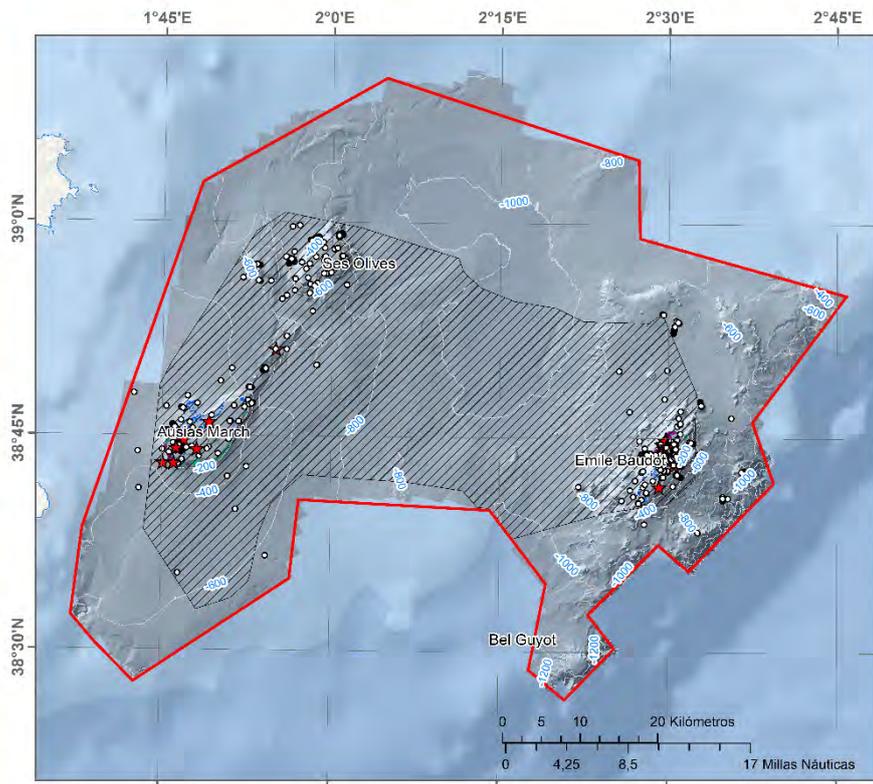
LEYENDA

-  LIC
-  Área modelada
-  Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias
-  GAM
-  MAXENT

INTEMARES  



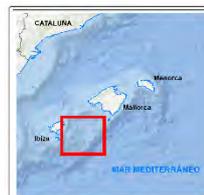
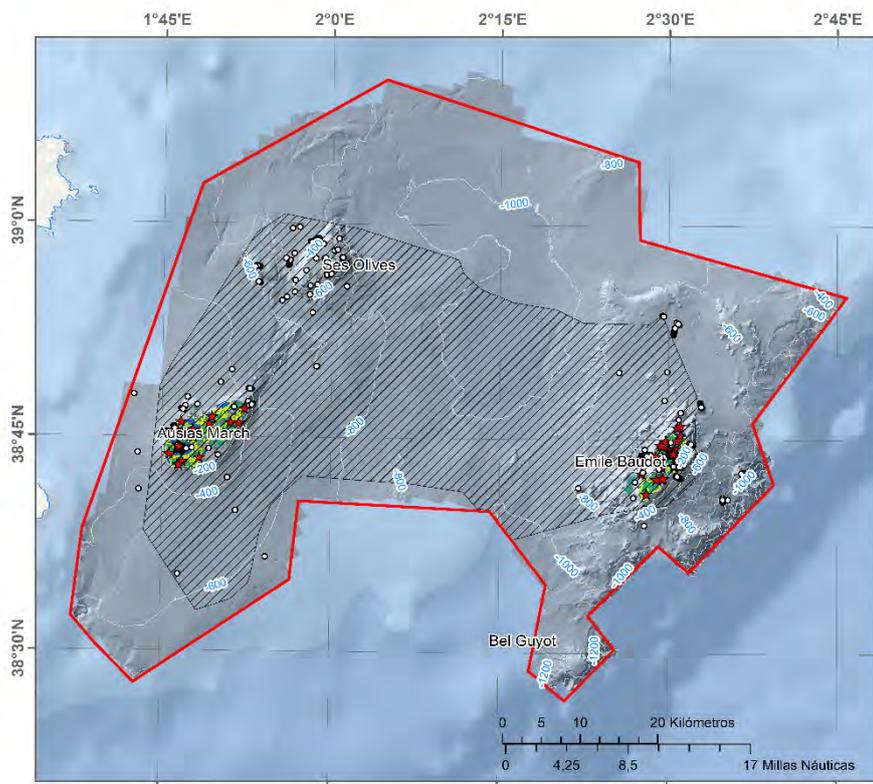


INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Eunicella* spp.

LEYENDA

- Ausencia
- ★ Presencia
- Isobatas 200 m
- ▭ LIC
- ▨ Área modelada
- ▨ Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Eunicella* spp.
- MAXENT
- GAM



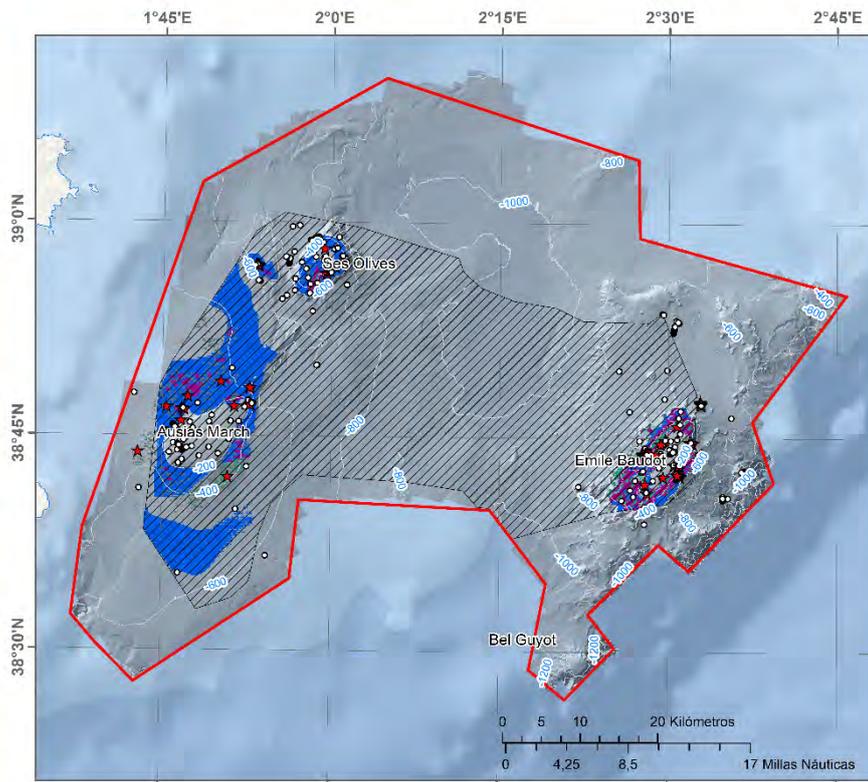
INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Plataformas detriticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas

LEYENDA

- Ausencia
- ★ Presencia
- Isobatas 200 m
- ▭ LIC
- ▨ Plataformas detriticas infralitorales y circalitorales asociadas a montes submarinos con rodolitos con dominancia de esponjas
- MAXENT
- GAM



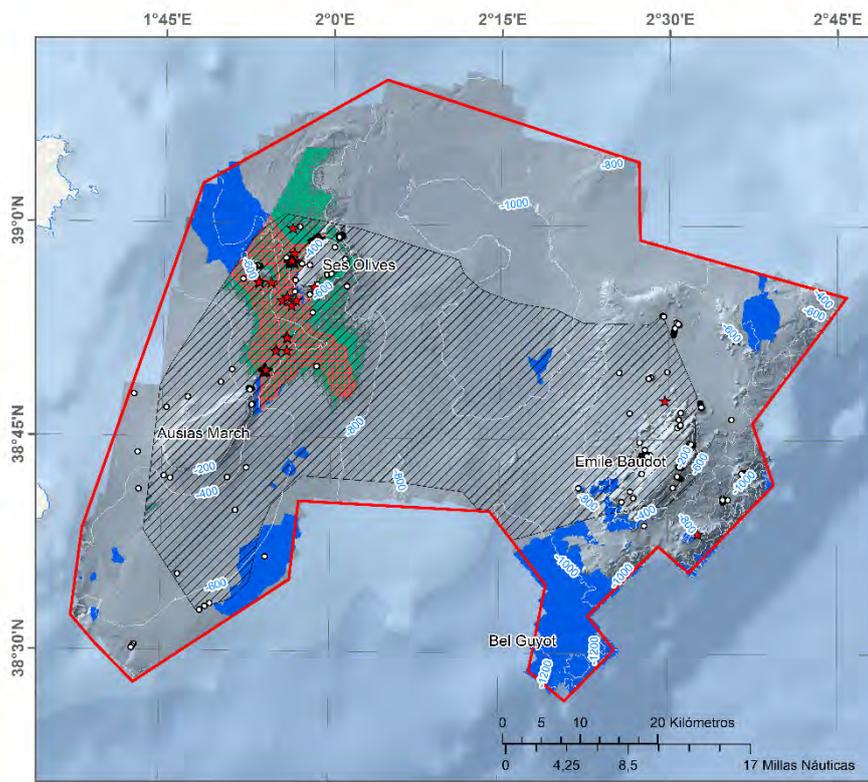


INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Fondos batiales de reborde de plataforma con *Gryphus vitreus*

LEYENDA

- Ausencia
- ★ Presencia
- Isobatas 200 m
- LIC
- ▨ Área modelada
- ▨ Fondos batiales de reborde de plataforma con *Gryphus vitreus*
- MAXENT
- GAM



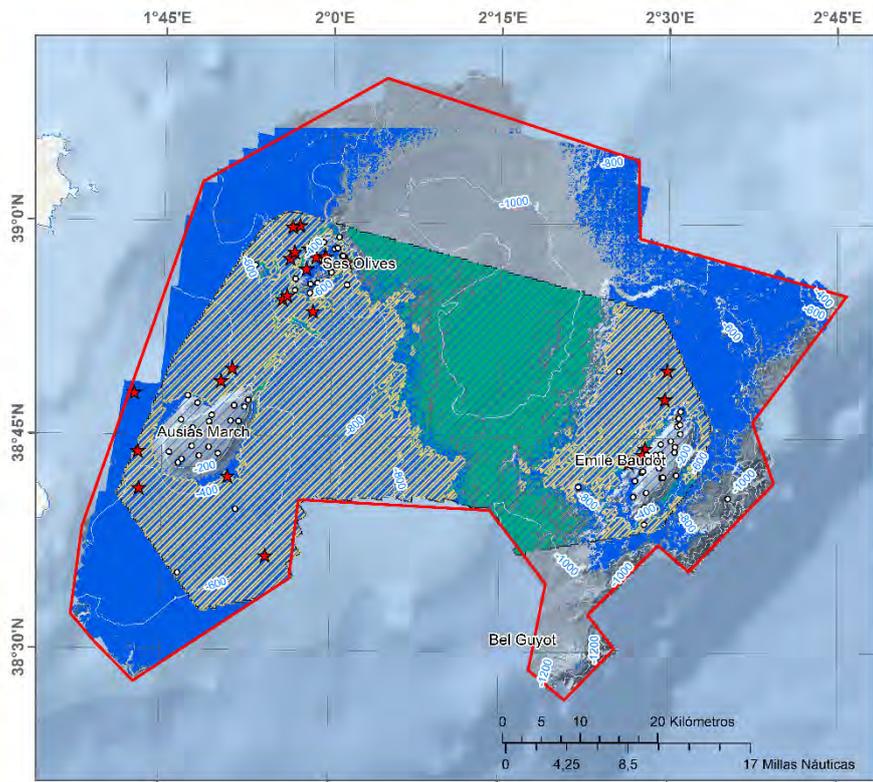
INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Fangos batiales con *Isidella elongata*

