



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



Fundación Biodiversidad

INDEMARES



Espacio Marino de Alborán

Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES



Fotografía de portada: Comunidad coralígena con corales negros (*Antipathella subpinnata*), gorgonias (*Eunicella* sp., *Paramuricea clavata*) y coral rojo (*Corallium rubrum*) (90 metros).
(Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán).

Autores de las fotografías de esta publicación:

Equipo investigador INDEMARES-Alborán:

Agustín Barraji3n.

Sebasti3n Mart3n.

Marta Pola.

Serge Gofas.

3ngel Luque.

Juan Junoy.

Jos3 Manuel Arcos.

Beneharo Rodr3guez.

Universidad de M3laga.

ALNITAK.

GEHYM, S. L.

Otros autores:

Jos3 Carlos Moreno.

Juan Carlos Jorquera G3mez / Ministerio de Agricultura, Alimentaci3n y Medio Ambiente.

Juan Cuetos / OCEANA.

Carlos Su3rez / WWF.

Diego Moreno / Fauna Ib3rica.

Edici3n, Dise3o y Maquetaci3n: ERENA, Consultor3a y Divulgaci3n Ambiental, S.L. • Imaginarte con Arte S.L.

Impresi3n: En papel Symbol Freelif e Satin de 150grs. en Interior y Symbol Freelif e Satin de 350grs. en portada.



Impreso en Madrid, 2014.

Ejemplar Gratuito, Prohibida su venta.



INDEMARES



Espacio Marino de Alborán

Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES



Autores: Serge Gofas, Juan Goutayer, Ángel A. Luque, Carmen Salas, José Templado.



Coautor: Ricardo Sagarminaga.

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

El equipo investigador que ha desarrollado INDEMARES-Alborán ha estado coordinado por la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de Málaga, y en él han participado dos empresas (Juan Goutayer Consultores y GEHYM, S. L.), y un total de 46 investigadores, pertenecientes a dichas universidades y empresas, y a las universidades de Sevilla y de Alcalá de Henares, al Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC), al Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC) y al Muséum National d'Histoire Naturelle de París. Además, ALNITAK ha realizado el estudio de los cetáceos y tortugas marinas, y SEO/Birdlife el de las aves marinas.

Esta monografía sintetiza los resultados de los siguientes contratos de servicios:

“IDENTIFICACIÓN PREVIA Y CLASIFICACIÓN DE HÁBITATS POR TELEDETECCIÓN MEDIANTE SÓNAR DE BARRIDO LATERAL EN EL ÁREA LIC DE ALBORÁN. ALMERÍA”.

Referencia: Secretaría General del Mar, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

GEHYM, Geotecnia, Hidrogeología y Medio Ambiente, S. L.

“IDENTIFICACIÓN DE HÁBITATS MARINOS EN LOS LIC DE LA ISLA DE ALBORÁN Y LAS ISLAS COLUMBRETES Y SU ENTORNO MEDIANTE VIDEO REMOLCADO”.

Referencia: Fundación Biodiversidad, FB 03/2011.

Juan Goutayer, Consultores.

“REALIZACIÓN DE CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS BIOCENOSIS DE LOS HÁBITATS ESENCIALES O VULNERABLES DE LA PLATAFORMA SUBMARINA DE LA ISLA DE ALBORÁN EN EL MARCO DEL PROYECTO LIFE+ INDEMARES”.

Referencia: Fundación Biodiversidad, FB 05/2011.

Universidad de Málaga.

“CARACTERIZACIÓN DE LAS BIOCENOSIS DE LOS HÁBITATS ESENCIALES O VULNERABLES DE LA PLATAFORMA SUBMARINA DE LA ISLA DE ALBORÁN EN EL MARCO DEL PROYECTO LIFE + INDEMARES”.

Referencia: Fundación Biodiversidad, FB 06/2011.

Universidad Autónoma de Madrid.

Cómo debe citarse esta publicación: Gofas, Serge; Goutayer, Juan; Luque, Ángel A.; Salas, Carmen; Templado, José, *Espacio Marino de Alborán*. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2014. 129 pp.

Índice

1. RESUMEN EJECUTIVO	7
2. INDEMARES, un hito en la conservación del medio marino	13
3. METODOLOGÍA	17
4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS	23
Rasgos morfoestructurales	24
Líneas de costa del pasado.....	27
Aspectos sedimentológicos	29
5. CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS.....	33
Los giros de Alborán	33
El agua mediterránea.....	34
Masas de agua en el entorno inmediato de la isla de Alborán	35
6. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS.....	37
Los hábitats y las comunidades	39
Comunidades de la zona litoral	40
Comunidades de los sustratos duros infralitorales	44
Comunidad de la roca circalitoral (“coralígeno”)	57
Comunidad del “maërl” o de rodolitos	64
Comunidad de la roca circalitoral profunda.....	71
Comunidad de los fondos de casajo profundo	78
La diversidad biológica de Alborán	84
7. INFLUENCIA HUMANA	87
La pesca.....	87
Residuos sólidos.....	92
8. MARCO DE PROTECCIÓN DE LA ZONA	95
El marco de protección previo.....	95
Valor ecológico y biodiversidad	96
Motivos para la protección de la zona.....	100
Propuestas de gestión	101
9. CONSECUENCIAS DE LA PROTECCIÓN Y POSTERIOR GESTIÓN DEL ÁREA	105
10. LA RED NATURA 2000, SUS HÁBITATS Y ESPECIES.BREVE RESEÑA SOBRE LEGISLACIÓN. ...	109
11. EQUIPO INVESTIGADOR	115
12. AGRADECIMIENTOS	119
13. GLOSARIO.....	121
14. BIBLIOGRAFÍA.....	123



Pablo Saavedra Inaraja

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

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

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

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

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

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



1 Resumen ejecutivo

Esta monografía resume los resultados obtenidos durante los estudios realizados en la plataforma insular de la isla de Alborán, en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES. Los objetivos de dichos estudios fueron caracterizar e identificar los principales hábitats y biocenosis o comunidades de esa zona, evaluar su estado de conservación y posibles amenazas, y proponer, sobre la base de la información obtenida, unas medidas de gestión que garanticen la conservación de la biodiversidad, mediante la identificación de espacios valiosos para la Red Natura 2000 por su singularidad y representatividad. Los trabajos realizados abarcan un área de estudio de 27.534,6 hectáreas, que comprende los fondos que rodean la isla de Alborán hasta la isóbata de 200 metros.

Inicialmente, se abordó la identificación y clasificación de los hábitats del área de estudio mediante teledetección con sónar de barrido lateral. Así, se caracterizaron los diferentes geohábitats existentes en la plataforma sumergida de la isla de Alborán, para lo que se realizó una malla con un total de 180 líneas de transecto, cubriendo en total unos 1.900 kilómetros lineales. Como resultado, se obtuvo un levantamiento cartográfico detallado de la plataforma, caracterizando los diferentes fondos en función de su naturaleza sedimentológica y geológica y realizando planos que representan los distintos geohábitats detectados.

Basándose en la cartografía obtenida con sónar de barrido lateral, se desarrollaron varias campañas para la obtención de imágenes de vídeo submarino remolcado, con el objetivo de visualizar y filmar los fondos presentes en el área de estudio y servir de apoyo a los trabajos para su caracterización y descripción. Se realizaron un total de 166 filmaciones de vídeo por toda la plataforma de la isla de Alborán y su dorsal. Posteriormente, a cada punto de vídeo remolcado se le asignó uno de los hábitats identificados en la zona.

Así mismo, se realizaron 3 campañas oceanográficas. La primera se destinó a obtener información de vídeo submarino mediante un vehículo submarino teledirigido (ROV), y las otras dos fueron campañas de toma de muestras del bentos. En la primera de las campañas (septiembre de 2011) se efectuaron 9 transectos con el ROV, que cubrieron de forma representativa los principales hábitats reconocidos con anterioridad en la plataforma, mediante un recorrido total de 15.026 metros lineales y 19 horas de filmación. En dos campañas posteriores se tomaron 44 muestras (30, en septiembre de 2011 y 14, en julio de 2012) entre 25 y 200 metros de profundidad, 28 de ellas con draga de roca y 16 con arte de bou de varas.

Por último, se abordó la caracterización detallada de las biocenosis de los hábitats presentes en la plataforma de Alborán, recopilando en primer lugar la información previa existente, tras lo que se procedió a la identificación de las especies de los siguientes grupos dominantes o característicos de las comunidades bentónicas recogidos en las muestras e imágenes obtenidas: esponjas, cnidarios, anélidos poliquetos, moluscos, crustáceos decápodos y equinodermos. Se estudiaron e identificaron también las algas que forman parte de los rodolitos constituyentes de los fondos de “maërl”, los nemertinos, los crustáceos filocáridos y peracáridos (isópodos) y los braquiópodos.

Se han identificado 13 biocenosis o comunidades bentónicas en la isla de Alborán y su plataforma (hasta 200 metros). Nueve de ellas son de aguas poco profundas (hasta unos 40 metros), y se conocían relativamente bien por trabajos anteriores. Entre ellas, destaca la comunidad de algas laminariales, que es una comunidad singular y casi única en el Mediterráneo. En la franja comprendida entre 40 y 200 metros se han identificado 4 comunidades anteriormente poco conocidas: roca circalitoral coralígena, roca profunda del borde de la plataforma, fondos de “maërl” y fondos de cascajo profundo del borde de la plataforma. Todas ellas albergan una elevada diversidad. Las 11 comunidades de fondos rocosos, tanto las de roca circalitoral coralígena y roca profunda del borde de la plataforma como las de algas en fondos rocosos más someros, se consideran incluidas en el hábitat 1170 (Arrecifes) de la Directiva de Hábitats. Los fondos rocosos circalitorales coralígenos presentan densas poblaciones de cnidarios antozoos de diferentes especies, entre las cuales destaca el coral rojo (*Corallium rubrum*), que se corresponderían con los llamados “jardines de corales” de la clasificación OSPAR para el Atlántico nororiental. En la roca profunda del borde de la plataforma de Alborán se han observado agregaciones de esponjas, que se consideran equivalentes a los llamados “jardines de esponjas” de OSPAR. La comunidad del “maërl” se considera también un hábitat de especial interés para la conservación, que está protegido por la legislación pesquera española y comunitaria. Finalmente, la comunidad de cascajo biógeno profundo de borde de plataforma, escasamente representada en el Mediterráneo, y que aparece a partir de unos 100 metros y llega hasta más allá de los 200 metros de profundidad, ha resultado ser extremadamente valiosa no sólo por su gran riqueza en especies, sino también porque en dichos fondos se han identificado la mayoría de las especies raras, entre las cuales hay algunas probablemente nuevas. Asimismo, el cascajo biógeno profundo ha resultado ser el hábitat de algunas especies vulnerables, como el gasterópodo *Schilderia achatidea*, por lo que se considera igualmente un hábitat esencial para estas especies y, por tanto, de especial interés para la conservación.

Se identificaron en total 17.099 ejemplares pertenecientes a 677 especies de los seis grandes grupos taxonómicos dominantes o característicos de las comunidades bentónicas y de los otros cinco grupos menores mencionados anteriormente. Otras 15 especies no aparecieron en las muestras, pero se identificaron a través de las imágenes de vídeo obtenidas con el ROV, lo que eleva el número de especies identificadas hasta 692. Este número representa algo más del 42% de la riqueza específica total conocida hasta la fecha en la isla de Alborán para esos grupos (1.422 especies), lo que es de destacar, teniendo en cuenta que no se muestreó a profundidades inferiores a 25 metros (pisos supralitoral, mesolitoral e infralitoral), en las que se concentra una buena parte de la diversidad bentónica, ni se han estudiado otras algas que las que constituyen los rodolitos de los fondos de “maërl”.

Se han descrito 3 nuevas especies de esponjas para la ciencia, y otras 11 de diversos grupos son también probablemente nuevas y se hallan en estudio. Otras 10 especies representan nuevas citas para el mar Mediterráneo, y 198 se citan por primera vez en la plataforma de Alborán, lo que eleva el total de especies conocidas en la zona algo más de un 15%, hasta un total de 1.636. Eso representa más de la cuarta parte (26,9%) de la diversidad total del Mediterráneo en esos grupos (6.089 especies), lo cual es particularmente llamativo si se tiene en cuenta que en los fondos de Alborán faltan algunas de las comunidades más diversas del Mediterráneo, como las praderas de fanerógamas marinas.

El conjunto de las comunidades y especies existentes en la plataforma de la isla de Alborán delimitada por la isóbata de 200 metros convierten esta zona en un punto caliente (“hotspot”) de biodiversidad, dentro del punto caliente que representa globalmente el Mediterráneo. Además de su elevada diversidad, la zona tiene otras características que justifican plenamente su conserva-

ción (singularidad, presencia de especies amenazadas, endémicas o de distribución restringida, presencia de especies esenciales para el mantenimiento de las comunidades o del ecosistema en su conjunto, presencia de especies raras o de especial interés científico, o vulnerables al impacto humano). Su estado de conservación, por último, puede considerarse muy bueno, pese al importante impacto que representa la pesca en la zona. La plataforma de Alborán reúne, pues, los criterios de representatividad biogeográfica, presencia de especies o hábitats amenazados y de áreas naturales bien conservadas establecidos en el proyecto INDEMARES.

Como conclusión de los estudios realizados, se recomendaron como principales medidas de gestión de esta valiosa zona marina: 1) la propuesta de un nuevo LIC ESZZ16005 colindante al actual LIC ES6110015, de forma que quede incluida la parte de la plataforma hasta la isóbata de 200 metros situada dentro del límite de las aguas territoriales españolas; 2) la prohibición en la plataforma de Alborán de cualquier actividad extractiva (pesca de arrastre, artesanal o recreativa, extracción de recursos renovables o no renovables); 3) el establecimiento de medidas adecuadas de vigilancia y de seguimiento, y 4) la realización de nuevas investigaciones destinadas a conocer las comunidades del talud insular situadas por debajo de 200 metros, una zona particularmente interesante debido a la presencia de un profundo cañón submarino en la pared sur, del cual tan solo se ha explorado en este proyecto la parte más somera, en la que existen espectaculares “jardines” de gorgonias y esponjas.

Executive Summary

This monograph summarizes the results regarding the insular shelf of Alborán Island, obtained through the LIFE+ INDEMARES project. These studies were aimed to characterize and identify key habitats and biocenosis or communities in that area, assess their conservation status and possible threats, and propose management policies based on the updated information. The final goal is to ensure the conservation of biodiversity by documenting areas for the Natura 2000 network, as being valuable for their uniqueness and representativeness. The survey covered an area of 27,534.6 hectares, comprising the waters and bottoms surrounding the Alborán Island down to 200 meters.

The identification and classification of habitats were initially addressed within the study area using remote sensing with side scan sonar. Thus, the various recognizable geohabitats were characterized on the Alborán Island submerged platform, using a network of 180 transect lines covering a total of 1,900 linear kilometers. This allowed a detailed survey of the platform, characterizing the different seabed types according to their geological and sedimentological nature, and mapping the different geohabitats detected.

Based on the map obtained with side scan sonar, several campaigns were organized in order to obtain underwater video for ground-truthing the seabed within the study area and support the previous habitat characterization and description. A total of 166 video recordings were performed throughout Alborán island platform and its dorsal ridge. Subsequently, each towed video point was assigned to one of the habitats identified in the area.

Three further oceanographic campaigns were conducted, the first one to obtain high-resolution underwater video recordings using a Remotely Operated Vehicle (ROV), and the other two for benthic sampling. In the first campaign (September 2011) 9 transects were made with the ROV, representatively covering the main habitats previously recognized in the platform, by a total length

of 15,026 linear meters and 19 hours of footage. In the two subsequent campaigns 44 samples were taken (30 in September 2011 and 14 in July 2012) between 25 and 200 meters deep, 28 using a rock dredge and 16 with the beam trawler.

Finally, the detailed characterization of habitats and communities found on the Alborán platform was addressed, starting with the review of previous information. Then we proceeded to identify the species of the following dominant or characteristic groups of the benthic communities, both from samples or images: sponges, cnidarians, polychaete annelids, mollusks, decapod crustaceans and echinoderms. We also identified and studied algae that form part of the rhodoliths of the “maërl” beds, the nemertean, the phyllocarid and peracarid crustaceans (isopods) and the brachiopods.

Thirteen benthic communities were identified on Alborán Island and its platform (down to 200 meters). Nine of them are from shallow water (down to 40 meters), and were relatively well known from previous studies. Among them the kelp forest is remarkable, since it is a singular and almost unique community in the Mediterranean. Four previously poorly-known communities were identified in the depth interval between 40 and 200 meters: coralligenous circalittoral rock, shelf-edge rock, “maërl” beds, and shelf-edge detritic bottoms. All of them harbor a high diversity. The eleven communities associated with rocky bottoms, all coralligenous, shelf-edge rock and the shallower algal communities, are considered to fall within the habitat 1170 (Reefs) of the Habitats Directive. Dense populations of different species of anthozoan cnidarians inhabit the coralligenous circalittoral rock, among which it is noteworthy the red coral (*Corallium rubrum*); this community would correspond to the so-called “coral gardens” within OSPAR classification for the Northeast Atlantic. Likewise sponge aggregations were observed at Alborán shelf-edge rock, which are considered equivalent to the so-called “sponge gardens” in OSPAR. Moreover the “maërl” community, which covers a great surface extension of the Alborán platform, is also considered a habitat of special conservation interest, protected by the Spanish and EU fisheries legislation.