LEYENDA

- Ausencia
- ★ Presencia
- Isobatas 200 m
- LIC
- ▨ Área modelada
- ▨ Fangos batiales con *Isidella elongata*
- MAXENT
- GAM

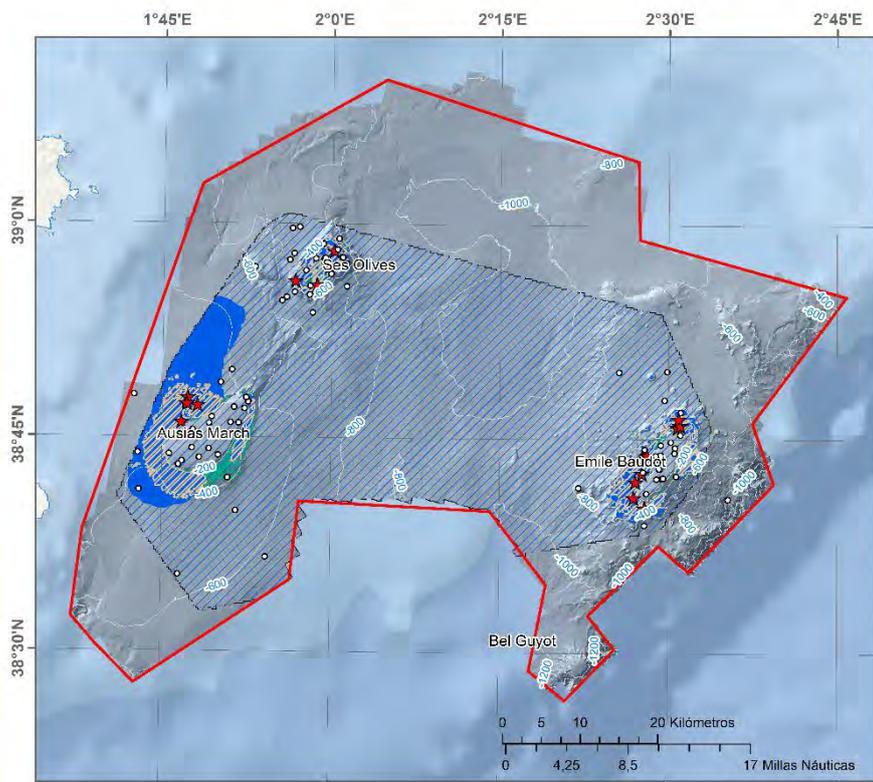




INTE MARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Fangos batiales con *Thenea muricata*

- LEYENDA**
- Ausencia
 - ★ Presencia
 - Isobatas 200 m
 - ▭ LIC
 - ▨ Área modelada
 - ▨ Fangos batiales con *Thenea muricata*
 - GAM
 - MAXENT

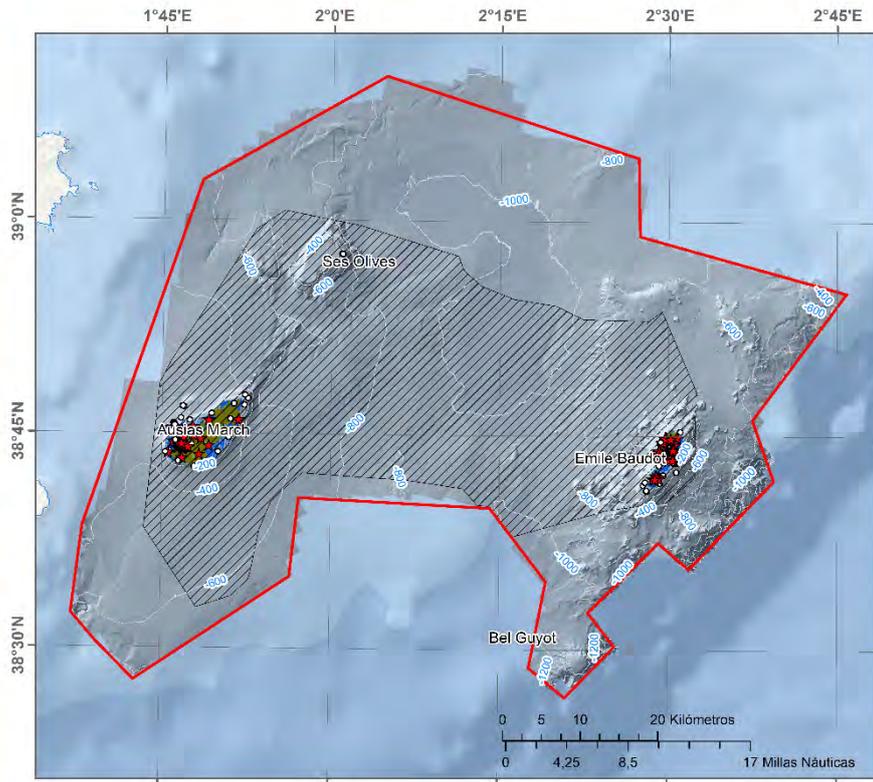


INTE MARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Fondos detríticos batiales con esponjas

- LEYENDA**
- Ausencia
 - ★ Presencia
 - Isobatas 200 m
 - ▭ LIC
 - ▨ Área modelada
 - ▨ Fondos detríticos batiales con esponjas
 - GAM
 - MAXENT



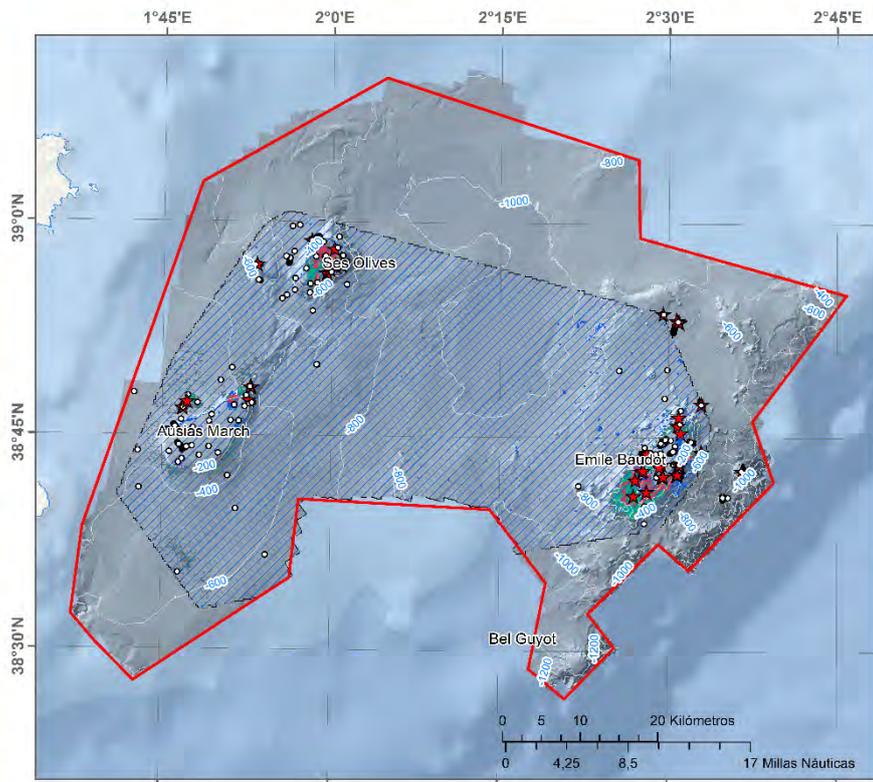


INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Maerl/rodolitos

LEYENDA

- Ausencia
- ★ Presencia
- Isobatas 200 m
- ▭ LIC
- ▨ Area modelada
- Maerl/rodolitos
- MAXENT
- GAM



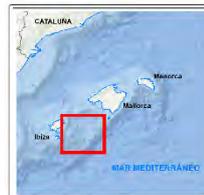
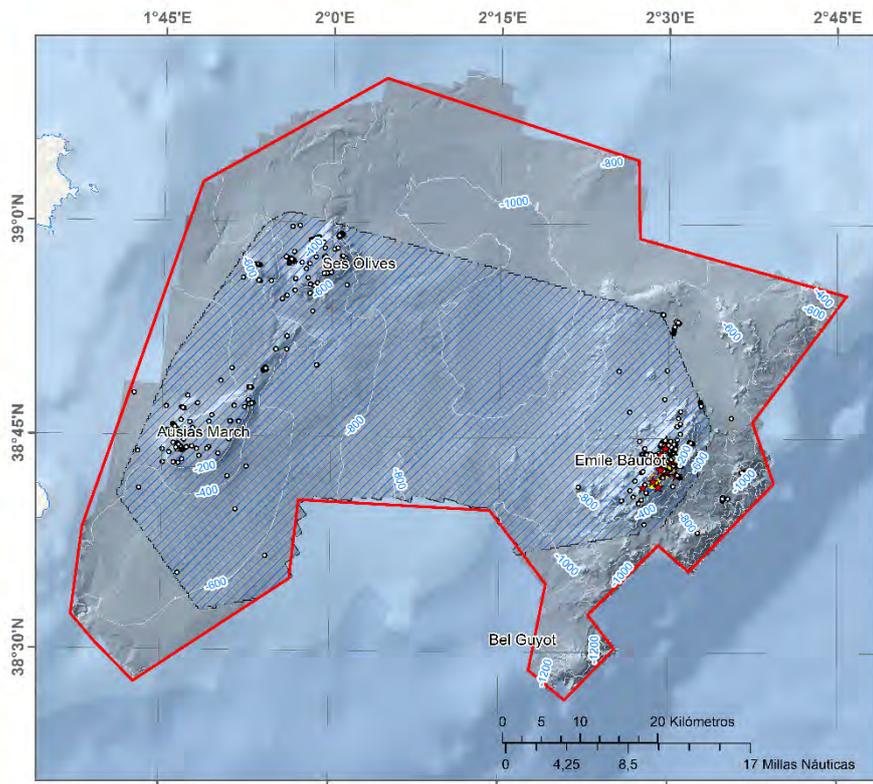
INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas

LEYENDA

- Ausencia
- ★ Presencia
- Isobatas 200 m
- ▭ LIC
- ▨ Area modelada
- ▨ Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas
- MAXENT
- GAM





INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Viminella flagellum*

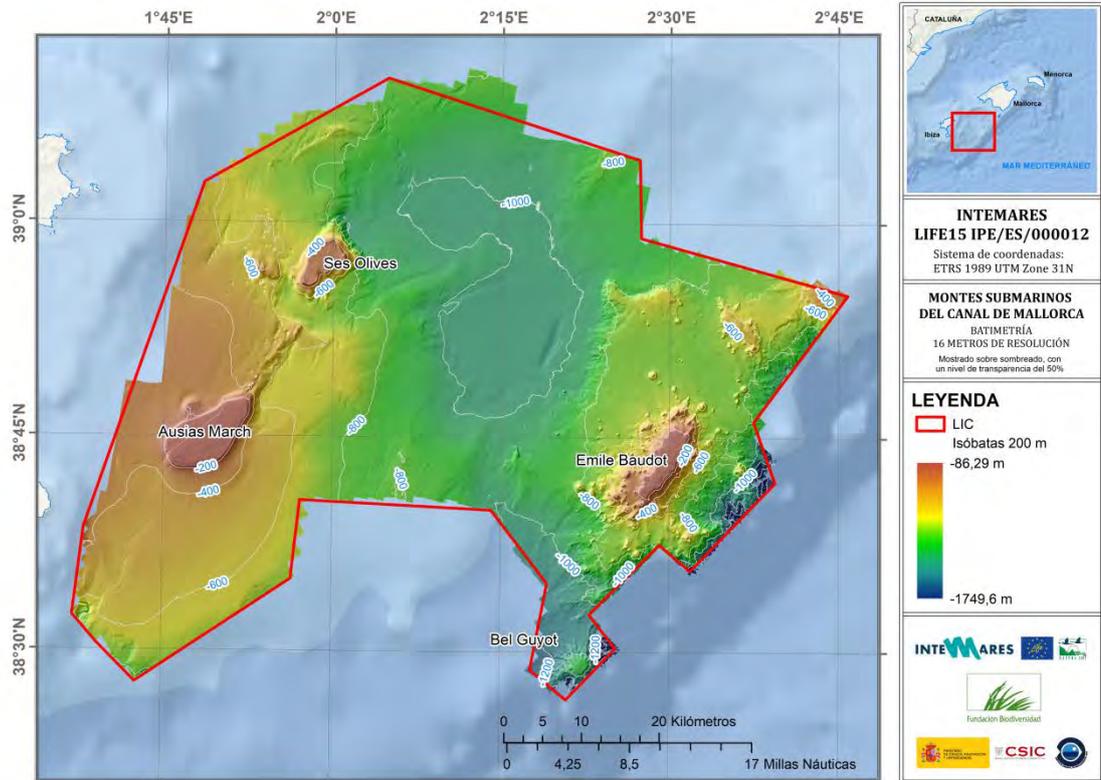
LEYENDA

-  LIC
-  Ausencia
-  Presencia
-  Isobatas 200 m
-  Area modelada
-  Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con *Viminella flagellum*
-  MAXENT
-  GAM

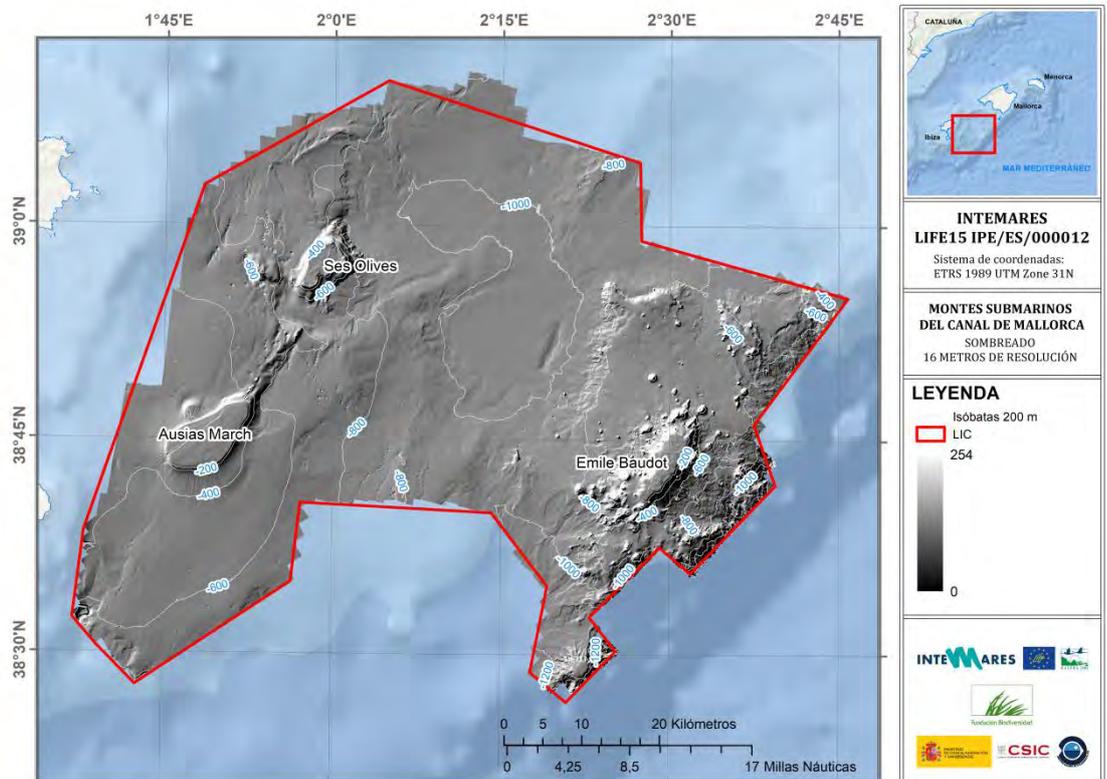


Anexo V.- Productos cartográficos del proyecto INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