Overall, 17,099 specimens belonging to 677 species of the six large dominant or characteristic taxa of benthic communities and the five other minor groups mentioned above were identified. Another 15 species not collected in the samples were identified from video images taken by the ROV, bringing to 692 the number of species identified. This number represents just over 42% of the total species richness known to date on the Alborán Island for these groups (1,422 species), something remarkable considering that depths less than 25 meters (supralittoral, mesolittoral and infralittoral zones), which harbor a high biodiversity were not sampled, nor were other algae studied than those ones that make up the rhodoliths in “maërl” beds.

Three new species of sponges have been described, and 11 species belonging to other groups are also probably new, being currently studied. Another 10 species are new records for the Mediterranean Sea, and 198 are new records for the Alborán platform, raising the total known species in the area more than 15%, to a grand total of 1,636. That represents more than a quarter (26.9%) of the total diversity of the Mediterranean regarding these groups (6,089 species), which is particularly striking if we consider that Alborán seabed lacks some of the most diverse Mediterranean communities, such as seagrass beds.

The set of communities and species in the Alborán Island platform, bounded by the 200 meters isobath, make this area a biodiversity hotspot, within the wider hotspot that the Mediterranean Sea represents globally. In addition to its high diversity, the area has other features that fully justify its conservation (uniqueness, existence of threatened species, endemic or with restricted distribution, presence of species essential to communities/ecosystem maintenance as a whole, existence of rare species, of special scientific interest, or vulnerable to human impact). Finally,

its state of conservation can be considered very good, despite the significant impact that fishing represents in the area. Therefore, the Alborán platform meets the biogeographic representativeness criteria, presence of endangered species/habitats and well-preserved natural areas established in INDEMARES project.

As a conclusion based on the studies conducted, the following main management actions for this valuable marine zone were recommended: 1) the proposal for a new LIC ESZZ16005 adjacent to the current LIC ES6110015, including the platform area down to the 200 meter isobath situated within the Spanish territorial waters limit; 2) the prohibition of any extractive activity (trawling, artisanal or recreational fishing, extraction of renewable and non-renewable resources) on the Alborán platform; 3) the establishment of adequate surveillance and monitoring measures, and 4) conducting new research to study the communities existing on the insular slope located below 200 meters, a particularly interesting area of the seafloor with a deep submarine canyon on the south wall, that this project explored only on its shallower part in which there are spectacular “gardens” of gorgonians and sponges.



2 INDEMARES, un hito en la conservación del medio marino

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

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

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

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

La Fundación Biodiversidad, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, ha sido la coordinadora del proyecto, en el que han participado 9 socios: el propio Ministerio, el Instituto Español de Oceanografía, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ALNITAK, la Coordinadora para el Estudio de los Mamífe-

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

El proyecto se ha desarrollado en **10 grandes áreas repartidas por las 3 regiones biogeográficas** marinas de España cuya selección se basó en su amplia representación natural, en la presencia de especies o hábitats amenazados y la existencia de áreas de alto valor ecológico, estudiando así una superficie de casi 5 millones de hectáreas (Figura 2.1):

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

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

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

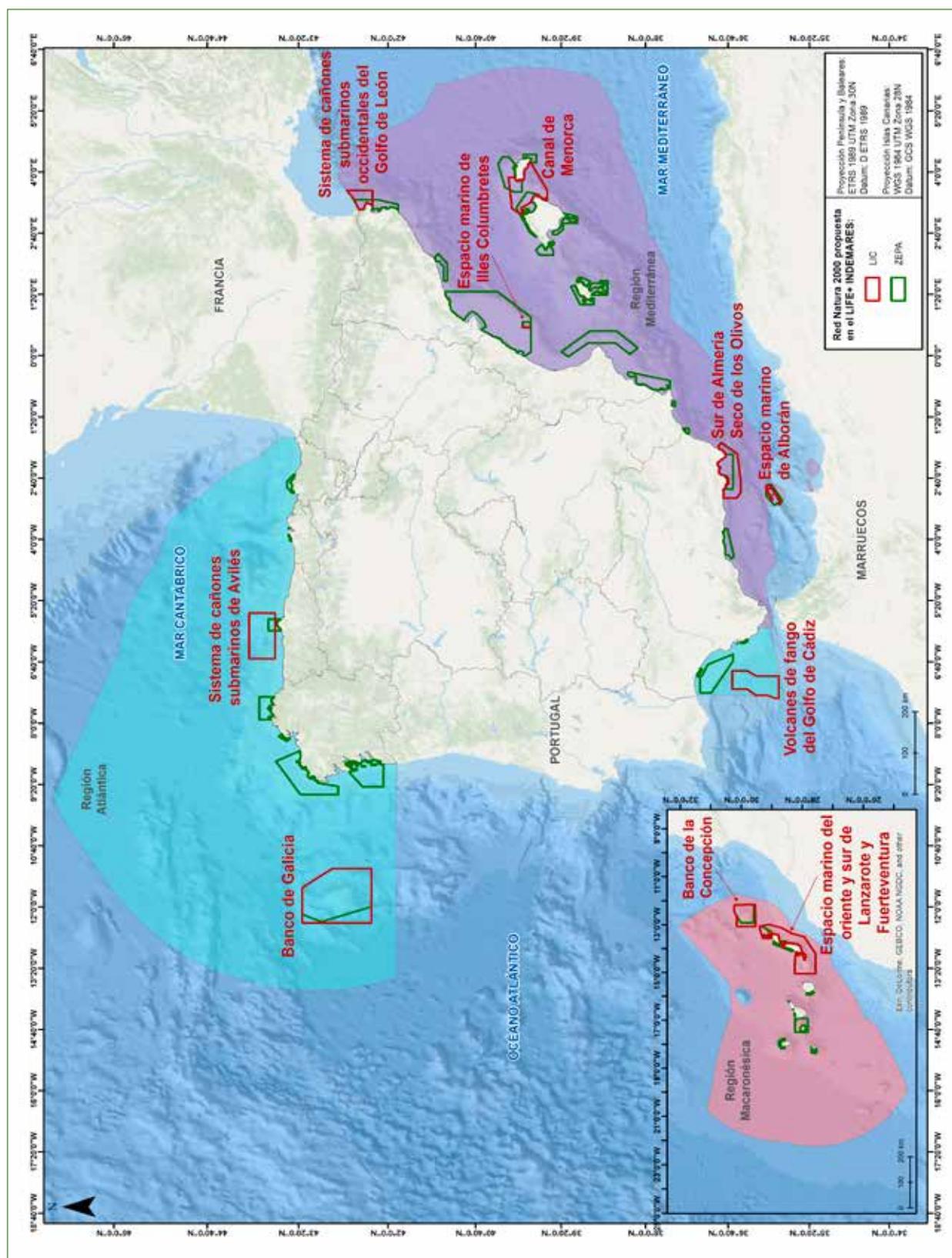


Figura 2.1. Mapa de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 propuestos en el proyecto INDEMARES.
Foto: Fundación Biodiversidad/Mónica Campillos.

designación de espacios de la Red Natura 2000 y la elaboración de las directrices de gestión en esta red ecológica europea.

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

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

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

Se ha ampliado el conocimiento sobre los patrones de usos que las 16 especies de aves marinas presentes en el Anexo I de la Directiva

Aves hacen de sus áreas de distribución, así como la influencia de las actividades humanas sobre todas ellas.

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

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

Entre esas 10 zonas se encuentran la plataforma submarina de la isla de Alborán, que llega hasta casi los 200 metros de profundidad, y el Seco de los Olivos. Ambas zonas estaban incluidas en la propuesta de WWF España (2005, 2009), y se incluyeron también posteriormente en la propuesta de OCEANA (2008), de áreas marinas de importancia ecológica del Atlántico sur y Mediterráneo español.

La presente monografía se encuadra en el proyecto LIFE+ INDEMARES, y resume los resultados del subproyecto INDEMARES-Alborán, así como la información previa existente sobre esta zona. El objetivo se ha centrado en caracterizar e identificar los principales hábitats y biocenosis de la extensa plataforma insular de la isla de Alborán hasta los 200 metros de profundidad, evaluar su estado de conservación y posibles amenazas, y proponer, sobre la base de la información obtenida, unas medidas de gestión que garanticen la conservación de la biodiversidad de esta zona.



3 Metodología

Como paso previo y necesario para abordar el estudio del entorno de la isla de Alborán, se ha reunido y analizado toda la información existente sobre la zona. Han sido muchas las campañas oceanográficas llevadas a cabo en este privilegiado y singular enclave marino, pero la ingente cantidad de información generada se encuentra dispersa en numerosas publicaciones e informes inéditos. Cabe destacar, sin embargo, el esfuerzo de síntesis que se recoge en la tesis de licenciatura inédita de Bárcenas (2002), sobre la caracterización morfológica y geológica de la plataforma submarina de Alborán, una auténtica monografía que reúne buena parte de la multitud de datos generados por las campañas llevadas a cabo en la zona por el Instituto Español de Oceanografía (IEO). Por otro lado, dos libros recientes, uno publicado por la Secretaría General de Pesca Marítima (Templado y Calvo, 2006) y otro por la Junta de Andalucía (Paracuellos *et al.*, 2006), recopilan la información existente hasta la fecha sobre la flora y fauna de la Reserva Marina de la isla de Alborán. Ambas obras monográficas han constituido

una importante base de partida, pero, además, se ha contado con muchos otros datos adicionales procedentes de muy diversas campañas, proyectos e instituciones.

Resultaría prolijo relacionar todas las fuentes de información consultadas, pero sí es obligado destacar la información facilitada por el Instituto Español de Oceanografía, procedente de diversas campañas (como las del Programa “Coral Rojo”, realizadas en los años 1984 y 1985, o la campaña “Alborán 0695”, realizada en 1995, promovida por un Convenio con la Secretaría General de Pesca Marítima, entre otras), la facilitada por el proyecto Fauna Ibérica, liderado por el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), o las valiosas imágenes (con su información aneja) cedidas generosamente por OCEANA. En este último caso, se trata de casi 30 horas de filmaciones georreferenciadas tomadas en la plataforma que circunda la isla por medio del ROV (“Remotely Operated Vehicle”, vehículo teledirigido) de su catamarán de investigación “Oceana Ranger”.

Las campañas INDEMARES (Enmarchado 1)

Son muchas las campañas oceanográficas realizadas en los alrededores de la isla de Alborán. Sin embargo, la mayoría de ellas se acercaron a la isla para hacer muestreos puntuales en un ámbito mucho más extenso, o bien tenían objetivos muy específicos, como las campañas de evaluación del coral rojo. Por lo tanto, los objetivos concretos del proyecto INDEMARES –caracterizar en detalle y cartografiar los hábitats de una potencial zona Natura 2000– necesitaban la realización de campañas expresamente diseñadas para tal fin. Con este objetivo, en el marco del proyecto INDEMARES se ha realizado una serie de campañas, con medios logísticos relativamente modestos, que han permitido reunir la información necesaria.

El barco que apoyó la mayor parte de los trabajos en la mar se llama precisamente “Isla de Alborán”, y es un antiguo barco de cerco de 25 metros de eslora, perteneciente a la empresa ALNASUR, con base en el puerto de Málaga.

Página anterior: El antozoo *Cerianthus membranaceus* en un fondo de cascajo (207 metros).

Foto: INDEMARES-Alborán Universidad de Málaga.

1. Sónar de barrido lateral y sedimentología

En la primera fase de los estudios, encargada por la Secretaría General del Mar a la empresa Geología, Hidrología y Medioambiente, S. L., se hizo un levantamiento cartográfico detallado de una superficie de 27.623 hectáreas, mediante sónar de barrido lateral. El área cubierta se sitúa entre la propia isla y la isóbata de 200 metros en el borde de la plataforma. El sónar de barrido lateral es un aparato (Figura E1.1) que se remolca desde un barco (en este caso, el “Isla de Alborán”), cubriendo rutas paralelas a lo largo de las cuales se obtienen sonogramas del fondo marino. El posterior análisis de estos sonogramas aporta indicaciones sobre la naturaleza del fondo y permite caracterizar “geohábitats”, es decir, zonas de la plataforma en las cuales la textura del fondo (por ejemplo, arenosa) es relativamente homogénea. Estas unidades, una vez completada la información con



imágenes y muestras del fondo, son las que proporcionan una base para la cartografía de los hábitats. El sónar de barrido lateral puede también detectar rasgos anómalos, como, por ejemplo, la presencia de un pecio o las marcas dejadas por las redes de arrastre.

Con el fin de relacionar las texturas observadas en los sonogramas con determinados tipos de sedimento, se tomaron 107 muestras repartidas sobre toda la plataforma, lo cual permitió un análisis granulométrico para determinar con exactitud el contenido en gravas, arenas y partículas finas del sedimento (Figura 4.9) y un análisis mineralógico.



Figura E.1.1. A la izquierda, sonogramas ensamblados en las inmediaciones de la “Piedra Escuela”, un afloramiento rocoso sumergido situado en el noreste de la plataforma de Alborán. Los fondos rocosos, enmarcados por la línea roja, tienen una textura distinta a la de los fondos de “maërl” circundantes; las bandas paralelas corresponden a los distintos recorridos del barco. A la derecha, el sónar de barrido lateral bifrecuencia digital KLEIN 3000 utilizado en la campaña. **Foto:** Agustín Barrajón. **Fotos:** GEHYM, S. L.

2. Imágenes del fondo

Una vez conocida la topografía del fondo a partir de la campaña de sónar de barrido lateral, la etapa siguiente fue la obtención de imágenes de vídeo submarino del fondo. Con tal fin, se utilizaron dos técnicas complementarias de filmación, la de vídeo remolcado y la de vídeo de alta resolución desde un ROV.

Durante el proyecto INDEMARES-Alborán, se han tomado un total de 166 filmaciones de vídeo remolcado, realizadas por Juan Goutayer en distintas campañas a lo largo de toda la plataforma y de su dorsal hasta 200 metros de profundidad, tanto desde el “Isla de Alborán” como desde el “Riscos de Famara”, el barco de vigilancia de la Secretaría General de Pesca. El sistema de grabación registra sobre las imágenes de vídeo los datos de posición, fecha y hora, lo que

posteriormente permite su integración en un Sistema de Información Geográfica (SIG) con la topografía del fondo para su posterior interpretación. La resolución de las imágenes es menor que las obtenidas con el ROV, pero es generalmente suficiente para caracterizar los hábitats; además, la rapidez y sencillez de uso del vídeo remolcado y su coste reducido permiten un gran número de tomas.

Las operaciones con ROV se encuadraron en la primera parte de las campañas organizadas por la Universidad de Málaga en 2011. Se efectuaron 9 transectos, totalizando 19 horas de filmación, que cubrieron de forma representativa los principales hábitats reconocidos en la plataforma de Alborán. No se realizaron transectos en los fondos rocosos más someros (con algas fotófilas o laminarias), accesibles mediante buceo autónomo y relativamente bien conocidos, y se realizaron pocos en los fondos de “maërl”, que estaban ampliamente cubiertos por los vídeos realizados por OCEANA en 2007.

Los recorridos se eligieron previamente a partir del cartografiado con sónar de barrido lateral, buscando objetivos de especial interés, como el reconocimiento de afloramientos rocosos profundos o del límite inferior de los fondos de “maërl”. Las fotografías de fondos circalitorales que ilustran este libro se han extraído de estas secuencias. El ROV utilizado en todas las inmersiones fue un SEAEYE FALCON DR, proporcionado por la empresa INSTALSUB, S. A. de Barcelona, y operado a bordo del “Isla de Alborán” por dos técnicos especializados. El ROV estaba equipado con una cámara de vídeo en color de alta resolución y con focos de intensidad variable unidos al mecanismo de inclinación de la cámara. Los datos se transmiten a través de fibra óptica y las imágenes se pueden ver en tiempo real desde la superficie (Figuras E.1.2 y E.1.3).



Figura E.1.2. Puesta en el agua del ROV.
Foto: Agustín Barraji3n.



Figura E.1.3. Sala de instrumentos en el laboratorio del barco, con las pantallas que permiten ver el fondo en tiempo real. **Foto:** Agustín Barraji3n.

3. Muestreo de la fauna y flora

La obtenci3n de muestras representativas del fondo es indispensable para caracterizar los hábitats, puesto que muchos organismos visibles en los vídeos no se pueden identificar con seguridad sin examinar detalles anatómicos, y otros muchos de peque3o tama3o o que viven enterrados en el sedimento no son visibles ni en los vídeos.

Debido a la vulnerabilidad de los hábitats que se debían muestrear, se optó por reducir el tama3o de las dragas, con el fin de causar el menor impacto posible durante los muestreos. A partir de los modelos habituales en campañas oceanográficas, se diseñaron y construyeron un bou de vara de 160 centímetros de ancho (Figura E.1.4) y una draga de roca de unos 80 centímetros de

ancho (Figura E.1.5). Se procuró que los puntos de muestreo coincidiesen con los transectos de vídeo, para obtener muestras de las especies que correspondiesen con las imágenes de vídeo. Las redes de ambas artes fueron realizadas a medida por rederos de la Caleta de Vélez (Málaga), cuyo trabajo esmerado contribuyó en gran medida al éxito de las campañas de muestreo, realizadas en septiembre de 2011 y julio de 2012.



Figura E. 1.4. Puesta en el agua del bou de vara. Las boyas tienen el papel de asegurar la estabilidad del arte durante el descenso, para que llegue al fondo apoyado sobre los patines. **Foto:** Sebastián Martín.



Figura E.1.5. Después de la llegada del lance, hay una actividad frenética en cubierta para tamizar el sedimento y separar la fauna y flora. La draga de roca se ve en la cubierta, arriba a la izquierda de la imagen. **Foto:** Marta Pola.

METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LAS AVES

El estudio de aves en el contexto de INDEMARES se ha dirigido a ratificar y, si procedía, completar el inventario de las Áreas Importantes para la Conservación de las aves marinas (en inglés *Important Bird Area*, IBA) identificadas previamente, así como a realizar estudios de detalle a pequeña y mediana escala para conocer mejor los patrones de distribución de las aves marinas, sus ritmos de actividad, los usos que hacen del medio y las interacciones con actividades humanas. Esto último se centró en algunas de las IBA más representativas, para poder desarrollar las medidas de gestión adecuadas para mantener (o mejorar) el buen estado de conservación de las aves marinas en las futuras ZEPA (Zonas de Especial Protección de Aves).

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

Campañas oceanográficas

Las campañas oceanográficas se han realizado principalmente mediante transectos (o área de muestreo) estandarizados, siguiendo la metodología más extendida en aguas europeas. Ésta consiste en censar las aves observadas en una franja imaginaria (generalmente 300 metros) a uno o dos lados del barco (en función de las condiciones de observación), a medida que éste avanza con rumbo y velocidad constantes (preferiblemente 5-15 nudos). Los datos se agrupan por unidades de censo, de 10 minutos, de forma que para cada unidad existe un valor de abundancia por es-

pecie, que queda vinculado a una posición georreferenciada. Durante la realización de los censos por transectos se recoge información sobre las variables ambientales que puedan influir en la distribución de las aves, principalmente variables meteorológicas, así como información relacionada con actividades humanas e impactos (presencia de embarcaciones, basuras, etc.). De forma complementaria también se han realizado censos en estación fija, durante maniobras de pesca, dragados de fondo, etc.



Figura E.1.6. Gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) marcada con un dispositivo de seguimiento remoto.

Foto: José Manuel Arcos.

Seguimiento remoto

El trabajo de marcajes y seguimiento remoto de aves marinas ha aportado resultados de gran interés durante el proyecto INDEMARES. En función de las especies y de los objetivos específicos de cada campaña, se han usado distintos dispositivos de seguimiento remoto y distintas metodologías para la sujeción de éstos a las aves. Cabe mencionar el espectacular avance en el marcaje con aparatos de GPS, gracias a la miniaturización y especialmente al abaratamiento de los costes, que ha permitido llevar a cabo más marcajes de los inicialmente previstos. Las especies

y las colonias objetivo se han seleccionado atendiendo a las prioridades del proyecto y la viabilidad de las acciones. Se han priorizado aquellas especies del Anexo I de la Directiva Aves más sensibles y con poca información disponible, y/o aquellas de fácil manejo y tamaño mediano-grande que puedan aportar información de calidad.

Evaluación de interacciones humanas

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

METODOLOGÍA DE AVISTAMIENTO DE CETÁCEOS

Transectos lineales

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

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



Figura E.1.7. Avistamiento de cetáceos desde el barco Toftevaag. **Foto:** ALNITAK.

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

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

Métodos acústicos

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

En el mar de Alborán, ALNITAK puso a prueba diversos sistemas de monitorización electrónica para el registro de presencia/ausencia de cetáceos, embarcaciones y niveles de ruido ambiente. Se utilizaron diversos tipos de hidrófonos fijos como CPODS, DMONS, Rexon, y TPODS, así como radar, cámaras de vigilancia y el sistema de identificación automático de buques A.I.S.

Foto ID

Muchas especies de cetáceos tienen unas marcas distintivas (pigmentación o muescas en las aletas dorsales) que varían de un animal a otro de tal forma que los individuos pueden ser reconocidos en el mar. Las fotografías de esas marcas distintivas forman la base de un método llamado foto-identificación que provee información sobre tamaño de la población y supervivencia, movimientos y reproducción. Durante las campañas oceanográficas se tomaron fotografías de los animales, fundamentalmente el lomo y la aleta dorsales (aunque según la especie la técnica puede variar) y se anotan otros detalles de la morfología y de la coloración para garantizar la correcta identificación de la especie, además a cada animal fotografiado se le asigna el sexo y la condición sexual así como otros detalles tales como la extensión y la densidad de cicatrices en el cuerpo. Todos estos datos se vuelcan en una base de datos que promete hacer un seguimiento en el tiempo y en el espacio de cada individuo.

4 Características geomorfológicas

El mar de Alborán se halla en la parte más occidental del Mediterráneo y, por tanto, es la antesala que da paso al océano Atlántico a través del estrecho de Gibraltar. Está situado entre el sur de la Península Ibérica y el norte de África, y entre el estrecho de Gibraltar y la línea imaginaria que uniría el cabo de Gata y el cabo Fígalo, en Argelia. Tiene una extensión de unos 54.000 kilómetros cuadrados y unos 170 kilómetros de anchura máxima, con una profundidad máxima cercana a 1.500 metros en su parte occidental y a 2.000 metros en la oriental. Hacia el este, se abre a la denominada cuenca argelino-balear, mucho mayor y más profunda.

Sus peculiares características biológicas, hidrológicas, históricas y culturales convierten a este espacio marítimo en un lugar muy singular y único en la geografía del planeta. En medio del mar de Alborán emerge un pequeño trozo de tierra inhóspita azotada por fuertes vientos de Levante y de Poniente; se trata de la isla que le da nombre (Figura 4.2). El nombre actual de la isla proviene del corsario tunecino Mustafá ben Yusuf el Magmuz el Din, conocido como

Al-Borani, del que dice la leyenda que tenía en la isla su base de operaciones e, incluso, que está enterrado allí. Al-Borani, en turco, significa tempestad o tormenta y quizá también ombligo, todas ellas palabras apropiadas para describir este “ombligo” del mar de Alborán y las, con frecuencia, tempestuosas aguas que lo rodean.

El mar de Alborán, por ser la zona de contacto entre las placas tectónicas europea y africana, ha sufrido y sufre una intensa actividad tectónica y volcánica, fruto de la cual sus fondos presentan un accidentado y complejo relieve, con subcuencas separadas por elevaciones submarinas y conos volcánicos de diversa envergadura (véase el apartado 4.1). Sin embargo, el rasgo morfológico más significativo de la cuenca de este mar es la denominada dorsal de Alborán, una escarpada cordillera submarina que se extiende a lo largo de unos 200 kilómetros siguiendo una dirección noreste-suroeste. Su parte más elevada es precisamente la isla de Alborán, situada, como se ha dicho, aproximadamente en el centro de este mar al que da nombre, algo desplazada hacia el sur y hacia el este

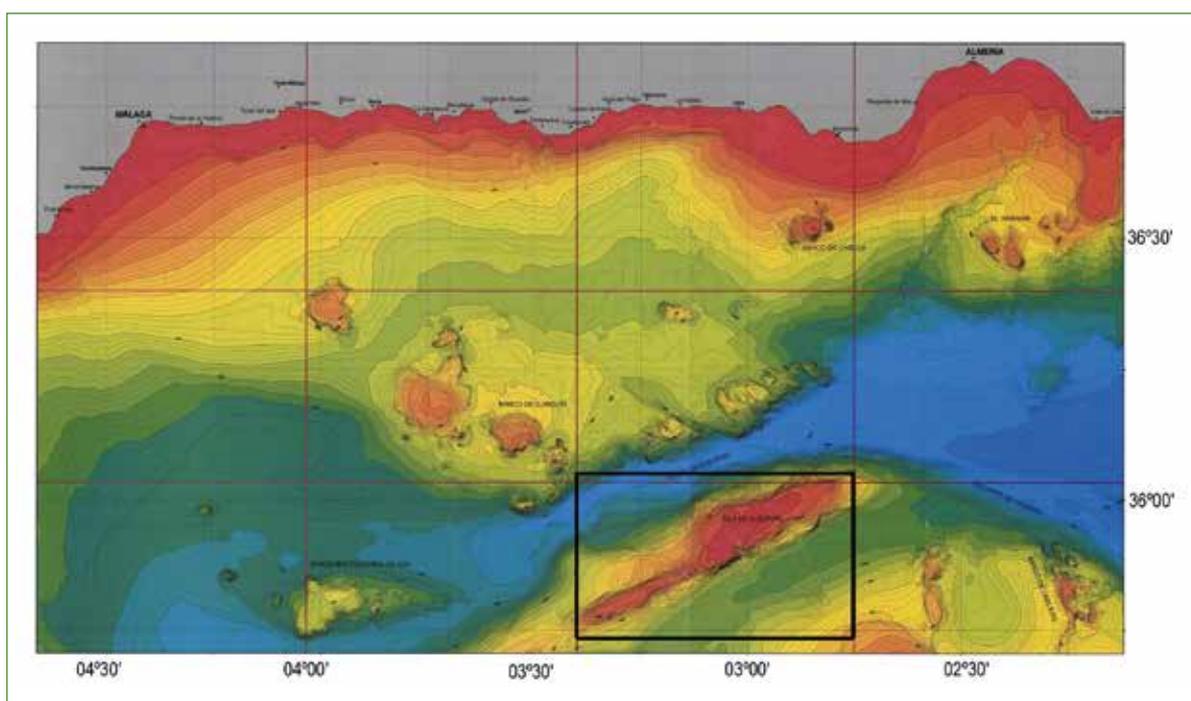


Figura 4.1. Localización de la isla de Alborán. (Adaptado del mapa publicado en 2004 por la Secretaría General de Pesca Marítima y el Instituto Español de Oceanografía).



Figura 4.2. Vista aérea de la isla de Alborán, el único elemento emergido de la dorsal del mismo nombre, de origen volcánico.
Foto: Juan Carlos Jorquera Gámez / Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

(en las coordenadas geográficas $35^{\circ} 56' 27.33''$ N y $3^{\circ} 01' 57.64''$ O). Es una isla de pequeñas dimensiones y origen volcánico, de forma más o menos triangular, con algo más de 600 metros de longitud máxima (de suroeste a noreste), menos de 300 metros de anchura máxima (en la zona sur) y sólo 34 metros de anchura mínima (en la zona noreste). La superficie de la isla supera ligeramente las 7 hectáreas y es de topografía muy plana, con una ligera inclinación desde la zona del faro, la más alta, hasta el extremo opuesto, y con una altura media que no llega a los 15 metros sobre el nivel del mar. Está flanqueada por acantilados bajos y su perfil plano, con el faro prominente en uno de sus extremos, le confiere el aspecto de un portaaviones cuando se divisa desde lejos. Aunque pertenece a España (término municipal de Almería), la Isla, como la llaman en Almería los hombres de la mar, está algo más cerca del norte de África, a una distancia de 30 millas del cabo Tres Forcas y de 46,5 millas de Punta Entinas (Almería), los puntos más cercanos del litoral marroquí y español, respectivamente.

Este pequeño trozo de tierra emergido en mitad del mar está rodeado por una extensa meseta relativamente somera (de menos de 200 metros de profundidad) y más o menos plana, que se extiende unos 45 kilómetros en dirección noreste-suroeste, con una anchura máxima de unos 10 kilómetros, pero mucho más estrecha en su porción suroccidental. Es precisamente el estudio de las comunidades que pueblan los fondos de toda esta plataforma lo que ha constituido el objetivo principal del presente proyecto.

Rasgos morfoestructurales

La región del mar de Alborán es, desde el punto de vista estructural, una zona de colisión entre las placas africana y euroasiática y, por tanto, es una zona de gran actividad sísmica y geodinámica muy compleja. Está bordeada al norte por la cordillera Bética y al sur por el Rif, que son los elementos más occidentales del conjunto de cadenas alpinas.

En el fondo del mar de Alborán se pueden diferenciar márgenes, cuencas y altos estructurales (o elevaciones submarinas), si bien algunos autores ponen reparos a usar los términos “margen” y “cuenca” en el contexto del mar de Alborán, puesto que no existe corteza oceánica y el fondo no es lo suficientemente llano para ajustarse al concepto de cuenca.

Márgenes

Los márgenes bordean la Península Ibérica y el norte de África, y también constituyen los flancos de algunas elevaciones submarinas que separan las distintas cuencas. Los márgenes se subdividen a su vez en plataforma continental y talud^{gl}.

La plataforma continental es estrecha en la mayor parte del mar de Alborán, con una extensión media de 5 o 6 kilómetros y una pendiente media baja (menos de 2°). Dentro de la plataforma continental existe una gran diversidad de tipos morfológicos originados tanto por procesos sedimentarios como por erosión. El borde de la plataforma, marcado por un cambio en la

pendiente del fondo, se sitúa entre 100 y 150 metros de profundidad, salvo frente al cabo de Gata, donde la plataforma alcanza unos 20 kilómetros de ancho y el borde se encuentra entre 175 y 200 metros. Existen, además, pequeñas plataformas aisladas, de las cuales la más notable es la que rodea la propia isla de Alborán.

En el mar de Alborán se han distinguido tres tipos de talud, en función de su inclinación y de las irregularidades que presentan. El llamado “talud abrupto” se caracteriza por pasar de la plataforma al fondo de la cuenca a través de un escarpe con altas pendientes, sin escalones intermedios. Este tipo de talud aparece en la parte oriental, como continuación hacia el oeste del margen argelino. El “talud progresivo” se desarrolla en el margen noroccidental y su perfil es generalmente cóncavo o cóncavo-convexo; se diferencian un segmento superior (entre el borde de la plataforma y los 200 metros), con una pendiente en torno a los 4° , un segmento medio, con pendientes en torno a los 2° (entre 200 y 600 metros), y un segmento inferior, en el que la pendiente disminuye y se da una transición progresiva al fondo de la cuenca. El “talud escalonado” se debe a la presencia de plataformas formando rellanos de distinta extensión en la zona intermedia del talud. Este tipo se da tanto en la parte septentrional, donde se encuentran

los bancos de Avempace (o Algarrobo) y Djibouti, Chella o Seco de los Olivos, Sabinar y Pollux, como en la meridional, donde destacan los bancos de Xauen y Tofiño y, con menor relevancia, los bancos de Yusuf, Câbliers y Provençaux.

En la figura 4.3 se muestra un mapa batimétrico del mar de Alborán, con la ubicación de los distintos elementos morfológicos localizados en el área.

Cuencas

Se identifican tres cuencas principales dentro del mar de Alborán, la occidental, la oriental y la meridional, las dos primeras situadas al norte de la dorsal de Alborán y la tercera, al sur de ella (Figura 4.3). El relleno sedimentario de las cuencas conserva el registro de las diferentes etapas tectónicas que han dado lugar a su formación, con espesores de hasta 7.000 metros en la cuenca occidental, que atestiguan una fuerte subsidencia (hundimiento paulatino del fondo).

La cuenca occidental es la más extensa, con fondos casi llanos, en torno a los 1.400 metros de profundidad. Se encuentra delimitada hacia el noreste por el talud de la meseta de Motril

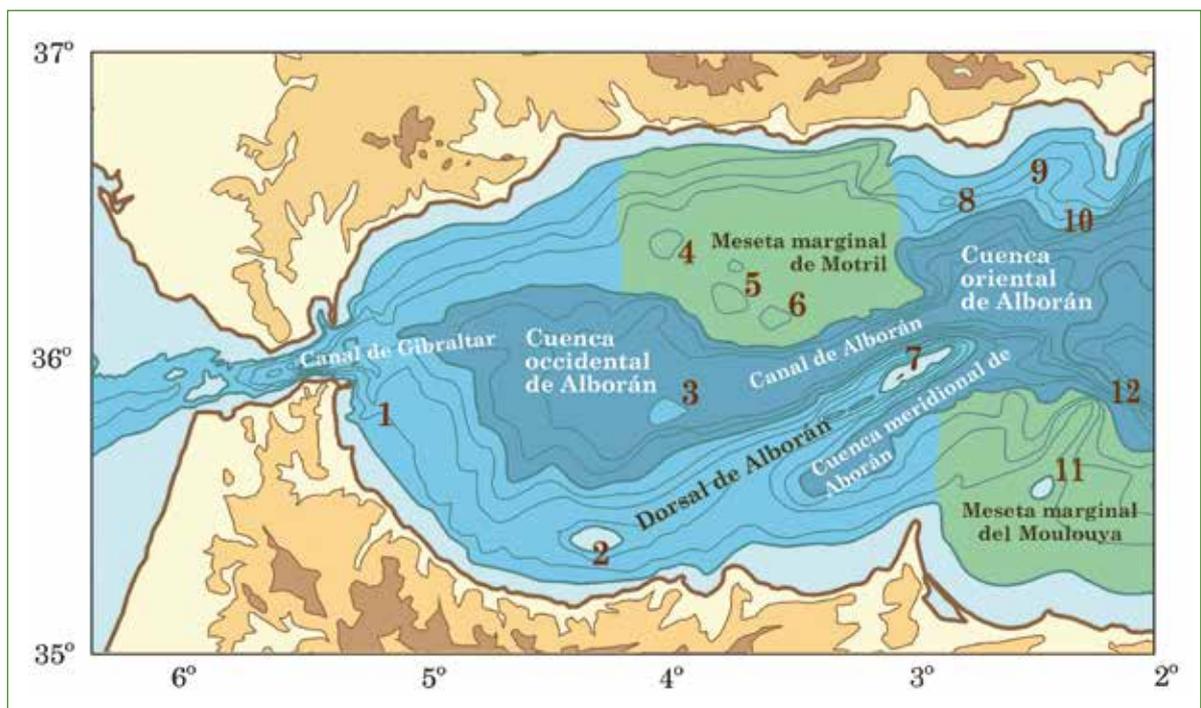


Figura 4.3. Principales características geomorfológicas del mar de Alborán (modificado de Vázquez, 2001). Los números indican la posición de los elementos geomorfológicos. 1. Cañón de Ceuta. 2. Banco Xauen. 3. Monte Vizconde de Eza. 4. Banco de Avempace o Algarrobo. 5. Banco de Djibouti. 6. Banco de El Edrisi. 7. Isla y plataforma de Alborán. 8. Banco de Chella o Seco de los Olivos. 9. Cañón de Almería. 10. Banco de Avenzoar o de El Sabinal. 11. Banco Provençaux. 12. Escarpe de Yusuf-Habibas.