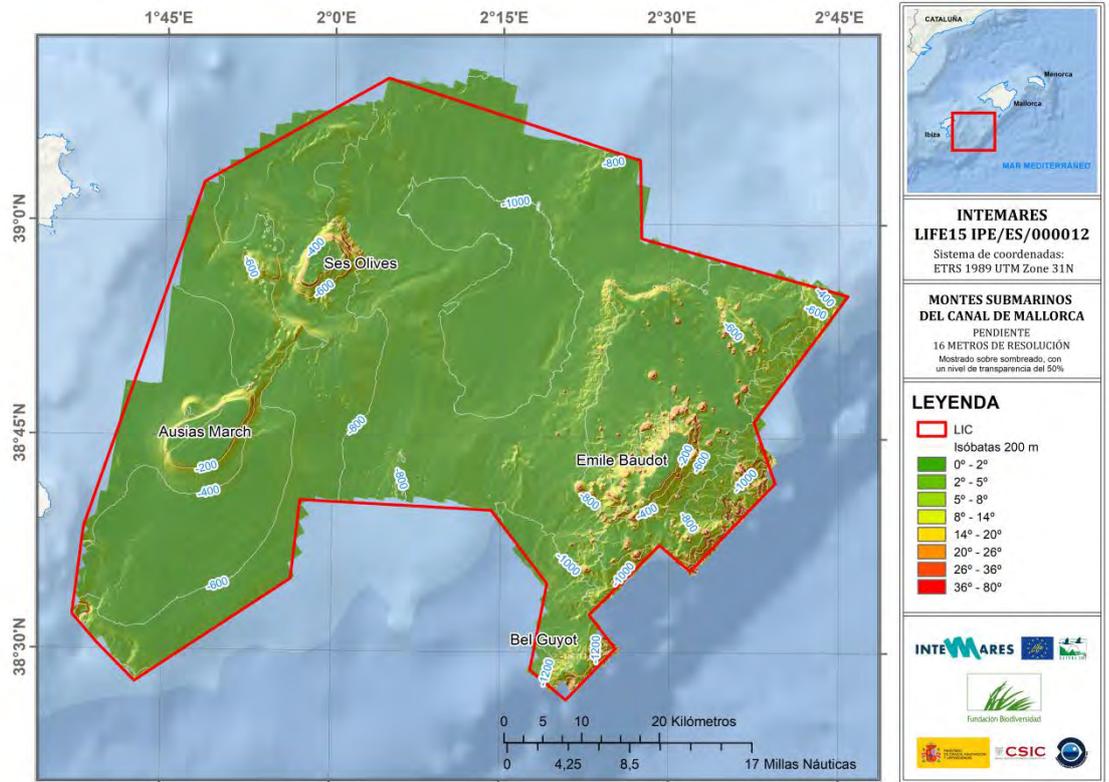
1. Batimetría



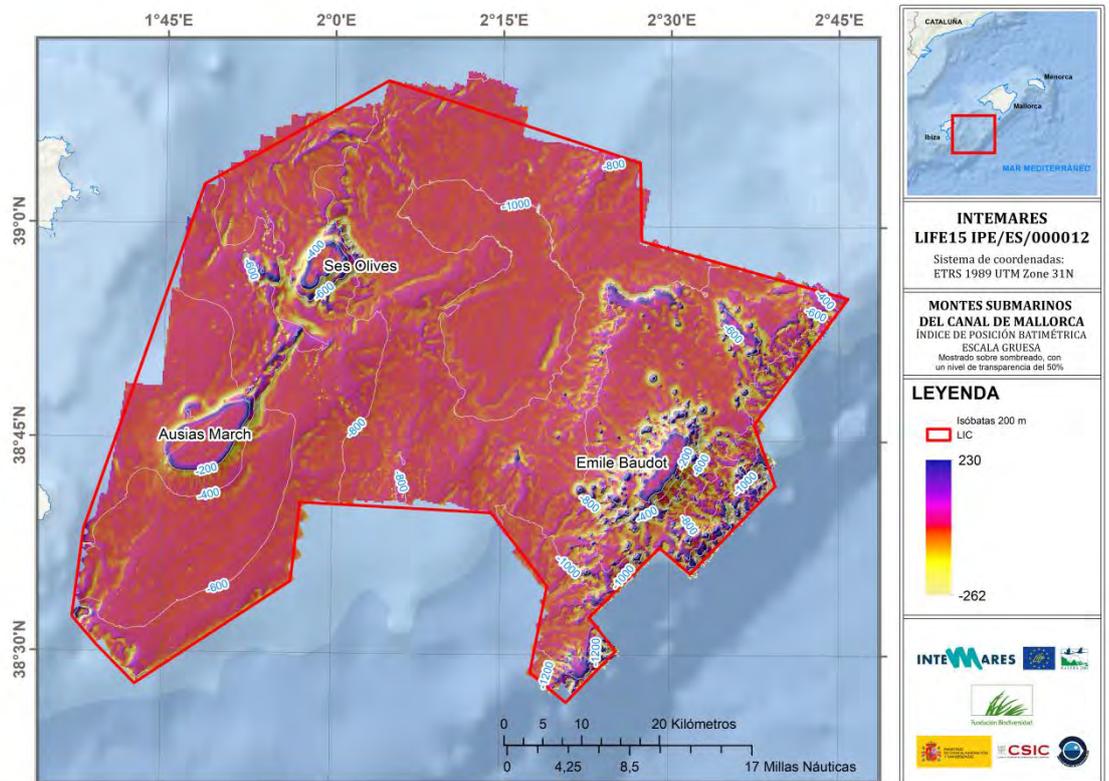
2. Sombreado



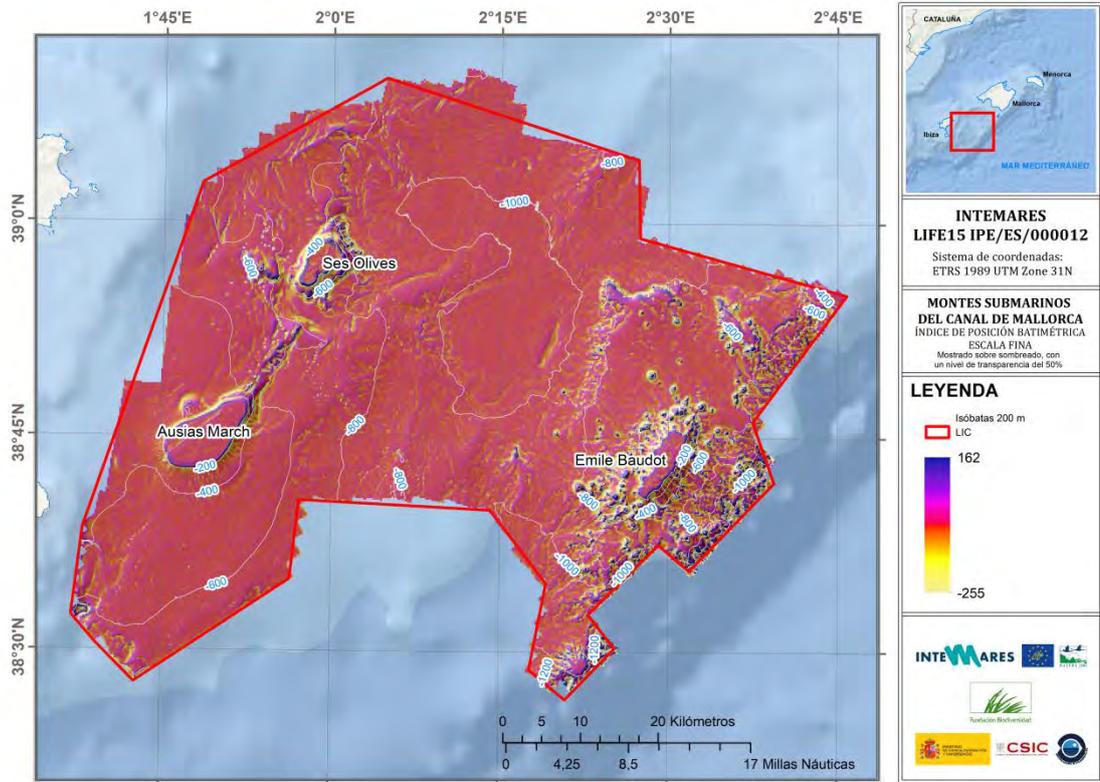
3. Pendiente



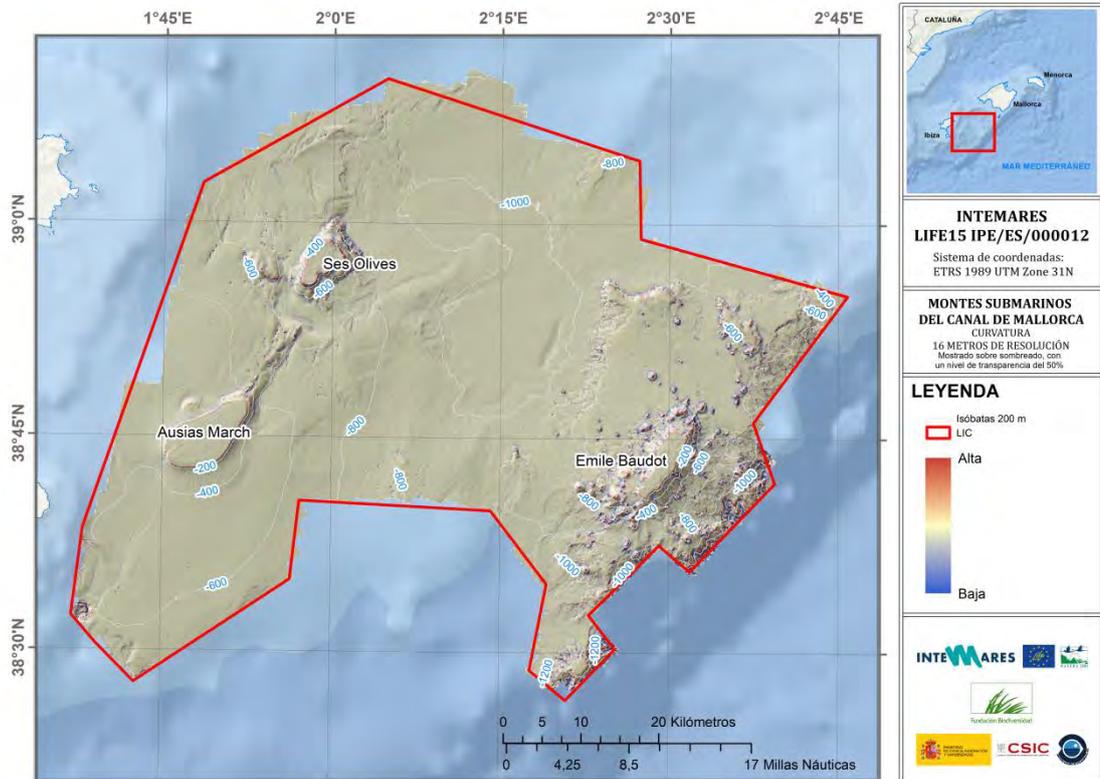
4. Índice de posición batimétrica (escala gruesa)



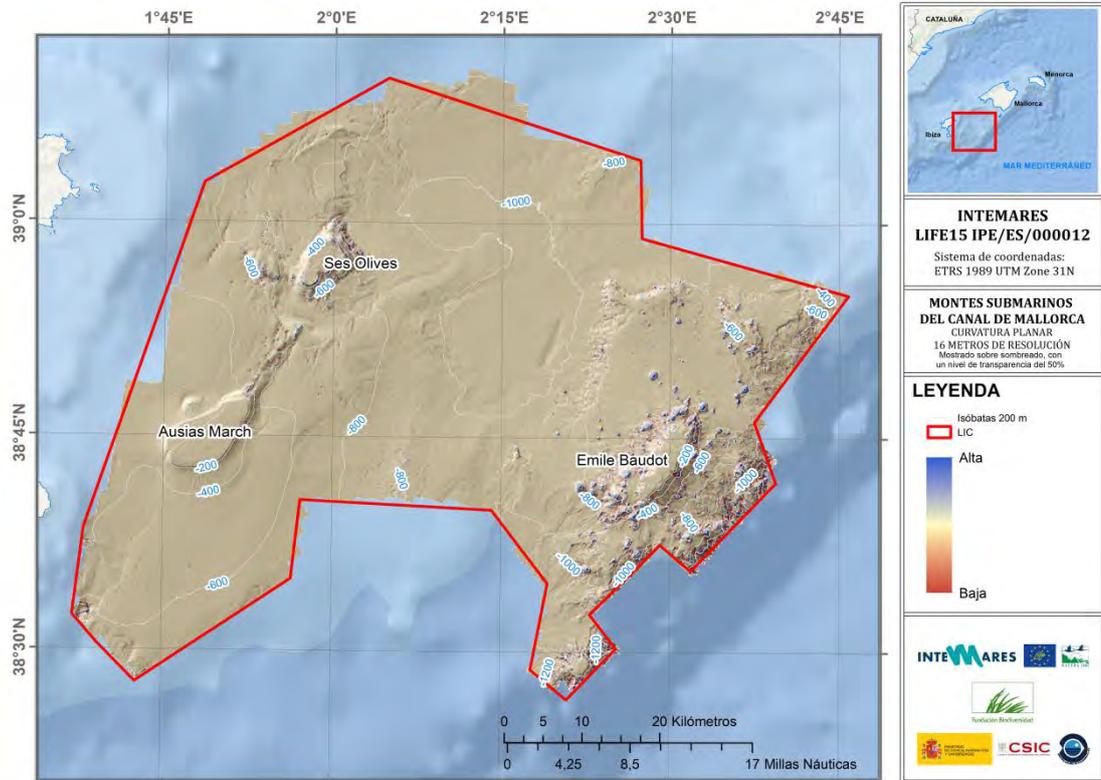
5. Índice de posición batimétrica (escala fina)