Dibujo: Serge Gofas; batimetría según Laughton *et al.*, 1975.

(margen Sudibérico) y hacia el suroeste por el talud de la dorsal de Alborán (margen Nor-teafricano). Algunos relieves interrumpen la regularidad de su fondo, entre ellos pequeñas crestas diapíricas (formadas por intrusiones de una capa de sal) y montículos submarinos del tipo volcanes de fango en la parte occidental, destacando en su parte sureste la elevación del monte Vizconde de Eza, que culmina en torno a los 770 metros.

La cuenca occidental recibe por el oeste el canal de Gibraltar, que permite la conexión con el estrecho de Gibraltar y con los dos cañones de Ceuta y de Gibraltar. Por el este, la cuenca occidental está conectada con la oriental por el canal de Alborán, también denominado cuenca central, un estrecho pasillo de 14 kilómetros de anchura media y 90 kilómetros de longitud de dirección suroeste-noreste, que bordea el flanco norte de la dorsal de Alborán. Tanto el canal de Gibraltar como el canal de Alborán se han formado por erosión, y se consideran el cauce principal de entrada de aguas atlánticas tras la apertura del actual estrecho de Gibraltar al final del Mioceno, hace 5,33 millones de años.

La cuenca meridional es más pequeña y estrecha. Está delimitada por la dorsal de Alborán, al norte, y por la meseta del Moulouya, al sur. Su fondo es más somero que el de las otras dos cuencas, en torno a los 1.100 metros, y hacia el este desemboca sobre el escarpe de Yusuf-Habibas, tras el cual se conecta con la profunda cuenca Sur-Balear.

Por último, la cuenca oriental, de forma triangular, se sitúa a continuación del canal de Alborán hacia el este y encuentra también su límite en el escarpe de Yusuf-Habibas. El fondo se encuentra entre 1.800 y 2.400 metros de profundidad, ligeramente inclinado hacia el este, donde se registran las mayores profundidades para el mar de Alborán.

Altos estructurales

El mar de Alborán está salpicado de elevaciones submarinas de diferente extensión y altura, que suelen denominarse “altos estructurales”. La dorsal de Alborán es el alto estructural o relieve más importante. Se trata de una elevación submarina alargada y lineal, que tiene una dirección general noreste-sudoeste y presenta vertientes escarpadas, sobre todo hacia el sureste,

formando una auténtica cresta que atraviesa el mar de Alborán en diagonal e interfiere en la circulación del patrón general de corrientes. Se extiende a lo largo de prácticamente 200 kilómetros entre el escarpe de Yusuf, al noreste, y el banco de Xauen, al sudoeste en el margen norteafricano, y separa la cuenca occidental y el canal central de Alborán, al norte, de la cuenca meridional de Alborán, al sur (Figura 4.3).

El sector septentrional es el más prominente de los dos que constituyen la dorsal de Alborán; está limitado a ambos lados por fuertes escarpes, y se divide en tres zonas:

a) El propio banco de la isla de Alborán, constituido por una plataforma aislada sobre la que se sitúan una serie de relieves irregulares, alineados según el eje principal (noreste-sudoeste). Entre estas elevaciones destaca la isla de Alborán, de aspecto cónico y base trapezoidal. En esta zona, las pendientes que presentan sus flancos son muy elevadas, en torno a los 17°. En el flanco meridional se localizaron dos sistemas de cañón-abanico submarinos (Figuras 4.4 y 4.5).

b) La zona central se caracteriza por la presencia de una cresta de aproximadamente 30 kilómetros de longitud y 3 kilómetros de ancho, coincidiendo su dirección con el eje principal de la dorsal. En esta zona, las pendientes medias de sus flancos varían de 14° en el flanco meridional a 7° en el septentrional, situándose sus cumbres en “microplataformas”, entre 80 y 100 metros de profundidad. Esta zona central es prácticamente continua con la septentrional, formando un “espolón” que prolonga la misma en dirección suroeste.

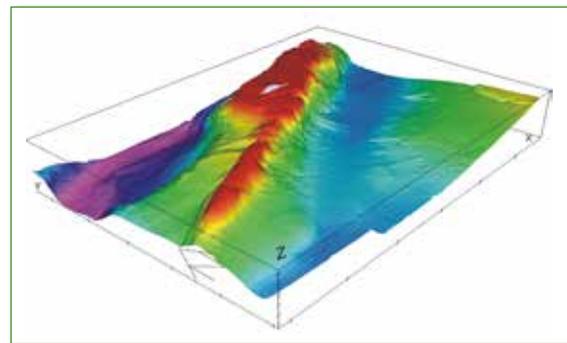


Figura 4.4. Modelo digital de la superficie del fondo correspondiente al banco de la isla de Alborán, parte septentrional de la “dorsal de Alborán”. (Orientación del modelo suroeste a noreste). (Campaña Alborán 2002, Instituto Español de Oceanografía; Ballesteros et al., 2008; Mapa MA6 Isla de Alborán, 2004).

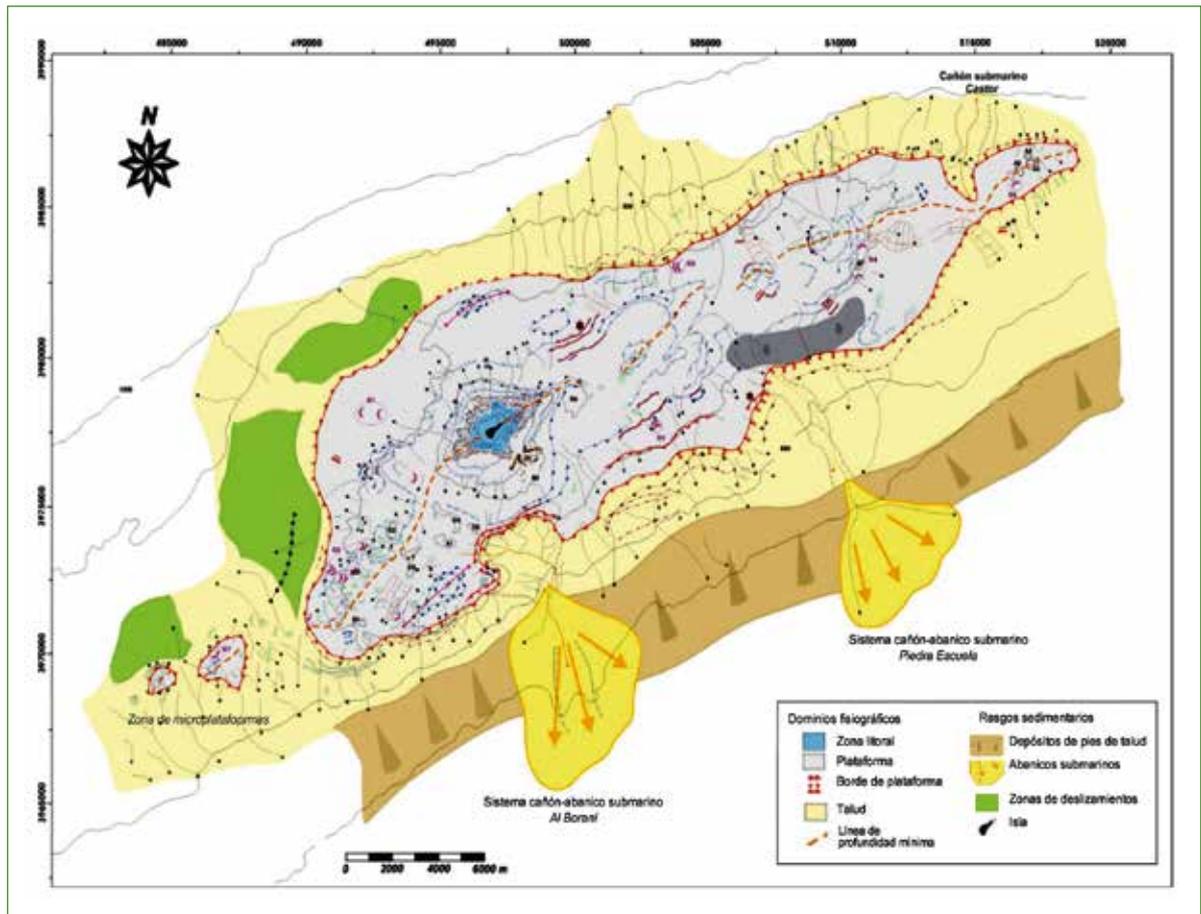


Figura 4.5. Mapa morfológico y estructural de la plataforma de la isla de Alborán. En él se reflejan los rasgos morfológicos detectados en el área de estudio. (Simplificado de Bárcenas, 2002).

c) Por último, la zona meridional posee una morfología más baja y tiene un perfil simétrico, con pendientes entre 8° y 9° en ambos flancos. Se trata de un fondo delimitado por la isóbata de 400 metros.

Aparte de la dorsal de Alborán, existen otros altos estructurales de notable importancia, generalmente de origen volcánico. En el margen ibérico se encuentran el banco de Avempace o Algarrobo y el conjunto formado por los bancos de Djibouti y El Idrisi. En este mismo margen septentrional se ubican otras elevaciones, como el banco de Chella o Seco de los Olivos y el banco de El Sabinal o de Avenzoar.

En el sector meridional de la cuenca del mar de Alborán, destacan los bancos de Xauen y Tofiño y, más al este, los de Provençaux, Câbliers, La Alidada y Yusuf. El banco de Xauen es la elevación más meridional y se encuentra enclavado en el talud marroquí. Su cumbre constituye, al igual que la de la dorsal de Alborán, una plataforma aislada sin conexión con el resto de bancos que bordean la costa. Por último, cabe

citar el alto de Ibn-Batouta, que se ubica en la cuenca occidental del mar de Alborán.

Líneas de costa del pasado

En algunas partes de la plataforma de Alborán (por ejemplo, entre 112 y 120 metros de profundidad en el borde sur) aparecen grandes conchas de mejillones fósiles, testigos de una época de clima frío (último "máximo glacial"), en la cual el nivel del mar se encontraba unos 100 metros más abajo que ahora. La isla de Alborán tenía en esa época (hace unos 18.000 años) una longitud de unos 40 kilómetros de noreste a suroeste, una anchura de unos 10 kilómetros y estaba prolongada hacia el suroeste por una cadena de islotes. El borde de la plataforma, situado ahora a unos 100 metros de profundidad, estaba entonces cerca de la orilla y albergaba esta comunidad propia de aguas someras. Hay dos especies que predominan: una del género *Mytilus*, al que pertenece el mejillón común actual, y otra (*Modiolus modiolus*), que tiene



Figura 4.6. Estas conchas de grandes mejillones (*Modiolus modiolus* y *Mytilus cf. edulis*), dragadas entre 112 y 120 metros de profundidad, corresponden a comunidades de aguas someras que vivieron durante el último máximo glacial (hace unos 18.000 años), con el nivel del mar unos 100 metros por debajo del nivel actual. **Foto:** Serge Gofas.

actualmente su límite meridional en aguas de Irlanda y se considera un indicador de épocas frías en el Mediterráneo (Figura 4.6). Las mismas formaciones se han encontrado en otra campaña del proyecto INDEMARES alrededor del Seco de los Olivos, cerca de la costa de Almería, que era por entonces un pequeño islote (Figura 4.7).

Por el contrario, en los episodios más cálidos del Pleistoceno, el nivel del mar estuvo algo más alto que el actual y la isla de Alborán llegó a estar completamente sumergida. Los depósitos cuaternarios marinos de la isla están constituidos por una terraza marina y por la caliza bioclástica que la cubre. La terraza marina ocupa toda la isla y su cota oscila entre 7,5 metros, en el sector oriental, y 14,5 metros, en el occidental. Está constituida por un conglomerado en el que abundan los materiales volcánicos con una escasa matriz arenosa. Todo el depósito está muy cementado y contiene abundante fauna (*Conus mediterraneus*, *Patella caerulea*, etc.), poco diferente de la fauna actual. Su edad ha sido difícil de establecer y, aunque no de forma categórica, se ha considerado a este depósito del Pleistoceno Medio (de hace unos 125.000 años) a partir de los datos de la fauna que contiene la terraza marina. Cubriendo este depósito aparece la caliza, con espesores variables (de 10 a 60 centímetros), que también contiene restos de fauna marina; el medio en el que se formó debe corresponder a la zona intermareal. Siendo así, correspondería a épocas en las que el nivel del mar estaba más alto que el actual,

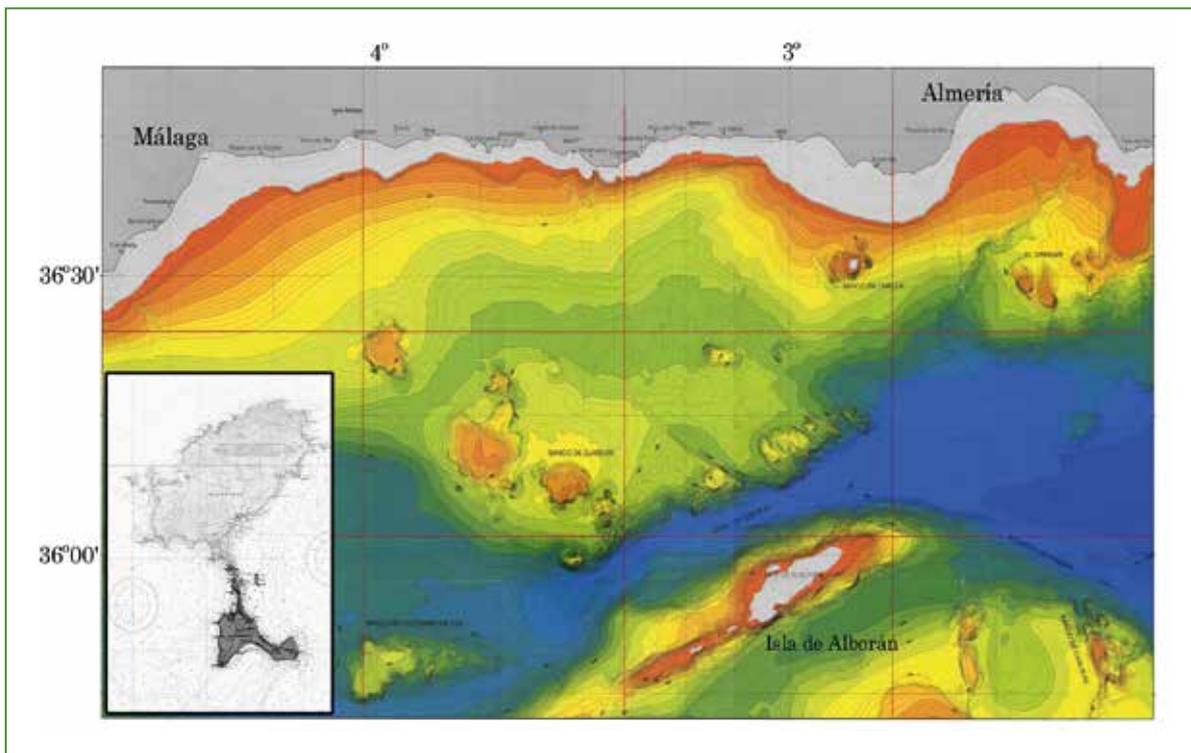


Figura 4.7. Mapa del mar de Alborán suponiendo el nivel del mar 100 metros por debajo del actual, tal como estaba en las épocas frías del Cuaternario. La actual plataforma continental andaluza constituía una llanura costera, la pendiente era abrupta desde muy cerca de la línea de costa y la plataforma de Alborán era entonces una isla tan grande como la actual Formentera (en el enmarcado, las conocidas islas de Ibiza, en tono gris claro, y Formentera, en tono más intenso, representadas a la misma escala). El actual Seco de los Olivos era por entonces un islote frente a la costa de Almería. La fauna era similar a la que vive en la actualidad en las costas de Irlanda o Escocia. (Adaptado del mapa publicado en 2004 por la Secretaría General de Pesca Marítima y el Instituto Español de Oceanografía).

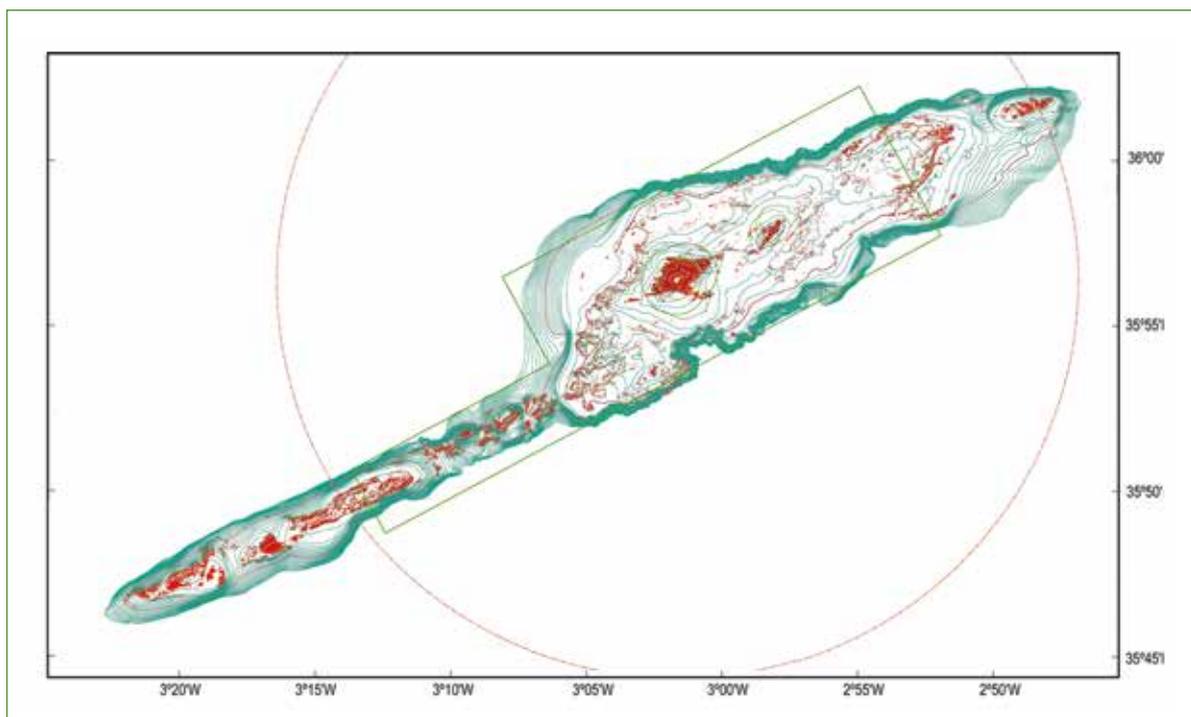


Figura 4.8. Extensión de los afloramientos rocosos (en rojo) en la plataforma de Alborán. Los afloramientos más extensos se encuentran en la parte más somera, en torno a la propia isla y a la "Piedra Escuela", así como en el espolón suroeste más profundo. Según su distribución batimétrica, albergan hábitats muy distintos (desde la roca supralitoral hasta la roca profunda circalitoral, situada entre 90 metros y el borde de la plataforma). (Juan Goutayer-Serge Gofas/INDEMARES-Alborán).

por lo tanto la isla como tal no existiría y la cumbre de la plataforma estaría siempre cubierta por agua.

Sin embargo, las reconstrucciones más actuales de las fluctuaciones del nivel del mar plantean un nivel no muy distinto al actual, a lo sumo unos 4 a 6 metros más alto, en el episodio más transgresivo (hace 125.000-117.000 años en el máximo interglacial). Por lo tanto, para explicar la formación de terrazas marinas situadas a mayor altitud habría que considerar la posibilidad de que haya habido un alzamiento tectónico de la plataforma.

Aspectos sedimentológicos

La plataforma del banco de la isla de Alborán es una plataforma insular y aislada, es decir, rodeada a lo largo de toda su extensión por el talud. Se encuentra, por tanto, desconectada de las zonas continentales más próximas y, en consecuencia, del aporte de materiales detríticos procedentes de la costa. Esta desconexión, junto con la dinámica marina propia del mar de Alborán, determina que esta plataforma esté bien diferenciada en el conjunto de las plata-

formas continentales españolas. En el entorno de la Península Ibérica, la plataforma de Alborán presenta unas características únicas, dado que el resto de las plataformas insulares o están asociadas a islas de mucha mayor entidad (archipiélago balear), lo que ha permitido el transporte de importantes volúmenes de materiales detríticos hacia la plataforma, o bien se encuentran conectadas o, incluso, enclavadas dentro de la plataforma, como es el caso de las islas Columbretes o de la isla de Tabarca.

A partir de los sonogramas obtenidos con el sónar de barrido lateral, se han localizado los distintos afloramientos rocosos y la dirección de sus capas, así como las zonas con sedimento que aparecen en la zona adyacente a la isla de Alborán y en el resto de la plataforma insular (Figura 4.8).

El análisis de la información obtenida por el sónar de barrido lateral se completó mediante muestreos de sedimento con una draga de tipo Shipek. En primer lugar, se realizó una descripción de las muestras en el mismo barco, en función de la presencia o ausencia de distintos elementos, como los rodolitos y sus diferentes tamaños, algas laminariales, roca, etc., así como de sus características de textura, color,

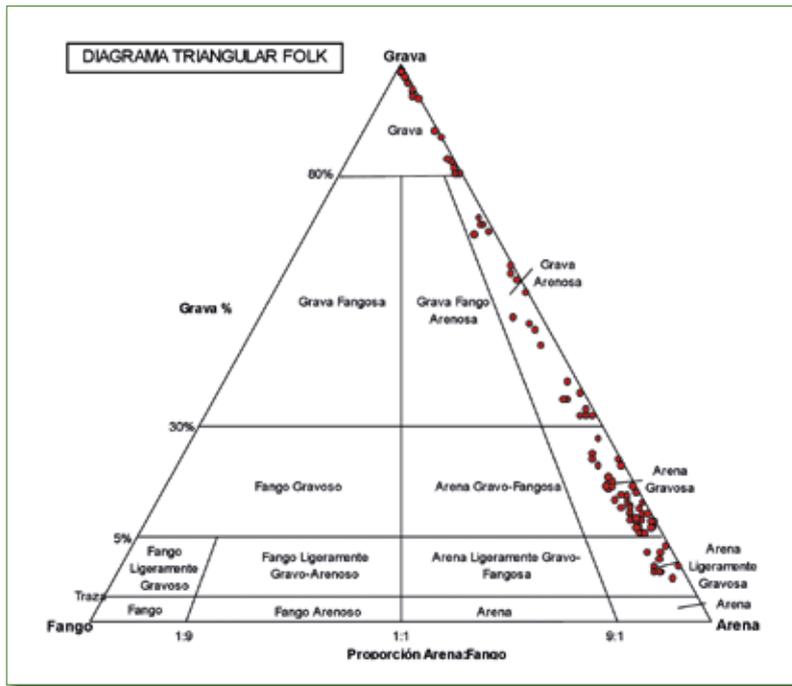


Figura 4.9. Diagrama de Folk, que representa el contenido porcentual en grava, arena y fango de todas las muestras de sedimento (círculos rojos). La plataforma de Alborán se caracteriza por la ausencia de sedimentos fangosos y el predominio de arenas y gravas con un escaso contenido de fango. (GEHYM, S. L.).

Los resultados de los análisis granulométricos de cada una de las muestras fueron integrados en una base de datos para su posterior interpretación (Figura 4.9). La composición media de las muestras está formada por un 35,07% de gravas, un 63,67% de arenas y un 1,25% de fango.

La configuración de las distintas unidades sedimentarias que cubren el alto estructural de Alborán fue investigada a partir de perfiles sísmicos de alta resolución durante la campaña CORAL 8209, realizada en 1982 en el marco de un convenio entre la Secretaría General de Pesca y el Instituto Español de Oceanografía a bordo del barco “Naucrates”. Este análisis permitió reconocer las principales

etc. Posteriormente, en el laboratorio se llevaron a cabo análisis granulométricos y de contenido en carbonatos.

unidades de sedimentos no consolidados, así como los principales centros de deposición y el espesor del sedimento. Se han reconocido así

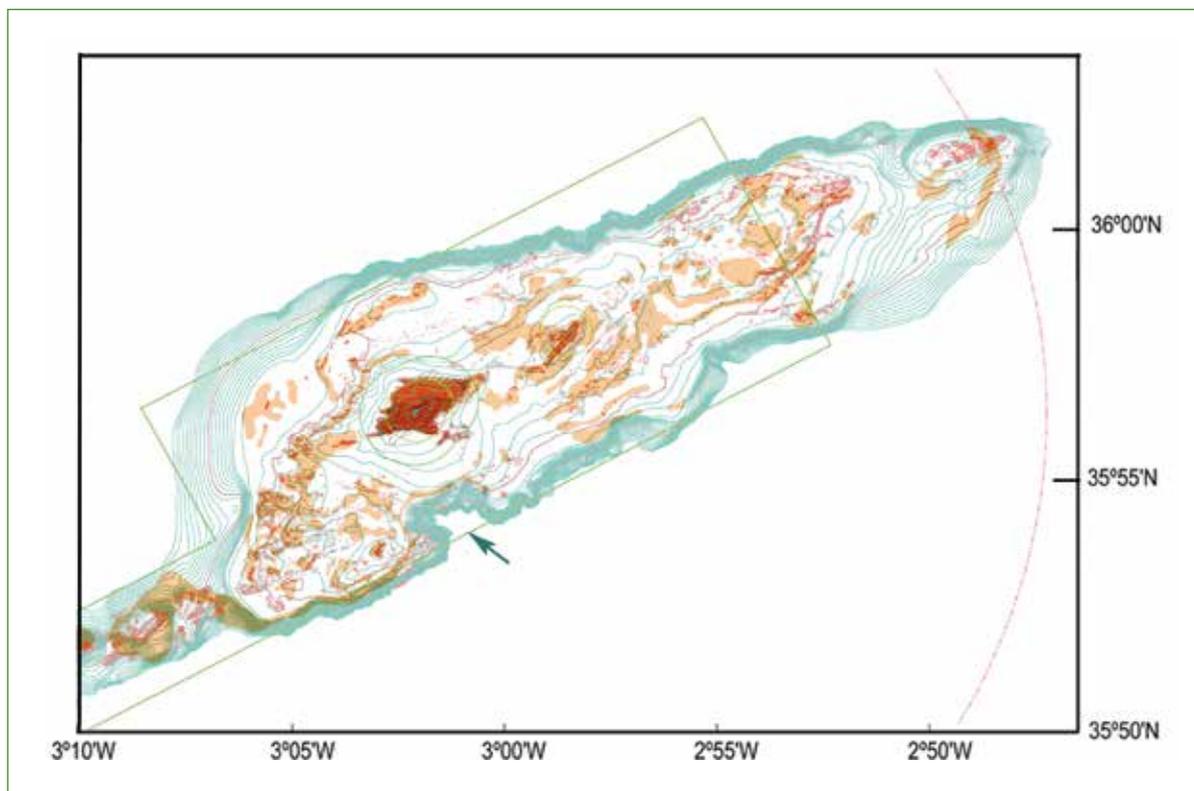


Figura 4.10. Extensión de los afloramientos rocosos (rojo intenso) cartografiados en la campaña de sónar de barrido lateral de INDE-MARES-Alborán y de las zonas de roca con una delgada capa de sedimento (beige) cartografiadas en Bárcenas (2002), salpicadas por pequeños afloramientos rocosos. El cañón de Al Borani (flecha) se formó en una zona esencialmente sedimentaria.

tres grandes unidades estratigráficas en el relleno sedimentario de la plataforma de Alborán. La denominada “Unidad A” está presente en el borde de la plataforma, continuándose hacia el talud superior, en el cual desaparece. En esta unidad se localizan cinco centros de deposición que rodean la plataforma, llegando el espesor de los sedimentos a 28 metros en el mayor de ellos. La “Unidad B” es relativamente delgada, no sobrepasando los 7,5 metros de espesor, y se encuentra en todos los casos enterrada por la denominada “Unidad C”, de la que se diferencia claramente por tener una estratificación muy marcada. La “Unidad C” es la que recubre distintas partes de la plataforma; normalmente,

conforma un fondo plano y su espesor es muy variable, alcanzando 7 metros en la zona situada al sureste de la isla, próxima al cañón de Al Borani.

Muchos afloramientos rocosos alrededor de la isla y de la “Piedra Escuela” están cubiertos por algo de sedimento (Figura 4.10) y, por tanto, no conforman un verdadero fondo rocoso, pero sí estructuran la morfología de la plataforma. En estas zonas se encuentran numerosos afloramientos rocosos aislados, a veces demasiado pequeños para poder representarse en los mapas, pero suficientes para acoger a las especies sésiles que requieren un sustrato duro.



5 Características oceanográficas

El Mediterráneo es un mar prácticamente cerrado con un notable déficit hídrico, debido a que la fuerte pérdida de agua producida por la intensa evaporación no queda compensada por las precipitaciones y los aportes fluviales. No obstante, el balance hídrico y la salinidad se mantienen constantes a corto plazo, merced al efecto regulador que ejerce el estrecho de Gibraltar. El déficit hídrico del Mediterráneo se estima en unos 2.000 kilómetros cúbicos de agua al año (lo que supondría un descenso anual del nivel del mar de alrededor de un metro) y es compensado por la entrada de un flujo constante de agua atlántica. Dicho flujo está propiciado por la diferencia existente en el nivel medio del mar entre el océano Atlántico y el mar de Alborán, que es de unos 15 centímetros, debido precisamente al exceso de evaporación. Esta diferencia de nivel puede ser de hasta 30 centímetros con respecto al Mediterráneo oriental.

La entrada constante de agua superficial atlántica hacia el Mediterráneo compensa, como se ha dicho, el déficit hídrico de este mar, pero la evaporación iría produciendo un aumento progresivo de la salinidad, si no fuera porque existe una salida hacia el Atlántico de agua mediterránea profunda más salina. El agua atlántica que entra al Mediterráneo por el estrecho de Gibraltar (el llamado “chorro atlántico” o “Atlantic jet”), cuya salinidad no supera el 36,5‰, supone un volumen aproximado de 38.000 kilómetros cúbicos al año. El chorro atlántico ocupa una capa superior de entre 150-200 metros de espesor en el centro del sector occidental del mar de Alborán, y de unos 50 metros cerca de la costa española. Por debajo de esta masa de agua entrante, se desplaza en sentido contrario un flujo difuso y lento de agua mediterránea más densa (alrededor de 38,2‰) y rica en nutrientes, que supone un volumen de salida de unos 36.000 kilómetros cúbicos de agua al año.

Estos procesos hidrológicos que ocurren en el estrecho de Gibraltar y el mar de Alborán son muy complejos y tienen una importancia decisiva para el conjunto del Mediterráneo. El inter-

cambio de masas de agua entre el Atlántico y el Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar es el fenómeno determinante del patrón de circulación presente en el mar de Alborán y en todo el Mediterráneo.

En general, se podría decir que gran parte de la superficie del mar de Alborán está ocupada por agua superficial atlántica, más o menos modificada, debido a la evaporación en su capa superior y a la mezcla con el agua mediterránea en su parte inferior. Es esta circulación de superficie la que da lugar al mayor gradiente térmico y salino en la cuenca de Alborán.

Los giros de Alborán

La corriente de agua atlántica superficial se dirige inicialmente hacia el noroeste, debido a la propia configuración topográfica del Estrecho, y, posteriormente, gira hacia el sur (entre los 3° y 4° O), dando lugar a un gran remolino anticiclónico (en el sentido de las agujas del reloj) en la cuenca occidental del mar de Alborán, conocido como “giro de Alborán” (Figura 5.1). Dicho giro es bastante estable y su núcleo se localiza entre 35° 30’-36° 00’ N y 4° 00’-4° 30’ O. La corriente atlántica entrante puede incrementar su volumen durante periodos de fuertes vientos de Poniente y fluye con una velocidad que puede exceder un metro por segundo, pero esa velocidad va disminuyendo en su avance, a la vez que la corriente se expande.

Este giro produce una acumulación de las aguas superficiales en el centro, donde tienden a hundirse, alcanzando un gran espesor. Con posterioridad a este gran remolino, el agua atlántica puede seguir varias alternativas en el sector oriental del mar de Alborán. La mayor parte de esta masa superficial de agua pasa por el sur de la isla de Alborán y suele volver a tomar dirección noreste, formando un segundo remolino anticiclónico (cuyo núcleo se localiza alrededor de las coordenadas 36° N y 2° O y la

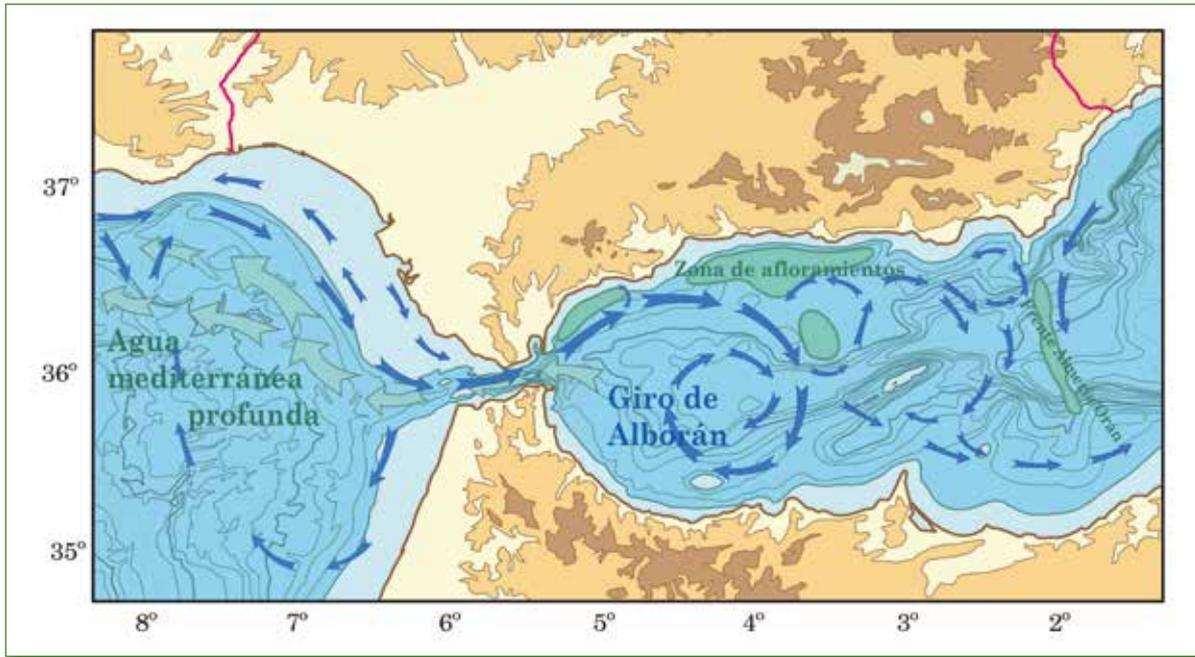


Figura 5.1. Corrientes dominantes en la región Ibero-Marroquí. Las flechas azules representan las corrientes superficiales, en las que prevalece la entrada de aguas atlánticas en el Mediterráneo y la formación de un importante giro anticiclónico en la parte occidental del mar de Alborán. Las aguas mediterráneas (flechas verdes) salen hacia el Atlántico formando una corriente profunda que sigue el talud continental ibérico. (Modificado de Gofas y García Raso, 2004).

costa africana). Alternativamente, el agua atlántica puede tomar dirección este, para desviarse al norte, a la altura de $1^{\circ} 15' O$, y volver hacia el este pasado el paralelo 36° , formando un remolino ciclónico (en el sentido contrario a las agujas del reloj), que puede ocupar gran parte de la cuenca oriental del mar de Alborán. De forma ocasional, pueden formarse otros pequeños remolinos anticiclónicos y ciclónicos, tanto en la zona central como en el norte del mar de Alborán.