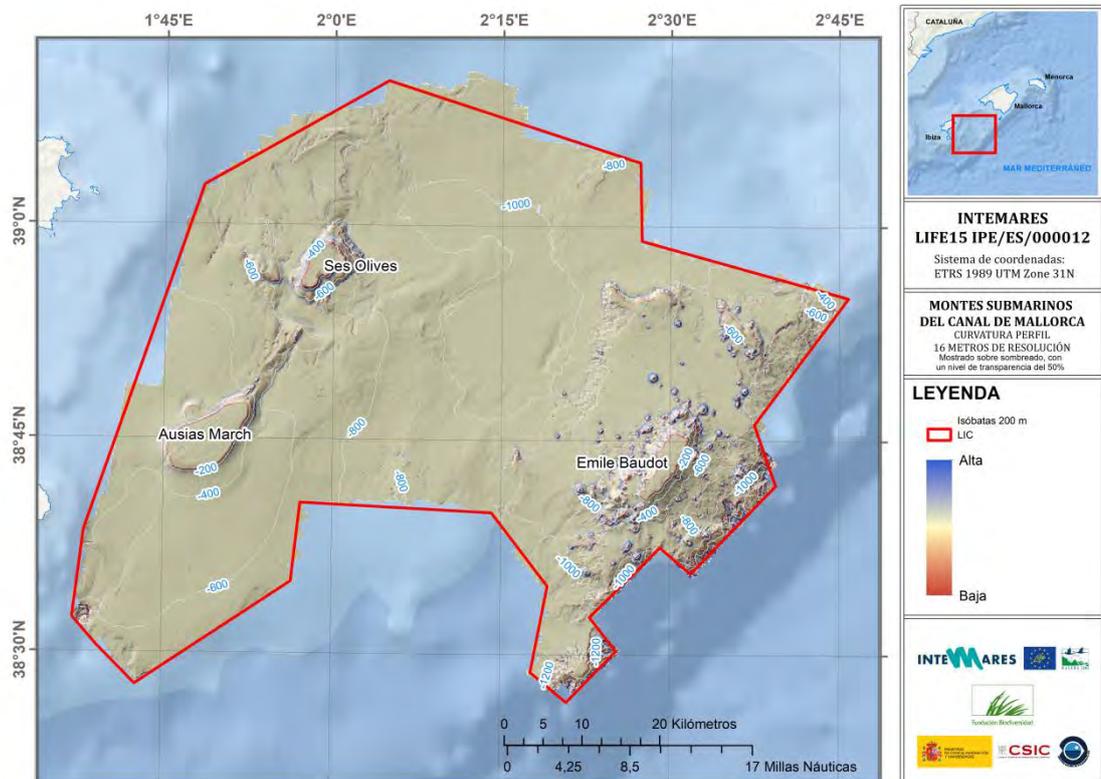
6. Curvatura total



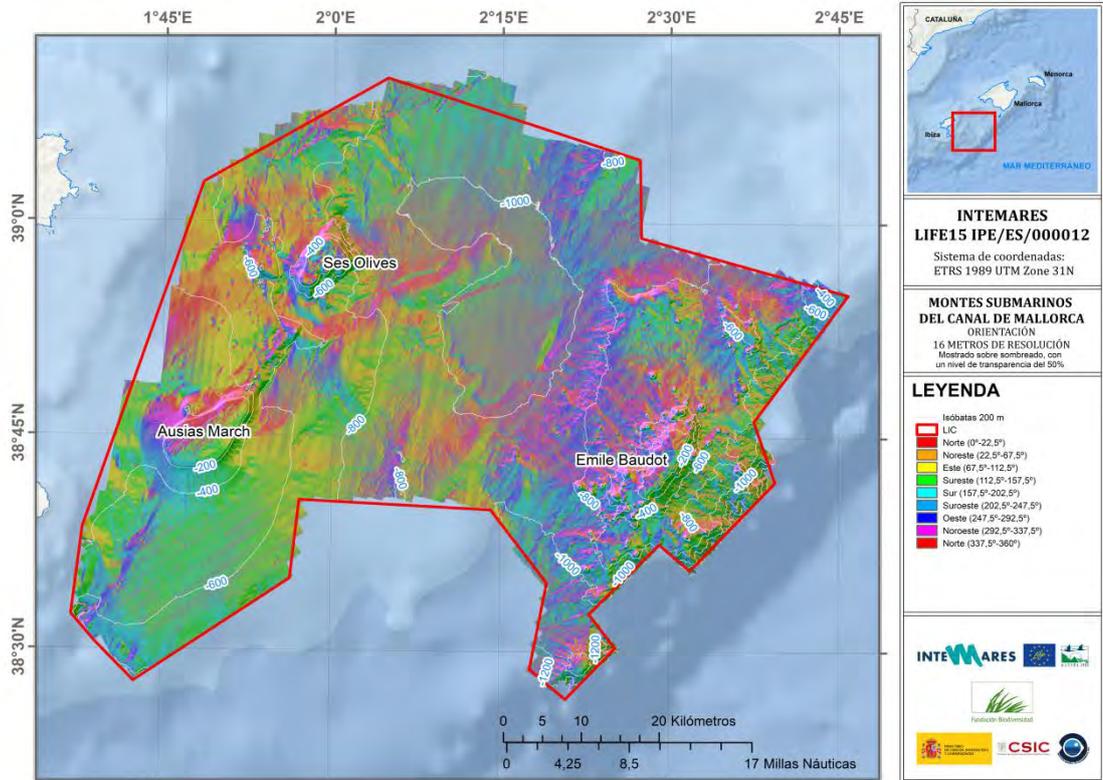
7. Curvatura planar



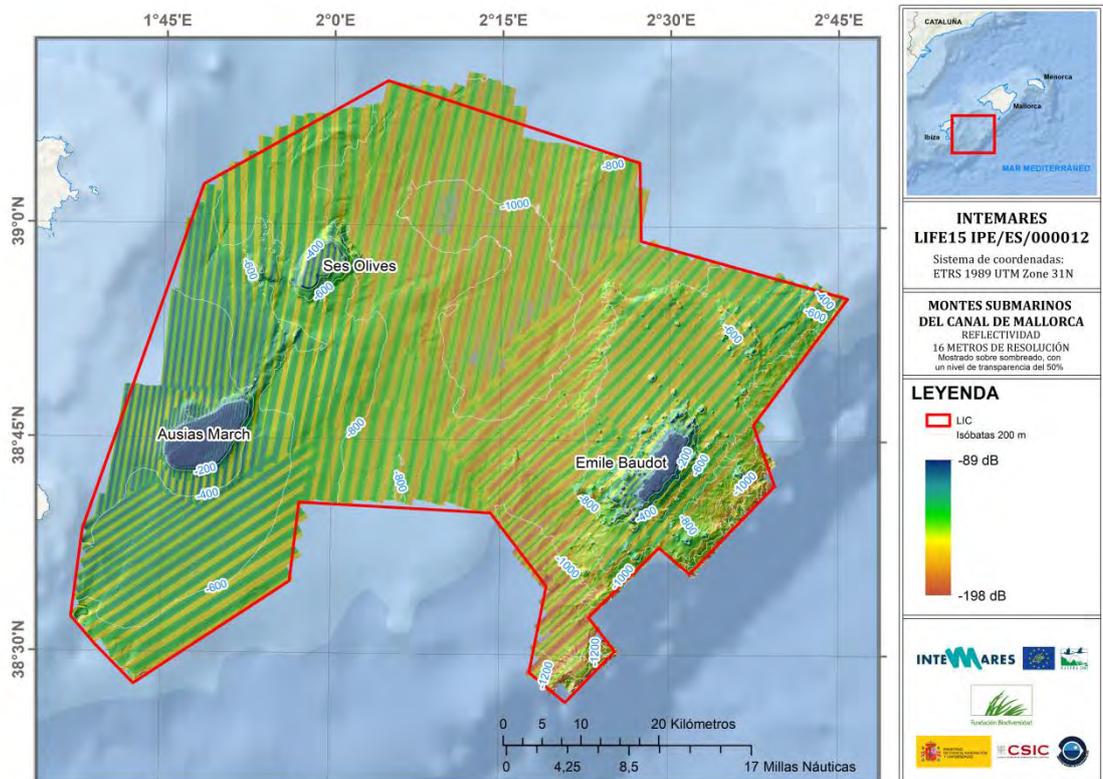
8. Curvatura perfil



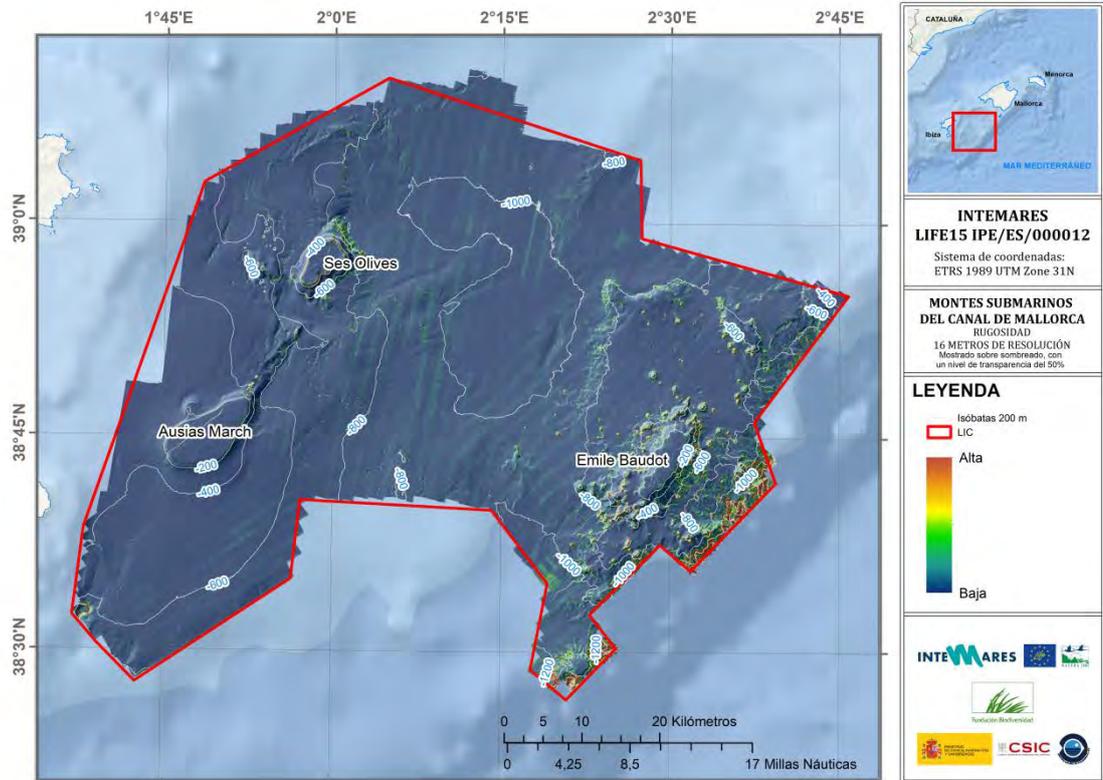
9. Orientación del fondo



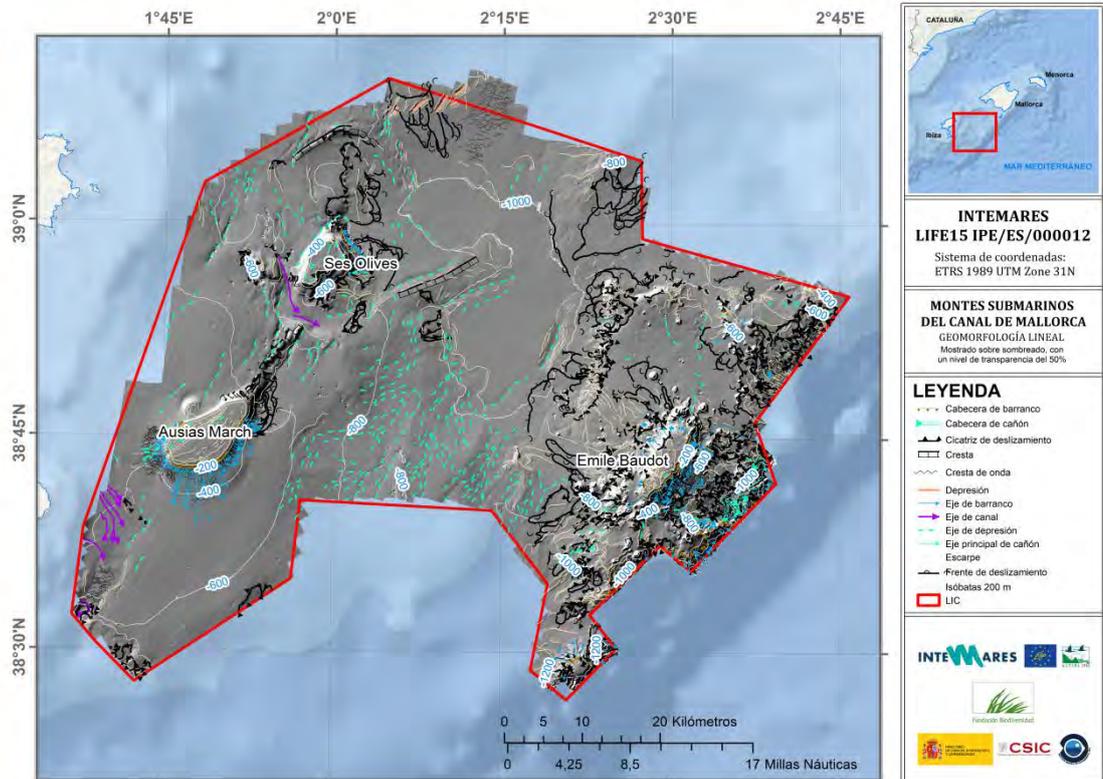
10. Reflectividad



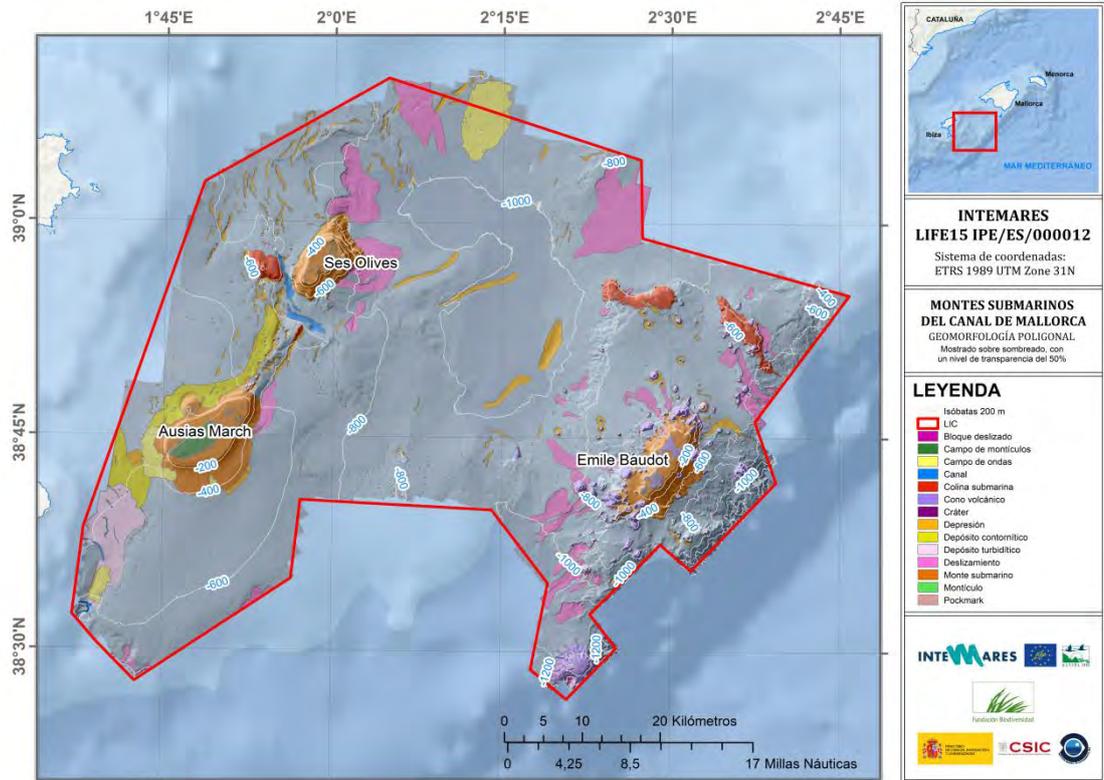
11. Rugosidad



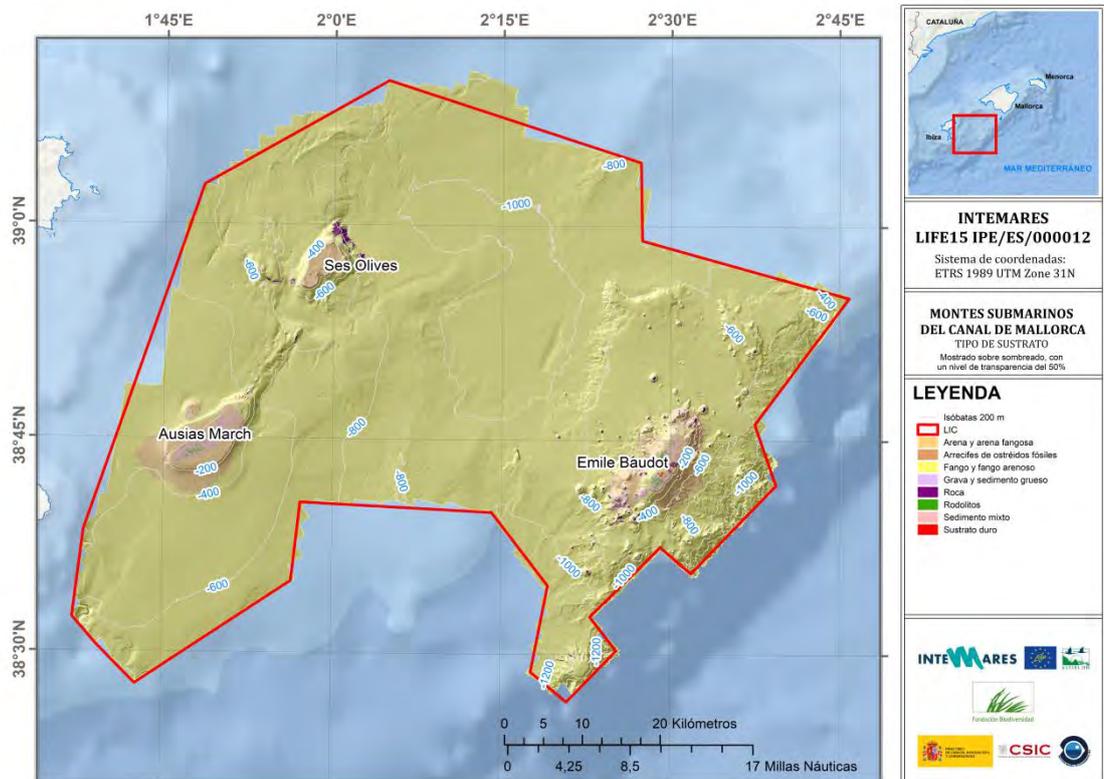
12. Geomorfología lineal