El agua atlántica que llega al cabo de Gata (ya bastante modificada) se encuentra con una corriente mediterránea de dirección suroeste, que circula en paralelo a las costas levantinas, lo que origina un flujo de agua en dirección a Orán, en la costa argelina, denominado “frente Almería-Orán”. Dicho frente tiene una longitud de unos 200 kilómetros, abarca una capa superficial de unos 300 metros y presenta un fuerte gradiente horizontal de densidad. Al llegar a las costas africanas, parte de las aguas atlánticas pueden quedar retenidas en el segundo giro, pero el resto continúa en dirección este para formar la corriente argelina, que alcanza los estrechos de Sicilia y Messina. El frente Almería-Orán marca en las costas del sureste español el límite de la zona de fuerte influencia atlántica, lo que tiene su reflejo en los límites de distribución de numerosas especies atlánticas

o mediterráneas. Dicho frente es visible desde el aire o, incluso, desde la cubierta de un barco, pues se producen fenómenos de ruptura del oleaje, corrientes, acumulación de detritos, etc. En estas zonas de contacto de masas de agua de distintas características pueden producirse afloramientos^{glo} de aguas profundas ricas en nutrientes que propician una gran producción biológica, por lo que es frecuente que se concentren muchas aves marinas. Asimismo, se ha demostrado que este frente puede constituir una barrera importante para la dispersión de muchas larvas planctónicas, como ha quedado demostrado en estudios genéticos.

La existencia de giros y frentes asociados al contacto entre diferentes masas de agua a meso y macroescala determinan tanto la circulación como la distribución de distintas variables ecológicas (biomasa, productividad y composición de la comunidad planctónica) en el área (Figura 5.2).

El agua mediterránea

La transformación del agua atlántica, menos salina, en agua mediterránea, más salina, ocurre durante su movimiento en superficie hacia el este, especialmente durante el invierno y la

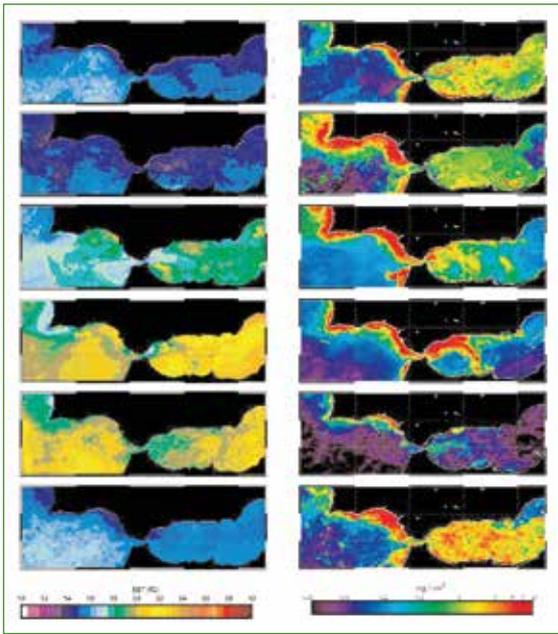


Figura 5.2. Serie de imágenes de satélite en las que se muestran las temperaturas superficiales del mar (en grados centígrados) en la región Ibero-Marroquí, en la columna de la izquierda, y las concentraciones de clorofila^{glo} (en miligramos/centímetro cúbico), en la columna de la derecha, correspondientes a los 12 meses del año 2003, de enero a diciembre, de arriba abajo en cada columna. (Modificado de Gofas y García Raso, 2004; Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía).

primavera. Durante el verano, el calentamiento superficial del agua provoca la formación de una termoclina^{glo} a unos 20-30 metros de profundidad que dificulta la mezcla de las diferentes masas de agua. En otoño, se deshace esta estratificación horizontal superficial, lo que posibilita el intercambio vertical. Por lo tanto, el agua mediterránea saliente es, en realidad, un producto derivado del agua atlántica que se ha ido transformando a lo largo de la cuenca mediterránea debido a la influencia del clima.

El tiempo medio necesario para esta transformación es del orden de los 100 años, por lo que ese sería el periodo necesario para poder constatar un cambio significativo en el clima de la región mediterránea, tras la detección de alteraciones en el intercambio a través del estrecho de Gibraltar.

En la cuenca de Alborán, por debajo del agua superficial atlántica, discurren en dirección contraria masas de agua mediterránea, que entran en el mar de Alborán desde el este en dirección al Estrecho como un flujo más difuso y lento. Se han identificado cuatro masas de agua mediterránea distintas. La WIW (“Winter Intermediate Water”, agua intermedia de invierno), originada

en la cuenca oriental del Mediterráneo, se sitúa inmediatamente por debajo del agua atlántica superficial, pero en sentido contrario (hacia el estrecho de Gibraltar). Por debajo de la anterior se encuentra el agua levantina intermedia (LIW, “Levantine Intermediate Water”). Ambas masas de agua circulan principalmente por la parte norte de la cuenca mediterránea por efecto de la rotación terrestre, y llegan hasta unos 600 metros de profundidad. La capa levantina intermedia se desplaza hacia el oeste a una velocidad media de entre 1 y 3 centímetros/segundo, para dividirse hacia los 2° O en varias ramas, que pasan por el norte y el sur de la isla de Alborán y vuelven a unirse frente a Málaga para dirigirse hacia el Estrecho. Por tanto, es esta masa de agua levantina intermedia la que baña el talud de la plataforma sobre la que emerge la isla de Alborán.

A profundidades mayores de 600 metros, discurre el agua profunda del Mediterráneo occidental (WMDW, “Western Mediterranean Deep Water”) y el agua profunda del Tirreno (TDW, “Tyrrhenian Deep Water”), más frías (12,8 grados centígrados) y salinas (38,4‰), que se desplazan principalmente por la parte sur de la cuenca. Todas estas masas de agua mediterránea se dirigen hacia el estrecho de Gibraltar, donde el chorro saliente presenta una gran variabilidad a corto (días), medio (semanas) o largo (estacional) plazo, pudiendo llegar a salir por el Estrecho los cuatro tipos de aguas mediterráneas, de forma yuxtapuesta o más o menos desplazadas, en momentos de fuerte flujo mediterráneo. Entre el agua atlántica entrante y el agua mediterránea saliente hay una zona de mezcla cuyo grosor es variable a lo largo de su recorrido; puede oscilar entre 50 y 120 metros, dependiendo de la fuerza del chorro atlántico, de las presiones atmosféricas y de la fuerza y dirección del viento dominante a nivel del estrecho de Gibraltar. La distribución vertical de la temperatura y de la salinidad del agua en una zona próxima a la plataforma de Alborán se representa en la figura 5.3.

Masas de agua en el entorno inmediato de la isla de Alborán

La isla de Alborán y su extensa plataforma sumergida están afectadas por la circulación de las distintas masas de aguas presentes en dicha cuenca. La isla se sitúa entre los dos giros

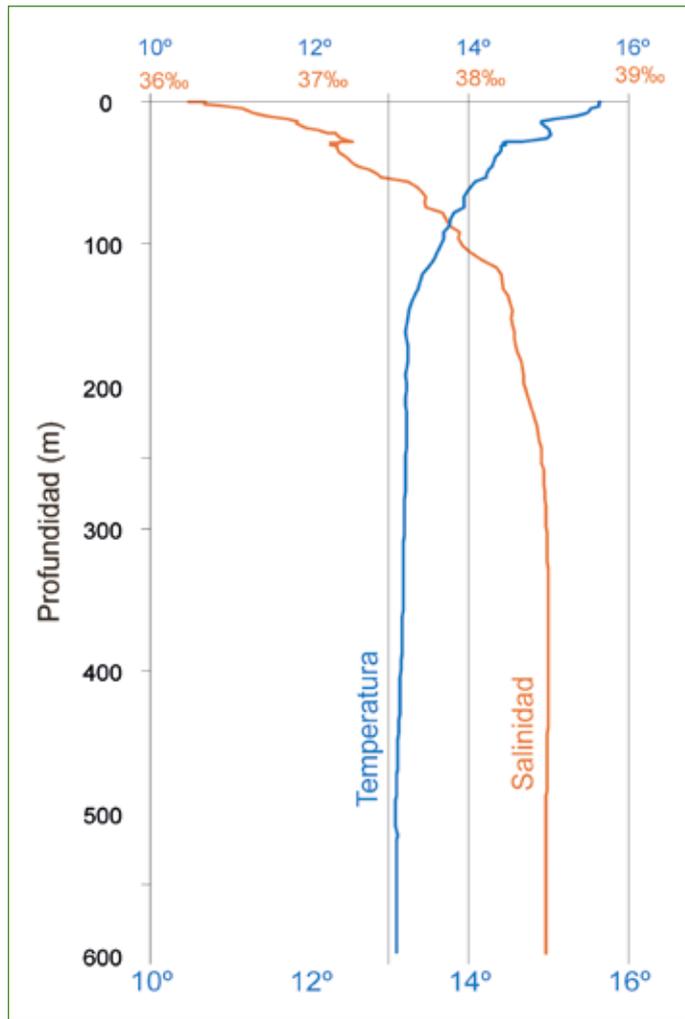


Figura 5.3. Perfil de salinidad y temperatura obtenido en mayo de 2012 en el lado norte de la plataforma de Alborán, entre $35^{\circ} 59,03' N$, $3^{\circ} 07,06' O$ y $36^{\circ} 00,42' N$, $3^{\circ} 00,76' O$. (Modificado de Campaña Medits 0412, Instituto Español de Oceanografía).

geostróficos del agua atlántica superficial antes descritos, de tal forma que ésta baña los pisos infralitoral y circalitoral de la plataforma de la isla (hasta unos 120 metros), con una salinidad de 36,4-36,6‰ y una temperatura que varía entre 19 y 23 grados centígrados. La influencia que ejercen las masas de agua sobre las comunidades bentónicas de este entorno ha sido puesta de manifiesto por diversos autores.

Por debajo de esta capa de agua que alcanza los 120 metros, existe una zona de mezcla con el agua levantina intermedia de unos 70-80 metros de espesor. Esta interfase viene definida por la isohalina de 37,5‰ y baña buena parte de los fondos circalitorales del entorno de la isla, hasta prácticamente el borde de la plataforma. El agua mediterránea intermedia contribuye al enriquecimiento en nutrientes, ya que es más rica en estos elementos que el agua atlántica superficial. Por otro lado, como se ha dicho, el talud de la plataforma queda sometido a la influencia del agua mediterránea profunda. Estas características hidrológicas peculiares de las aguas que bañan la isla de Alborán y su plataforma condicionan en buena medida la singularidad de las comunidades bentónicas que allí se asientan.

6 Características ecológicas

La situación geográfica de la isla de Alborán y de su entorno es, como se ha dicho, privilegiada. Por una parte, el mar de Alborán queda expuesto a la corriente superficial de agua atlántica que penetra en el Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar, lo que confiere a toda la zona unas características únicas dentro de este mar. Por otro lado, la zona se halla en una encrucijada donde pueden encontrarse especies de tres regiones biogeográficas (ver Enmarcado 2).

La lejanía de las costas más próximas y las fuertes corrientes, casi constantes, determinan una muy buena calidad de las aguas que bañan la zona. Es llamativa la gran transparencia del agua, debido principalmente a la ausencia de aportes terrígenos, lo que posibilita que la cobertura vegetal se extienda hasta profundidades que superan los 50 metros, llegando a alcanzar las algas rojas profundidades próximas a los 100 metros.

En los fondos que circundan la isla de Alborán se aprecia una fuerte correlación entre las diferentes masas de agua y las comunidades y especies que allí habitan. Las comunidades de la franja más superficial (de 0 a 50 metros) tienen una gran afinidad con las de las costas atlánticas europeas. Sin embargo, las comunidades de los fondos más profundos (entre 50 y

200 metros) presentan una composición de especies peculiar, que difiere de las comunidades equivalentes de áreas vecinas, tanto del Atlántico como del Mediterráneo. Este hecho sugiere que en los niveles inferiores de la plataforma de la isla de Alborán se produce la mezcla de las masas de agua atlántica y mediterránea, lo que confiere a estos enclaves profundos una alta diversidad de especies y gran singularidad a las comunidades que conforman.

Entre las características más notorias de las comunidades marinas, aparte de los bosques de grandes algas laminariales y de la presencia de otras muchas especies atlánticas, destaca la ausencia de determinadas especies muy comunes en el litoral mediterráneo peninsular próximo. El caso más llamativo es el de las praderas de *Posidonia oceanica*, emblemáticas del Mediterráneo y muy extendidas por todo el litoral levantino. Dichas praderas están ausentes por completo en estos fondos, así como las de otras fanerógamas marinas de los mares europeos. Otra de las peculiaridades reseñable es la gran talla que alcanzan muchas de las especies que aparecen en Alborán, que superan con mucho sus tamaños normales, lo cual resulta muy aparente, por ejemplo, en los peces y equinodermos, favorecidos posiblemente por el “efecto reserva”^{glo} que propicia la existencia de una Reserva Marina de Pesca.

Biogeografía: las claves de la distribución geográfica de los seres vivos (Enmarcado 2)

La repartición de las especies animales y vegetales en el planeta no es algo aleatorio. A cada especie le corresponde un área de distribución, que es la zona en la que podría encontrarse, siempre que exista el hábitat apropiado. Esta área tiene una extensión muy variable, desde unos pocos metros cuadrados para algunas especies muy sedentarias y, por supuesto, muy amenazadas de extinción, hasta casi el planeta entero en el caso de la especie humana. En un sentido general, la palabra “endemismo”^{glo} se refiere a la relación que una especie tiene con su área: así, el elefante africano es un endemismo de dicho continente. Sin embargo, cuando se habla de “endemismos”, a menudo se entiende como endemismos de un área pequeña, como puede ser una isla o un archipiélago.

La extensión actual del área de distribución de una especie es el resultado de la acción combinada de dos factores, que pueden ser antagonistas. El primero es la capacidad de llegar a un lugar de

unos individuos de la especie, que serían los fundadores de una población local. El segundo es la posibilidad, regulada por los recursos y las condiciones ambientales del lugar, que tiene esta población de prosperar y tener descendencia para mantenerse.

La llegada inicial es el resultado del proceso denominado **dispersión**, o sea, del recorrido hecho por individuos concretos entre el momento de su nacimiento y el de su reproducción. En los invertebrados marinos, lo habitual es que la fase principal de dispersión coincida con la fase larvaria, si esta se desarrolla en el plancton durante los días o las semanas que siguen a la eclosión del huevo. En las especies que no liberan larvas planctónicas, el desarrollo se suele dar íntegramente en el lugar de la puesta o, en contados casos, en el interior del cuerpo de la madre. En el caso de las algas o de las fanerógamas marinas, las corrientes o las olas transportan las esporas, las semillas o fragmentos de las algas y plantas (propágulos) hasta el nuevo lugar en el que pueden asentarse.

Sorprendentemente, algunas especies de invertebrados sin etapa larvaria planctónica tienen áreas de distribución casi tan grandes como las de otras especies que sí la tienen. Por lo tanto, existen procesos alternativos de dispersión. Por ejemplo, los temporales pueden arrancar las algas del litoral, con las puestas o con pequeños ejemplares adheridos a sus talos. Estas “balsas” pueden ser transportadas por las corrientes a distancias considerables.

La intervención humana puede superponerse a estos factores naturales y propiciar la introducción de especies animales o vegetales muy lejos de sus lugares de origen. Este fenómeno está en auge y puede representar una amenaza para el equilibrio de las faunas y floras indígenas.

Una vez establecida una población, hay muchos factores que condicionan su permanencia: ¿Existirá el sustrato apropiado (roca, arena, fango) que le hace falta?, ¿la temperatura del agua estará entre los límites compatibles con la vida y la reproducción de la especie?, ¿la iluminación, el hidrodinamismo, y otros factores, serán los adecuados? Después, los juveniles recién asentados tienen que contar con los demás organismos que viven en el lugar: ¿Existirá la especie de la que se alimentan? ¿Habrá competidores que le impedirán aprovechar ese recurso o no le dejarán ni espacio? ¿Habrá depredadores que no les dejarán llegar a la edad reproductora? ¿Habrá una población suficiente de su propia especie para encontrar pareja y reproducirse? De no cumplirse cada una de estas condiciones, la colonización falla porque los recién llegados mueren antes de poder reproducirse. Si lo logran, el lugar de asentamiento pasa a ser parte del área de distribución de la especie.

Desde el punto de vista biogeográfico, el mar de Alborán se sitúa cerca de la confluencia de las tres regiones biogeográficas de la zona Atlántico-Mediterránea: **Lusitana**, de carácter templado-frío, que se extiende desde el sur de las Islas Británicas hasta el estrecho de Gibraltar; **Mauritana**, de carácter cálido, comprendida entre el Estrecho y el cabo Verde (o cabo Blanco), que incluye Madeira y Canarias, y la región **Mediterránea** propiamente dicha. En este contexto, el estrecho de Gibraltar es una zona de paso selectivo, más que una barrera estricta.