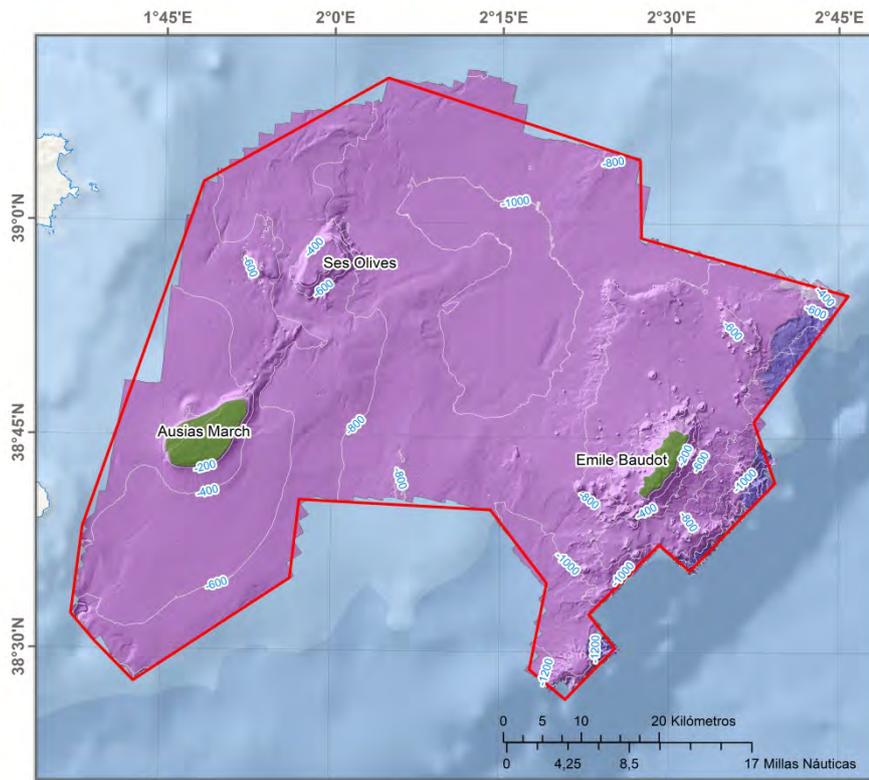
13. Geomorfología poligonal



14. Tipo de sustrato



15. Provincias fisiográficas



CATALUÑA
Mallorca
Ibiza
MAR MEDITERRANEO

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
PROVINCIAS FISIOLÓGICAS
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

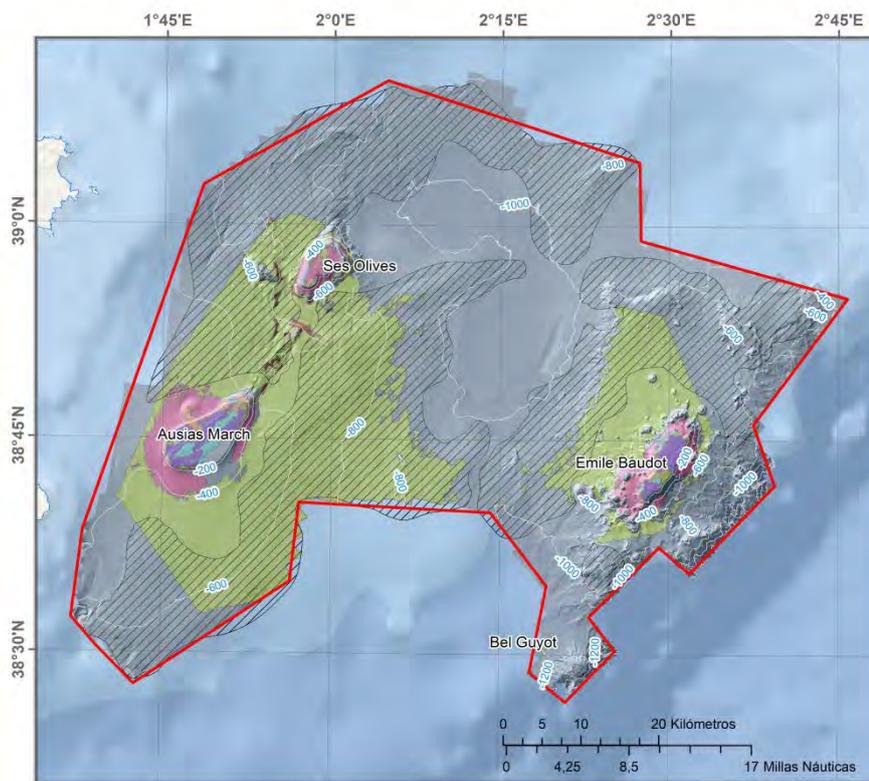
LEYENDA

- Isobatas 200 m
- LIC
- Plataforma aislada
- Talud continental inferior
- Talud continental medio
- Talud continental superior

INTEMARES
Fundación Biodiversidad

GOBIERNO DE ESPAÑA
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
CSIC

16. Hábitats bentónicos



CATALUÑA
Mallorca
Ibiza
MAR MEDITERRANEO

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012
Sistema de coordenadas:
ETRS 1989 UTM Zone 31N

MONTES SUBMARINOS DEL CANAL DE MALLORCA
HÁBITATS BENTÓNICOS
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

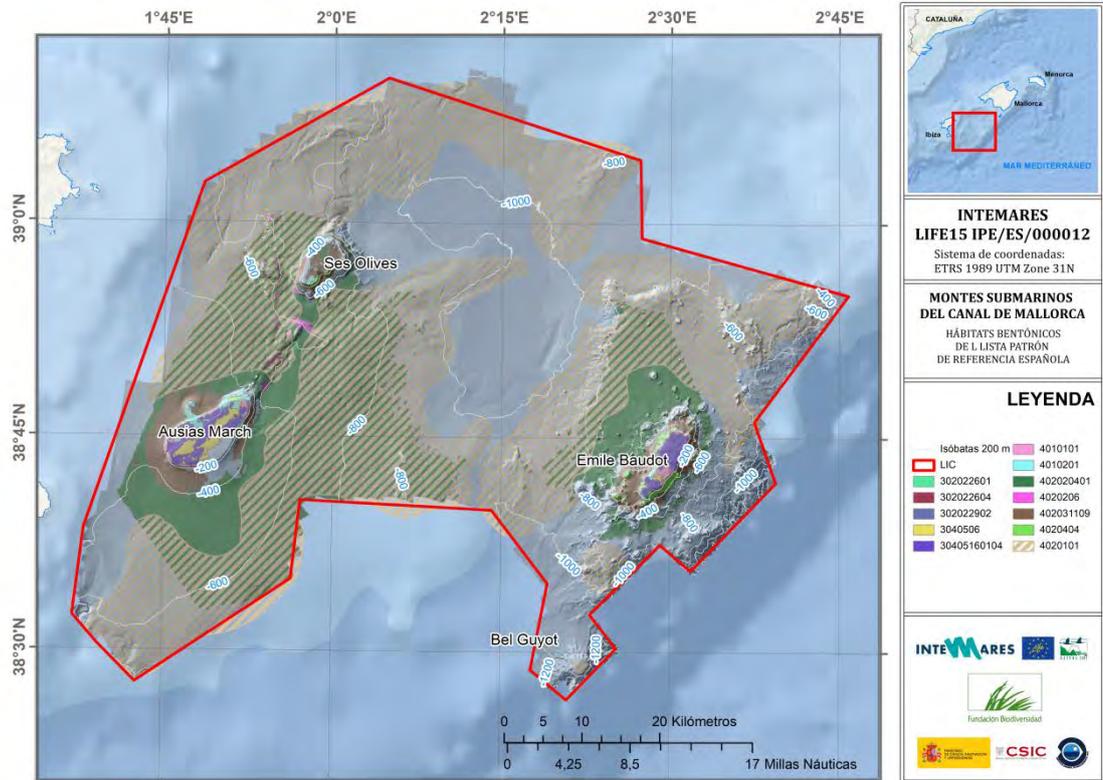
LEYENDA

- Isobatas 200 m
- LIC
- Campo de podmarks
- Cimas rocosas de montes submarinos del peso circuncital con *Eumecurus* spp.
- Cimas rocosas de montes submarinos del peso circuncital con *Vinella flagellum*
- Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del peso circuncital con esponjas
- Fangos batiales con *Isidella elongata*
- Fangos batiales con *Thalysia rupestris*
- Fondos batiales de rebordes de plataforma con *Glyptothorax* spp.
- Fondos detríticos batiales con esponjas
- Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias
- Madrivocales
- Plataformas calcáreas infra-litorales y circuncitales asociadas a montes submarinos con moluscos y esponjas
- Roca batial con *Serpentaria* (*Berytus mollis* y *Callinectes verreux*)

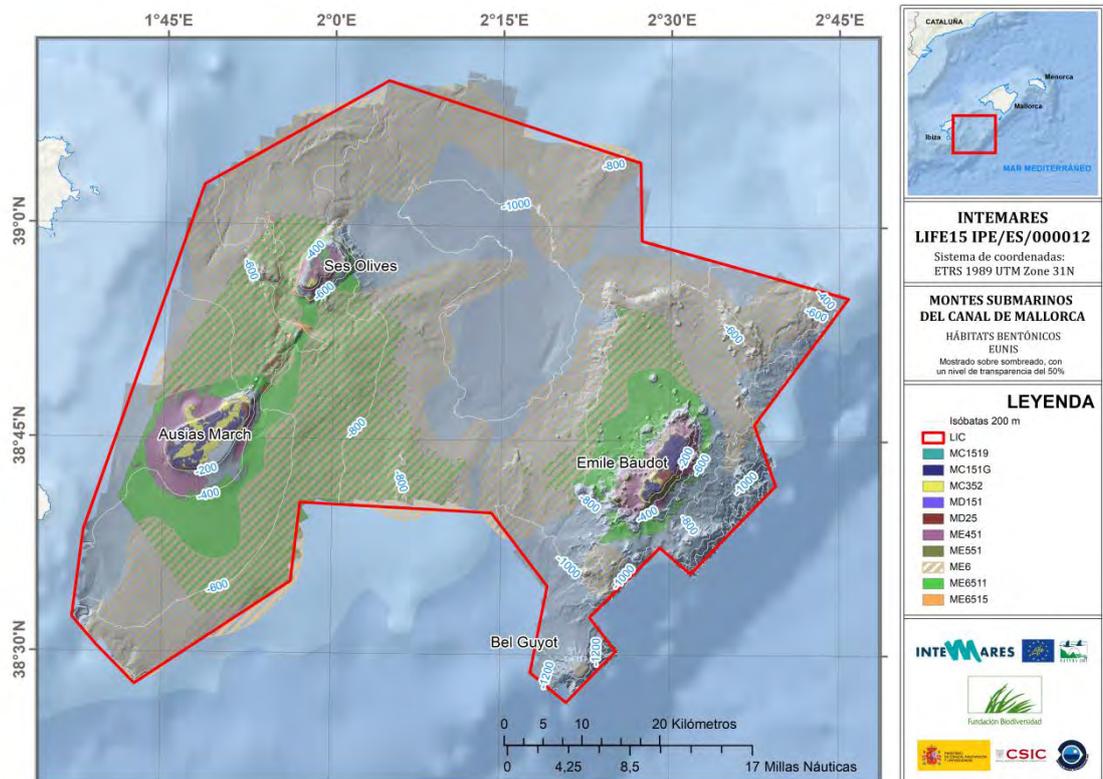
INTEMARES
Fundación Biodiversidad

GOBIERNO DE ESPAÑA
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
CSIC

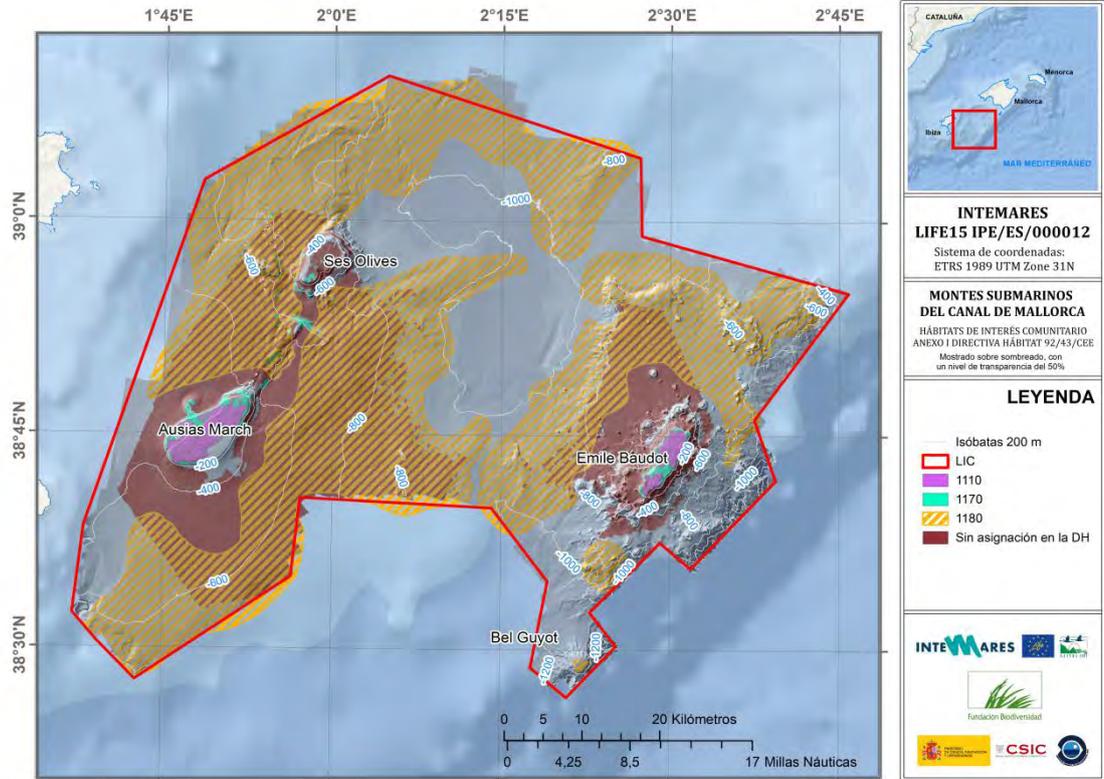
17. Hábitats bentónicos LPRE



18. Hábitats bentónicos EUNIS



19. Hábitats bentónicos Directiva Hábitats



Anexo VI.- Publicaciones científicas y contribuciones a congresos generados por el proyecto INTEMARES en los montes submarinos del Canal de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo occidental).