Como consecuencia de su situación geográfica, las costas andaluzas y, particularmente, el mar de Alborán albergan la mayor diversidad de especies de los mares europeos. En aguas andaluzas aparecen especies pertenecientes a la fauna templada del Atlántico europeo, otras propias del Mediterráneo y otras de carácter subtropical del Noroeste africano, a las que se unen diversas especies endémicas del estrecho de Gibraltar. Todo ello confiere a la costa andaluza un gran valor y una especial importancia para la conservación de la biodiversidad marina.

Parece inconcebible que una plataforma tan exigua como la de Alborán tenga endemismos, es decir, especies que son propias de esta área y no viven en ningún otro lugar. Sin embargo, parece que así es. El caso mejor documentado es el del pequeño muricido *Trophonopsis alboranensis*, de

reciente descripción (Figura E2.1). Se trata de una caracola no tan pequeña (es decir, se puede ver y reconocer a simple vista), claramente delimitada de sus congéneres y que no hubiera escapado a la atención de los biólogos si ocurriera en otros lugares. Por sus rasgos morfológicos se parece a *Trophonopsis barvicensis*, una especie con amplia distribución en el Atlántico y presente en el vecino banco Algarrobo, pero que nunca se ha detectado en la plataforma de la isla de Alborán. Hay bastantes especies de invertebrados marinos conocidas solamente de esta zona, pero en muchos casos queda por probar que sean realmente endemismos. Pueden ser especies diminutas (1 o 2 milímetros, como *Curveulima beneitoi*) o de difícil reconocimiento, como las esponjas (por ejemplo, *Vulcanella aberrans*), que podrían aparecer en otras partes del Mediterráneo, como Baleares, Córcega o el canal de Sicilia, siempre que la morfología del fondo y el hidrodinamismo conformen un hábitat parecido. Lo que hace singular a Alborán no es tanto la presencia de endemismos, sino la ocurrencia en toda la plataforma de especies habitualmente raras o muy raras y que, en realidad, están vinculadas a estos hábitats singulares de la plataforma.



Figura E2.1. *Trophonopsis alboranensis*, un pequeño gasterópodo (5-6,6 milímetros) endémico de la plataforma de la isla de Alborán, que vive en los fondos de cascajo profundos. **Foto:** Serge Gofas.

Los hábitats y las comunidades

Los organismos (fauna y flora) que habitan en los distintos tipos de fondos de la plataforma de Alborán (que se identifican con los hábitats y se caracterizan por su fisionomía, sus características hidrológicas y su rango batimétrico), conforman diferentes biocenosis^{glo} o comunidades que se describen a continuación. Para cada

comunidad se presenta su posible correspondencia con las clasificaciones de EUNIS (European Nature Information System), de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea del Plan de Acción para el Mediterráneo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

Comunidades de la zona litoral

...❖ Comunidad de la roca supralitoral

El piso supralitoral está permanentemente emergido y sometido a la salpicadura de las olas; por tanto, en el área de estudio queda limitado al perímetro de la isla de Alborán (apenas 2.000 metros de línea de costa).

Las especies animales más características en este medio inhóspito son los pequeños gasterópodos *Melarhappe neritoides* y *Nodilittorina punctata*, los crustáceos *Ligia italica* y *Euraphia*

depressa y la mosca *Fucellia maritima*. Todas estas especies son muy abundantes en la isla, con excepción de *Nodilittorina punctata*, que es rara.

Algunas otras especies, como la lapa *Patella rustica*, el caracol *Phorcus turbinatus* o el cangrejo mulata *Pachygrapsus marmoratus*, suelen hallarse en niveles inferiores, pero pueden desplazarse a la franja supralitoral cuando la insolación se atenúa y la humedad es elevada. Existe también una exigua población del percebe *Pollicipes pollicipes*, que suele encontrarse en grietas de las vertientes norte y este de la isla.

EUNIS		
B. Hábitats costeros.		
B3. Acantilados, plataformas y costas rocosas, incluyendo el supralitoral.		
A. Hábitats marinos.		
A1. Roca litoral y otros sustratos duros.		
A1.42. Comunidades de charcas rocosas en la zona supralitoral.		
A1.421. Algas verdes (<i>Enteromorpha</i> spp. y <i>Cladophora</i> spp.) en charcas rocosas someras.		
UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)		
I. Supralitoral		
I. 4. Fondos duros y rocas.		
I. 4. 1. Biocenosis de la roca supralitoral.		
LPRE		
01	1	Piso supralitoral.
0101	2	Piso supralitoral rocoso.
010101	3	Roca supralitoral.
01010101	4	Charcas con algas verdes (<i>Enteromorpha</i> spp. y <i>Cladophora</i> spp.) en roca supralitoral.
01010102	4	Charcos hipersalinos en el piso supralitoral rocoso con la cianofícea <i>Lyngbya</i> y el copépodo <i>Tigriopus</i> .
01010103	4	Roca supralitoral inferior de líquenes incrustantes (<i>Verrucaria</i>), cianobacterias y litorínidos (<i>Melarhappe neritoides</i>).
0101010301	5	Roca supralitoral inferior de líquenes incrustantes (<i>Verrucaria</i>), cianobacterias, <i>Melarhappe neritoides</i> y <i>Echinolittorina punctata</i> .

Tabla 6.1. Correspondencia de la comunidad de la roca supralitoral con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

...❖ Comunidad de la roca mediolitoral

El piso mediolitoral está sometido a la alternancia de emersiones e inmersiones por efecto de las mareas. Es muy estrecho, por la escasa amplitud de las mareas en el Mediterráneo, y se sitúa asimismo en el perímetro de la isla, inmediatamente por debajo del piso supralitoral.

Las especies presentes en este nivel se distribuyen en cinturones o estratos bien delimitados, constituidos principalmente por algas, crustáceos cirrípedos (balanos) y gasterópodos verméticos. Recorriendo la plataforma de abrasión que se extiende desde el muelle de poniente hasta la cara norte de la isla aparecen las especies más resistentes a la desecación. Es muy representativo de este nivel el cirrípedo *Chthamalus stellatus* (que no forma agrupaciones densas), junto a algas pardas y cianofíceas. Por debajo de la zona de *Chthamalus* suelen aparecer diversos cinturones de algas, por lo general poco definidos, con una combinación de especies mediterráneas típicas de estos niveles, junto a otras más propias del Atlántico.

No se aprecia en la isla el cinturón de la rodofícea *Rissoella verruculosa*, que caracteriza el piso mediolitoral superior en el Mediterráneo noroccidental. Por el contrario, ocupando su nivel, justo por debajo de la franja de balanos, dominan otras algas rojas, como *Nemalion helminthoides*, *Gelidium pusillum* y *Porphyra leucosticta*, sobre todo en las zonas más batidas por el oleaje y en el período estival, así como el alga parda incrustante *Mesospora macrocarpa*.

En cuanto a la fauna, algunos gasterópodos son característicos de este nivel, como las lapas. *Patella rustica* es la que ocupa un nivel superior, mientras que *Patella ferruginea* (especie catalogada como “en peligro de extinción”, Figuras 6.1 y 6.2) se distribuye por debajo del cinturón de *Chthamalus stellatus* y cuenta con una pequeña población en la isla de unos 500 ejemplares. Por otro lado, en las vertientes oeste y sur de la isla (las más protegidas de los vientos de Levante), es frecuente la falsa lapa *Siphonaria pectinata*. También es característico de estos niveles el burgado (*Phorcus turbinatus*). En los niveles inferiores del piso mediolitoral, diversas



Figura 6.1. Vista del piso mediolitoral de la isla de Alborán. Se pueden apreciar grandes bloques de lava en una matriz volcano-sedimentaria, y un grupo de lapas (entre ellas, *Patella ferruginea*) en una pared con textura, inclinación y altura apropiadas (suroeste de la isla de Alborán). **Foto:** José Carlos Moreno.



Figura 6.2. *Patella ferruginea* es una especie catalogada “en peligro de extinción”, que tiene una población importante en la isla de Alborán. Su hábitat, muy restringido en el piso mediolitoral rocoso, está muy expuesto a toda clase de impactos (suroeste de la isla de Alborán). **Foto:** José Carlos Moreno.

algas rojas, como *Corallina elongata*, *Gelidium crinale* e *Hypnea musciformis*, pueden recubrir casi totalmente el sustrato rocoso, aunque con una aparición marcadamente estacional.

Hay que destacar también la presencia de “cornisas” organógenas formadas por el gasterópodo sésil y gregario *Dendropoma petraeum* (incluido en el Anexo II del Convenio de Barcelona y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas) y el alga roja incrustante *Neogoniolithon brassica-florida*. Dichas cornisas bordean las rocas situadas en la plataforma de abrasión de la vertiente occidental de la isla, delimitando el nivel medio del mar y formando rebordes de hasta 15-20 centímetros de grosor. En estos niveles son frecuentes las lapas *Patella ulyssipo-*

nensis y *P. caerulea*; la primera, con preferencia por áreas con un abigarrado recubrimiento de algas, mientras que la segunda suele aparecer en superficies menos provistas de vegetación. También en el piso mediolitoral es frecuente encontrar gasterópodos depredadores, como *Stramonita haemastoma* y *Conus mediterraneus*, este último entre los almohadillados de algas coralináceas. En cuanto a la fauna de crustáceos, en la plataforma de abrasión son frecuentes los cangrejos mulata (*Pachygrapsus maurus* y *P. marmoratus*) y el cangrejo moro o cranca peluda (*Eriphia verrucosa*). También es muy característico el quitón *Lepidochitona corrugata* en grietas y oquedades. En las charcas intermareales es frecuente, además, el tomate de mar (*Actinia equina*), en los lugares más umbríos.

EUNIS

A. Hábitats marinos.

A1. Roca litoral y otros sustratos duros.

A1.1. Roca litoral de energía alta.

A1.13. Comunidades mediterráneas y del Mar Negro de la roca mediolitoral superior.

A1.132. Asociación con *Porphyra leucosticta*.

A1.133. Asociación con *Nemalion helminthoides* y *Rissoella verruculosa*.

A1.14. Comunidades del Mediterráneo y del Mar Negro de la roca mediolitoral inferior muy expuestas a la acción de las olas.
A1.142. Facies con <i>Pollicipes cornucopia</i> .
A1.2. Roca litoral de energía moderada.
A1.23. Comunidades mediterráneas de la roca mediolitoral inferior moderadamente expuestas a la acción de las olas.
A1.231. Asociación con <i>Ceramium ciliatum</i> y <i>Corallina elongata</i> .
A1.232. Concreción de <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> .
A1.233. Asociación con <i>Gelidium</i> spp.
A1.234. Charcas y cubetas a veces asociadas con vermétidos (enclave infralitoral).
A1.3. Roca litoral de energía baja.
A1.34. Comunidades mediterráneas de la roca mediolitoral inferior protegida de la acción de las olas.
A1.341. Asociación con <i>Enteromorpha compressa</i> .
A1.4. Comunidades especiales de la roca litoral.
A1.41. Comunidades de charcas rocosas litorales.
A1.411. Charcas rocosas someras eulitorales dominadas por una capa de coralinales incrustantes.
A1.4111. Capa de coralinales incrustantes y <i>Corallina officinalis</i> en charcas rocosas someras eulitorales.
A1.4112. Capa de coralinales incrustantes y <i>Paracentrotus lividus</i> en charcas rocosas someras eulitorales.
A1.4114. <i>Cystoseira</i> spp. en charcas rocosas someras eulitorales.
UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)
II. Mediolitoral.
II. 4. Sustratos duros y rocas.
II. 4. 1. Biocenosis de la roca mediolitoral superior.
II. 4. 1. 2. Asociación con <i>Porphyra leucosticta</i> .
II. 4. 1. 3. Asociación con <i>Nemalion helminthoides</i> y <i>Rissoella verruculosa</i> .
II. 4. 2. Biocenosis de la roca mediolitoral inferior.
II. 4. 2. 8. Concreción de <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> .
II. 4. 2. 10. Charcas y cubetas a veces asociadas con vermétidos (enclave infralitoral).

LPRE		
021	1	Piso mediolitoral.
0201	2	Piso mediolitoral rocoso y otros sustratos duros.
020101	3	Roca mediolitoral expuesta.
02010214	4	Horizonte de <i>Chthamalus</i> spp. sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010216	4	Horizonte de <i>Ralfsia verrucosa</i> sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010218	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Porphyra</i> spp.
02010222	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Nemalion helminthoides</i> .
02010223	4	Arrecife biógeno de <i>Dendropoma petraeum</i> sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010226	4	Horizonte de <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> y/o <i>Dendropoma petraeum</i> sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010227	4	Horizonte de <i>Corallina elongata</i> sobre roca mediolitoral moderadamente expuesta.
02010230	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Actinia</i> spp.
02010232	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Scytosiphon lomentaria</i> .
02010234	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Gelidium pusillum</i> / <i>Gelidium crinale</i> .
02010235	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Hypnea musciformis</i> .
02010236	4	Roca mediolitoral moderadamente expuesta con <i>Balanus perforatus</i> .

Tabla 6.2. Correspondencia de la comunidad de la roca mediolitoral con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

Comunidades de los sustratos duros infralitorales

El piso infralitoral corresponde ya a los fondos sumergidos próximos a la isla, constituidos en su mayor parte por plataformas y terrazas rocosas casi horizontales, por lo que es preciso alejarse bastante de la isla para alcanzar profundidades superiores a 25 metros. Estos fondos rocosos están cubiertos en buena parte por comunidades de algas, principalmente por especies del género *Cystoseira*, de origen atlántico. Dichas comunidades aparecen muy diezmadas en las cotas más superficiales por la gran abundancia de erizos. A partir de unos 25 metros, las comunidades de *Cystoseira* empiezan a ser sustituidas por las de algas laminariales, también de origen atlántico.

Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido

El piso infralitoral comienza con un denso y muy bien desarrollado cinturón del alga *Cystoseira tamariscifolia*, que presenta un recubrimiento del sustrato de casi el 100% a lo largo de la mayor parte del perímetro de la isla, entre el nivel del mar y medio metro de profundidad. El estrato basal incrustante de los bosques de *C. tamariscifolia* suele estar dominado por el alga coralinácea *Mesophyllum alternans*, en las zonas de mayor cobertura, o por *Lithophyllum incrustans*, en los lugares con menor recubrimiento. En estas comunidades existe una rica fauna de pequeños animales móviles, principalmente poliquetos y crustáceos (decápodos, anfípodos e isópodos). Entre los moluscos, destacan el gasterópodo *Fissurella nubecula*, sobre el sustrato, y el bivalvo *Musculus costulatus*, entre los frondes del alga. Entre la espesura vegetal es frecuente encontrar también el pez *Clinitrachus argentatus*.

EUNIS		
A. Hábitats marinos.		
A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.		
A3.1. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía alta.		
A3.13. Comunidades mediterráneas y pónicas de algas infralitorales muy expuestas a la acción de las olas.		
A3.133. Facies con <i>Vermetus</i> spp.		
A3.135. Asociación con <i>Corallina elongata</i> y <i>Herposiphonia secunda</i> .		
A3.136. Asociación mediterránea y pónica con <i>Corallina officinalis</i> .		
A3.15. Comunidades de algas frondosas, distintas de las laminariales.		
A3.151. <i>Cystoseira</i> spp. sobre sustratos duros y rocas infralitorales.		
UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)		
III. Infralitoral.		
III. 6. Sustratos duros y rocas.		
III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.		
LPRE		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030101	3	Roca infralitoral superior expuesta.
03010221	4	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, con fucas.
0301022103	5	Roca infralitoral superficial de modo batido bien iluminada, con <i>Cystoseira tamariscifolia</i> .
03010222	4	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, sin fucas.
0301022202	5	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, sin fucas, con <i>Corallina elongata</i> .
0301022203	5	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, sin fucas, con algas coralináceas y <i>Crambe crambe</i> .
0301022207	5	Roca infralitoral superficial de modo batido, bien iluminada, sin fucas, con <i>Mesophyllum alternans</i> .

Tabla 6.3. Correspondencia de la comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

❖ Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente protegido

Otras algas sustituyen a *C. tamariscifolia* en pequeños enclaves más protegidos de la acción del oleaje, como *Cystoseira compressa* y *Gelidium latifolium*, en ocasiones acompañadas

de *Cystoseira balearica*, *C. sauvageauana*, *C. elegans* o *C. foeniculacea*. En zonas con menor iluminación está presente *Sargassum vulgare*.

Bajo las piedras son frecuentes las estrellas de mar *Asterina gibbosa* y *Coscinasterias tenuispina*, el pequeño erizo *Arbaciella elegans*

(considerado actualmente como el juvenil de *Arbacia lixula*), las ofiuras *Amphipholis squamata*, *Ophiotrix fragilis* y *Ophioderma longicaudum*, los bivalvos *Chama gryphoides* y *Cardita calyculata*, los poliplacóforos *Chiton olivaceus* y

Acanthochitona fascicularis, la oreja de mar *Haliotis tuberculata*, los opistobranquios *Felimida purpurea*, *Berthellina edwardsii*, *Discodoris maculosa* y *Aldisa smaragdina* o los decápodos *Pisidia longicornis* y *Porcellana platycheles*.



Figura 6.3. Las algas del género *Cystoseira* (en la fotografía *C. usneoides*) son las dominantes en las comunidades de algas fotófilas del piso infralitoral rocoso (suroeste de la isla de Alborán, 15 metros). **Foto:** José Carlos Moreno.

EUNIS

A. Hábitats marinos.

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.

A3.2. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía moderada.

A3.23. Comunidades mediterráneas y pónicas de algas infralitorales moderadamente expuestas a la acción de las olas.

A3.239. Asociación con *Cystoseira brachycarpa*.