- **Publicaciones científicas**

- Ordines, F., Ramírez-Amaro, S., Fernandez-Arcaya, U., Marco-Herrero, E., Massutí, E.- 2019. First occurrence of an *Ophiogelida* species in the Mediterranean: the high abundances of *Ophiomyces grandis* from the Mallorca Channel seamounts. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(8): 1817-1823. <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315419000808>
- Díaz, J.A., Ramírez-Amaro, S. Ordines, F.- 2021. Sponges of Western Mediterranean seamounts: new genera, new species, and new records. *PeerJ*, 9:e11879. DOI 10.7717/peerj.11879
- Massutí E., Sánchez-Guillamón, O., Farriols, M.T., Palomino, D., Frank, A., Bárcenas, P., Rincón, B., Martínez-Carreño, N., Keller, S., López-Rodríguez, C., Díaz, J.A., López-González, N., Marco-Herrero, E., Fernandez-Arcaya, U., Valls, M., Ramírez-Amaro, S., Ferragut, F., Joher, S., Ordinas, F., Vázquez, J.T.- 2022. Improving Scientific Knowledge of Mallorca Channel Seamounts (Western Mediterranean) within the Framework of Natura 2000 Network. *Diversity*, 14(1), 4. <https://doi.org/10.3390/d14010004>
- Marco-Herrero, E., Ramón, M., Ramírez-Amaro, S., Sánchez-Guillamón, O., Ordines, F., López-Rodríguez, C., Farriols, M.T., Vázquez, J.T., Massutí, E.- 2022. Deep-Sea Molluscan Records from Mallorca Channel Seamounts (North-Western Mediterranean). *Diversity*, 14(11), 928. <https://doi.org/10.3390/d14110928>
- Vázquez, J.T., Sánchez-Guillamón, O., Palomino, D., Fernández-Puga, M.C., Martínez-Carreño, N., Bárcenas-Gascón, P., Fernández-Salas, L.M., Tello-Antón, M.O., Gómez-Ballesteros, M.- 2022. Deformación del fondo marino en relación con la tectónica cuaternaria en el Canal de Mallorca, Promontorio Balear (Mediterráneo Occidental). En: Martín, I., Liesa, C.L., Alfaro, P., Canora, C., Ezquerro, L., Galindo, J., Martínez, J.J., Peiro, A., Pueyo, O., Simón, J.L. (Editores). Resúmenes IV Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismología, pp. 133-136. Dep. Ciencias de la Tierra, Univ. Zaragoza. ISBN: 978-84-18321-58-0, 206 pp.

Ordines, F., Ramírez-Amaro, S., Calero, B., Farriols, M.T., Massutí E.- 2024. A new species of the genus *Ophiomyxa* (Echinodermata: Ophiuroidea: Ophiomyxidae) from the Mallorca Channel seamounts in the western Mediterranean. *Zootaxa*, 5418(2): 159–171. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5418.2.3>

Díaz, J.A., Ordines, F., Farriols, M.T., Melo-Aguilar, C., Massutí, E.- 2024a.- Sponge assemblages in fishing grounds and seamounts of the Balearic Islands (western Mediterranean). *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 203, 104211. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2023.104211>

Díaz, J.A., Ordines, F., Massutí, E., Cárdenas, P.- 2024b. From caves to seamounts: the hidden diversity of tetractinellid sponges from the Balearic Islands, with the description of eight new species. *PeerJ*, 12: e16584. <https://doi.org/10.7717/peerj.16584>

Díaz, J.A., Ordines, F., Massutí, E.- 2024c. First record of the recently described *Axinella venusta* Idan, Shefer, Feldstein & Ilan, 2021 (Demospongiae: Axinellidae) in the western Mediterranean. *Cahiers de Biologie Marine*, In press.

- **Contribuciones a congresos**

Sánchez-Guillamón, O., Vázquez, J.T., Palomino, D., Bárcenas, P., Fernández Puga, M.C., Fernández-Salas, L.M., Tello, O.- 2019. Morphological features of the Mallorca Channel, Balearic Islands (Central Western Mediterranean). II Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar, Málaga (Spain), 1-4 October 2019. Póster.

Ramírez-Amaro, S., Ramon, C., Terrasa, B., Massutí, E.- 2020. Environmental DNA: a novel method to improve knowledge of the diversity of chondrichthyans in Mediterranean seamounts. VII SESBE Biennial Congress of the Spanish Society for Evolutionary Biology, Sevilla (Spain), 5-7 February 2020. Póster.

Vázquez, J.T., Sánchez-Guillamón, O., Palomino, D., Martínez-Carreño, N., Bárcenas, P., Fernández-Puga, M.C., Fernández-Salas, L.M., Tello, O., López-González, N., Gómez-Ballesteros, M.- 2021. Deformación de la superficie del fondo marino durante el Cuaternario en el Canal de Mallorca (Mediterráneo Occidental). X Congreso Geológico de España, Vitoria (Spain), 5-7 July, 2021. Comunicación oral.

- Sánchez-Guillamón, O, Vázquez, J.T., Palomino, D., Bárcenas, P. and Martínez, N.- 2021. Inestabilidades sedimentarias en los montes submarinos del Canal de Mallorca. III Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar, Motril (Spain), 3-6 Septiembre 2021. Póster.
- Sánchez-Guillamón, O., Farriols, M.T., Palomino, D., Fernández-Arcaya, U., Bárcenas, P., Marco-Herrero, E., Martínez-Carreño, N., Díaz, J.A., López-Rodríguez, C.F., Keller, S., López-González, N., Rincón, B., Ramírez-Amaro, S., Ordinas, F., Valls, M., Vázquez, J.T., Massutí, E.- 2021. Improving Scientific Knowledge of Mallorca Channel Seamounts (Western Mediterranean) within the Framework of Natura 2000 Network. III Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar, Motril (Spain), 3-6 September, 2021. Póster.
- Díaz, J.A., Ordines, F., Ramírez-Amaro, S., Ferriol, P., Cárdenas, P., Farriols, M.T., Marco-Herrero, E., Guijarro, B., Bárcenas, P., Díaz, D., Fernández-Arcaya, U., Martínez-Carreño, N., Sánchez-Guillamón, O., Rodríguez, N., Rico, A., Palomino, D., Muñoz, A., Vázquez, J.T., Massutí, E.- 2021. From seamounts to fishing grounds: the rich sponge communities of the Balearic Islands (Western Mediterranean). Association for the Science of Limnology and Oceanography (ASLO), Virtual Meeting, 22-27 June 2021. Comunicación oral.
- Sánchez-Guillamón, O., Fernández-Salas, L.M., Sayago-Gil, M., Villar, I., Arrese, B., Díez, I.-2022. Semi-automatic mapping for geomorphometric characterization of pockmarks. International Conference of Seafloor landforms, Processes and Evolution, La Valleta (Malta), 4-7 July 2022. Comunicación oral.
- Vázquez, J.T., Sánchez-Guillamón, O., Palomino, D., Fernández-Puga, M.C., Martínez-Carreño, N., Bárcenas-Gascón, P., Fernández-Salas, L.M., Tello-Antón, M.O., Gómez-Ballesteros, M.- 2022. Geomorfología tectónica en el Canal de Mallorca, Promontorio Balear. X Simposio sobre el Margen Ibérico Atlántico (MIA 2022), Bilbao (Spain), 7-9 Julio 2022. Comunicación oral.
- Vázquez, J.T., Sánchez-Guillamón, O., Palomino, D., Fernández-Puga, M.C., Martínez-Carreño, N., Bárcenas-Gascón, P., Fernández-Salas, L.M., Tello-Antón, M.O.,

- Gómez-Ballesteros, M.- 2022. Deformación del fondo marino en relación con la actividad tectónica cuaternaria en el Canal de Mallorca, promontorio balear (Mediterráneo occidental). IV Reunión Ibérica sobre fallas activas y Paleosismología (Iberfault 2022), Teruel (Spain), 7-10 Septiembre 2022. Comunicación oral
- Díaz, J.A., Ordinas, F., Cárdenas, P., Ferriol, P., Farriols, M.T., Ramírez-Amaro, S., Massutí, E.- 2022. Sponge diversity and assemblages in fishing grounds and seamounts of the Balearic Islands (western Mediterranean). 11th International Sponge Symposium, Leiden (Netherlands), 10-14 October 2022. Comunicación oral.
- Díaz, J.A., Ordinas, F., Cárdenas, P., Ferriol, P., Farriols, M.T., Ramírez-Amaro, S., Massutí, E.- 2022. Porífers de les Illes Balears: diversitat i comunitats. VIII Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears, 23-25 Noviembre 2022 (Palma, Mallorca), 19-20 Enero 2023 (Eivissa) y 23-24 Enero 2023 (Sant Francesc Xavier, Formentera). Comunicación oral.
- Frank, A., Keller, S, Sánchez-Guillamón, O., Agulles, M., Mata-Chacón, D., Rincón, B., Farriols, M.T., Ordines, F., Jordà, G., Vázquez, J.T., Massutí, E.- 2022. Modelat d'espècies bentòniques formadores d'hàbitats a les muntanyes submarines del Canal de Mallorca: Resultats preliminars. VIII Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears, 19-20 Enero 2023 (Eivissa) y 23-24 Enero 2023 (Sant Francesc Xavier, Formentera). Comunicación oral.
- Keller, S, Frank, A., Ferragut-Perelló, F., Farriols, M.T., Joher, S., Ordines, F., Guijarro, B., Massutí, E.- 2022. Huella pesquera alrededor de las Islas Pitiusas. VIII Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears, 19-20 Enero 2023 (Eivissa) y 23-24 Enero 2023 (Sant Francesc Xavier, Formentera). Comunicación oral.
- Massutí, E., Sánchez-Guillamón, O., Farriols, M.T., Palomino, D., Frank, A., Bárcenas, P., Rincón, B., Martínez-Carreño, N., Keller, S., López-Rodríguez, C., Díaz, J.A., López-González, N., Marco-Herreó, E., Fernández-Arcaya, U., Valls, M., Ramírez-Amaro, S., Ferragut, F., Joher, S., Ordines, F., Vázquez, J.T.- 2022. Millora del

coneixement científic de les muntanyes submarines del Canal de Mallorca (Mediterrània occidental) en el marc de la Xarxa Natura 2000. VIII Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears, 19-20 Enero 2023 (Eivissa) y 23-24 Enero 2023 (Sant Francesc Xavier, Formentera). Comunicació oral.

Frank, A., Keller, S., Sánchez-Guillamón, O., Agulles, M., Mata-Chacón, D., Rincón, B., Farriols, M.T., Ordinas, F., Jordà, G., Vázquez, J.T., Massutí, E.- 2023. Modelling of habitat-forming benthic species in the seamounts of the Mallorca Channel: Preliminary results. GFCM Working Group on Vulnerable Marine Ecosystems and Essential Fish Habitats (WGVME-EFH), including ad-hoc session on *Isidella elongata*. FAO HQ, Rome (Italy), 7-10 March 2023. Comunicació oral.

Sánchez-Guillamón, O., Vázquez, J.T., Ercilla, G., Casas, D., Martínez-Carreño, N., Palomino, D., Gómez-Ballesteros, M., Fernández-Salas, L.M.- 2023. Quaternary geomorphological evolution related to continental slope and seamount instabilities of the Mallorca Channel (western Mediterranean). INQUA (International Union for Quaternary Research) 2023, Rome (Italy), 14-20 July 2023. Comunicació oral.

Sánchez-Guillamón, O., Vázquez, J.T., Ercilla, G., Casas, D., Palomino, D., Bárcenas, P., Martínez-Carreño, N., Fernández-Salas, L.M., Gómez-Ballesteros, M.- 2023. Seamount instabilities of the Mallorca Channel (Western Mediterranean). 6th World Landslide Forum. Firenze (Italy), 10-14 November 2023. Póster.