A3.23C. Asociación con *Cystoseira sauvageauana*.

A3.23E. Asociación con *Sargassum vulgare*.

A3.23F. Asociación con *Dictyopteris polypodioides*.

A3.23G. Asociación con *Colpomenia sinuosa*.

UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)		
III. Infralitoral.		
III. 6. Sustratos duros y rocas.		
III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.		
III. 6. 1. 2. Asociación con <i>Cystoseira amentacea</i> (var. <i>amentacea</i> , var. <i>stricta</i> , var. <i>spicata</i>).		
III. 6. 1. 3. Facies con vermétidos.		
III. 6. 1. 6. Asociación con <i>Corallina officinalis</i> .		
III. 6. 1. 15. Asociación con <i>Cystoseira brachycarpa</i> .		
III. 6. 1. 18. Asociación con <i>Cystoseira sauvageauana</i> .		
III. 6. 1. 20. Asociación con <i>Sargassum vulgare</i> .		
III. 6. 1. 21. Asociación con <i>Dictyopteris polypodioides</i> .		
III. 6. 1. 22. Asociación con <i>Colpomenia sinuosa</i> .		
III. 6. 1. 23. Asociación con <i>Stypocaulon scoparium</i> (= <i>Halopteris scoparia</i>).		
III. 6. 1. 25. Asociación con <i>Cystoseira compressa</i> .		
LPRE		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030103	3	Roca infralitoral superior protegida.
03010209	4	Ambiente infralapidícola en roca infralitoral superior moderadamente expuesta.
03010305	4	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con fucales.
0301030504	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira brachycarpa</i> v. <i>balearica</i> .
0301030506	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira foeniculacea</i> .
0301030507	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira sauvageauana</i> .
0301030508	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira compressa</i> .
0301030509	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira elegans</i> .
0301030511	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con <i>Sargassum vulgare</i> .
03010306	4	Roca infralitoral de modo muy calmo, bien iluminada, con fucales.
0301030601	5	Roca infralitoral de modo muy calmo, bien iluminada, con <i>Cystoseira barbata</i> / <i>Cystoseira foeniculacea</i> v. <i>tenuiramosa</i> .

Tabla 6.4. Correspondencia de la comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente protegido con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

...❖ Comunidad de algas fotófilas en ambiente batido con erizos (“blanquiza-les”^{glo})

Por debajo del cinturón de algas superficiales se encuentran extensos fondos rocosos someros con muy poca pendiente, formados por crestas rocosas paralelas a la costa, que sobresalen dando lugar a extraplomos. Aquí, la comunidad de *Cystoseira tamariscifolia* es sustituida por la de su congénere *C. nodicaulis*. Esta alga aparece entre 3 y 4 metros de profundidad y se extiende hasta algo más de 10 metros. Sin embargo, dicha comunidad ha sufrido una notable alteración y se encuentra muy diezmada a causa del sobrepastoreo ejercido por los erizos. Las lajas de roca volcánica forman numerosas cubetas alargadas que están dominadas por poblaciones muy densas del erizo común, *Paracentrotus lividus*. Cada ejemplar está alojado en una cavidad excavada por él mismo. La densi-

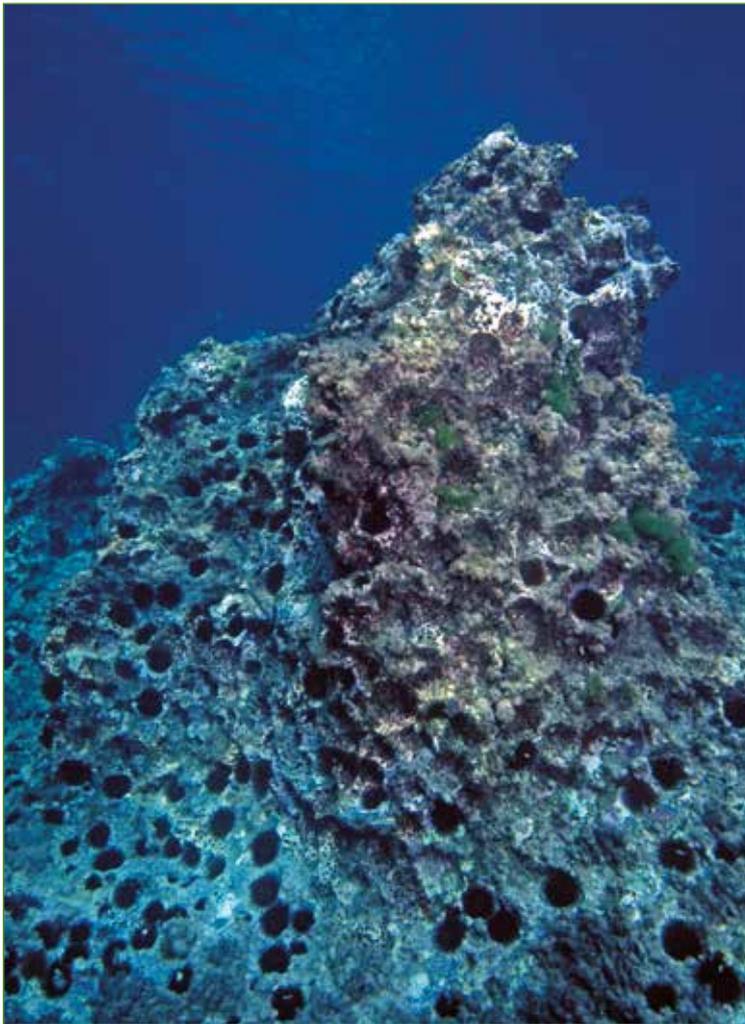


Figura 6.4. Los “blanquizaes” son zonas del fondo rocoso en las que la acción de los erizos no permite que se desarrolle la cobertura vegetal (este de la isla de Alborán, 7-8 metros de profundidad). **Foto:** José Carlos Moreno.

dad de esta especie puede alcanzar en algunas zonas hasta 30-40 individuos por metro cuadrado. En esos lugares la cobertura vegetal casi desaparece por la acción de los erizos, dando lugar a un tipo muy particular de paisaje submarino pelado denominado “blanquiza”, en el que a duras penas subsiste el estrato basal de algas coralináceas incrustantes (Figura 6.4).

Paracentrotus lividus es el erizo más abundante en el entorno de la isla y se extiende desde aguas superficiales hasta unos 30 metros (ocasionalmente más), pero sus poblaciones presentan la máxima densidad en los primeros metros y decrecen paulatinamente con la profundidad. En estos fondos superficiales es frecuente que *Paracentrotus lividus* aparezca acompañado de otro erizo, *Arbacia lixula*, de color negro intenso, que en ningún caso alcanza densidades tan altas como la especie anterior, y que suele situarse en las zonas más expuestas al oleaje, como las crestas rocosas. Por otro lado, *Sphaerechinus granularis*, otro erizo muy frecuente en la zona, suele reemplazar a *P. lividus* en fondos más profundos, aunque existen zonas de solapamiento en la distribución de ambas especies. A pesar de que *S. granularis* es muy frecuente, sobre todo a partir de 15-20 metros, y se extiende también a los fondos coralígenos hasta 70-80 metros, nunca llega a alcanzar grandes densidades.

En las zonas peladas por los erizos aparecen algunas algas oportunistas, como *Colpomenia sinuosa* o *Ulva olivascens*. En algunos puntos se encuentran, asimismo, manchas aisladas del alga *Cystoseira mauritanica*. En las grietas y cavidades de estos fondos es también muy abundante la anémona común (*Anemonia viridis*) y, asimismo, están bien representados otros actiniarios, como *Aiptasia mutabilis*, *Cereus pedunculatus*, *Phymanthus pulcher* y *Corynactis viridis*. El madreporario solitario *Balanophyllia regia* y el balano *Balanus perforatus* son también muy frecuentes en los “blanquizaes”.

EUNIS		
A. Hábitats marinos.		
A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.		
A3.1. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía alta.		
A3.13. Comunidades mediterráneas y pónticas de algas infralitorales muy expuestas a la acción de las olas.		
A3.131. Facies con sobrepastoreo, algas incrustantes y erizos de mar.		
A3.14. Comunidades de algas incrustantes.		
UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)		
III. Infralitoral.		
III. 6. Sustratos duros y rocas.		
III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.		
III. 6. 1. 1. Facies con sobrepastoreo, algas incrustantes y erizos de mar.		
LPRE		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030103	3	Roca infralitoral superior protegida.
03010309	4	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida.
0301030901	5	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con <i>Lithophyllum incrustans</i> .
0301030902	5	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> / <i>Pseudolithoderma adriaticum</i> .
0301030903	5	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con <i>Oculina patagonica</i> y/o concreciones infralitorales de <i>Dendropoma petraeum</i> .
0301030904	5	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con <i>Anemonia sulcata</i> .

Tabla 6.5. Correspondencia de la comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido con erizos (“blanquizales”) con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

...❖ Comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales en ambiente calmo

En algunos enclaves protegidos del oleaje se hallan amplios recubrimientos de las algas pardas *Halopteris filicina* y *Stypocaulon scoparium*. Asimismo, muy repartidas hasta unos 15 metros de profundidad y ocupando escasa superficie, proliferan otras algas pardas, como *Cladostephus spongiosus*, *Dictyota linearis*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris polypodioides*, *Diplodus spiralis*, *Zonaria tournefortii*, o

las algas rojas *Asparagopsis armata* y *Sphaerococcus coronopifolius*; esta última especie llega a mayores profundidades. Sin embargo, este tipo de comunidades propias de aguas más calmadas son escasas, debido al intenso hidrodinamismo de la zona. La anémona común (*Anemonia viridis*) llega a formar densos enjambres en amplias cubetas entre 1 y 15 metros, sobre todo en la vertiente norte de la isla, acompañada de algunas de las algas citadas y con una cierta escasez de vida animal que resulta llamativa.

EUNIS		
A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.		
A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.		
A3.2. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía moderada.		
A3.23. Comunidades mediterráneas y pónicas de algas infralitorales moderadamente expuestas a la acción de las olas.		
A3.23 F. Asociación con <i>Dictyopteris polypodioides</i> .		
UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)		
III. Infralitoral.		
III. 6. Sustratos duros y rocas.		
III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.		
III. 6. 1. 21. Asociación con <i>Dictyopteris polypodioides</i>		
III. 6. 1. 23. Asociación con <i>Stypocaulon scoparium</i> (= <i>Halopteris scoparia</i>).		
LPRE		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030103	3	Roca infralitoral superior protegida.
03010307	4	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucas.
0301030705	5	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucas, con <i>Halopteris scoparia</i> / <i>Cladostephus spongiosus</i> .

Tabla 6.6. Correspondencia de la comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales en ambiente calmo con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

❖ Comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales en ambiente batido

A partir de unos 15 metros de profundidad, los fondos rocosos ya están cubiertos casi en su totalidad por una comunidad dominada por otra especie del género *Cystoseira*, también de origen atlántico. Se trata de *Cystoseira usneoides*, de gran porte (hasta algo más de 1 metro de altura en esta zona) y de fuerte carácter estacional (Figuras 6.3 y 6.5). Sus frondes se desarrollan en primavera, permanecen durante el verano y se pierden en otoño. Esta alga aparece acompañada por otras muchas de menor porte, como *Zonaria tournefortii*, *Halopteris filicina*, *Colpomenia sinuosa*, *Ulva olivascens*, *Codium bursa*, *Asparagopsis armata*, *Arthrocladia vi-*

llosa, *Taonia atomaria*, *Spatoglossum solieri*, *Kallymenia* spp. o *Phyllophora heredia*. El recubrimiento vegetal del sustrato en estos fondos es casi total.

La densidad del erizo *Paracentrotus lividus* a estas profundidades es ya muy baja. El erizo dominante aquí es *Sphaerechinus granularis*. La población de esta última especie es abundante en los fondos del entorno de la isla, pero nunca llega a formar “blanquizales”, ni siquiera calveros considerables, por lo que el recubrimiento de algas se mantiene bastante constante y denso sobre las superficies superiores de las rocas. Destaca el gran tamaño que alcanzan los individuos de este erizo y la variabilidad de coloración que presentan. Otro erizo presente



Figura 6.5. Bosque de *Cystoseira usneoides* (noroeste de la isla de Alborán, 23 metros). **Foto:** José Carlos Moreno.

en estas comunidades de algas es *Psammechinus miliaris*, de tamaño notablemente inferior.

Entre la fauna de estos fondos son frecuentes la nacra de roca (*Pinna rudis*), bivalvo que suele hallarse encajado entre las rocas, y el gran gasterópodo *Charonia lampas* (ambas especies figuran en el Anexo II del Convenio de Barcelona y la segunda está incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas), así como su presa preferente, la estrella roja *Echinaster sepositus*.

Otras especies bastante conspicuas y frecuentes en estas cotas batimétricas, aunque sin mostrar una marcada tendencia por un hábitat determinado, son el poliqueto tubícola *Sabella spallanzanii* (espirógrafo), el equiúrdo *Bonellia viridis*, o las grandes estrellas de mar *Marthasterias glacialis* y *Ophidiaster ophidianus*. La primera tiene una coloración abigarrada que la hace confundirse con el color general del fondo y alcanza tallas muy grandes. Por su parte, *Ophidiaster ophidianus*, especie de origen africano incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona, tiene un llamativo color púrpureo.

EUNIS

A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.

A4. Roca circalitoral y otros sustratos duros.

A4.2. Roca circalitoral atlántica y mediterránea de moderada energía.

A4.26. Comunidades coralígenas mediterráneas moderadamente expuesta a la acción hidrodinámica.

A4.262. Asociación con *Cystoseira usneoides*.

A4.266. Asociación con *Mesophyllum lichenoides*.

UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)

III. Infralitoral.

III. 6. Sustratos duros y rocas.

III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.

III. 6. 1. 22. Asociación con *Colpomenia sinuosa*.

IV. Circalitoral.		
IV. 3. Sustratos duros y rocas.		
IV. 3. 1. Biocenosis coralígena.		
IV. 3. 1. 2. Asociación con <i>Cystoseira usneoides</i> .		
IV. 3. 1. 6. Asociación con <i>Mesophyllum lichenoides</i> .		
LPRE		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030104	3	Roca infralitoral inferior.
03010413	4	Roca infralitoral medianamente iluminada, con fucas.
0301041303	5	Roca infralitoral medianamente iluminada con <i>Cystoseira usneoides</i> / <i>Saccorhiza polyschides</i> / <i>Laminaria ochroleuca</i> .

Tabla 6.7. Correspondencia de la comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales de ambiente batido con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

❖ Comunidad de algas esciáfilas infralitorales

En zonas más protegidas de la luz, a partir de 15 metros de profundidad, existen densos recubrimientos de las algas rojas *Sphaerococcus*

coronopifolius, *Kallymenia requienii* y *Peyssonelia squamaria*. Pero, en estos ambientes umbríos, el sustrato puede estar dominado por coloridos animales filtradores fijos al sustrato, entre los que destaca el coral madreporario de vivo color anaranjado *Astroïdes calycularis* (in-



Figura 6.6. *Astroïdes calycularis* es un coral muy vistoso que se asienta en paredes rocosas con iluminación atenuada, incluso a muy poca profundidad (este de la isla de Alborán, 9,5 metros). **Foto:** José Carlos Moreno.

cluido en el Anexo II del Convenio de Barcelona y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas; Figura 6.6). Este coral puede encontrarse también en extraplomos y paredes umbrías de los fondos superficiales que circundan la isla. Otros cnidarios característicos de los ambientes umbríos infralitorales son el madreporario solitario *Leptosammia pruvoti* (de intenso color amarillo) y, en los bordes de los extraplomos, el alcionáceo *Alcyonium acaule*. En este hábitat de luz atenuada se encuentran, asimis-

mo, numerosas esponjas (*Petrosia ficiformis*, *Chondrosia reniformis*, *Clathrina clathrus*, *Spirastrella*, *cunctatrix*, *Clathrina coriacea*, *Agelas oroides*, *Crambe crambe*, *Leuconia solida*), briozoos, entre los que destacan *Myriapora truncata* (falso coral) y *Schizomavella mamillata*, y diversos gasterópodos, como el nudibranquio *Felimare villafranca*, y las porcelanas *Erosaria spurca* y *Luria lurida* (ambas incluidas en el Anexo II del Convenio de Barcelona), entre otros muchos animales sésiles o móviles.

EUNIS	
A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.	
A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.	
A3.2. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de energía moderada.	
A3.23. Comunidades mediterráneas y pónticas de algas infralitorales moderadamente expuestas a la acción de las olas.	
A3.231. Facies con <i>Astroides calycularis</i> .	
UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)	
III. Infralitoral.	
III. 6. Sustratos duros y rocas.	
III. 6. 1. Biocenosis de las algas infralitorales.	
III. 6. 1. 31. Facies con <i>Astroides calycularis</i> .	
LPRE	
03	1 Pisos infralitoral y circalitoral.
0301	2 Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
030104	3 Roca infralitoral inferior.
03010416	4 Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados.
0301041610	5 Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados, con <i>Astroides calycularis</i> .
03010223	4 Roca infralitoral superficial de modo batido, escasamente iluminada.
0301022305	5 Roca infralitoral superficial de modo batido, escasamente iluminada, con <i>Astroides calycularis</i> .

Tabla 6.8. Correspondencia de la comunidad de algas esciáfilas infralitorales con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).



Figura 6.7. En la parte más somera del “bosque de laminariales” predomina *Saccorhiza polyschides*, fácilmente reconocible por sus frondes arrugados y su talo corto y aplanado (este de Alborán, 26-30 metros). **Foto:** José Carlos Moreno.

...❖ Comunidad de algas laminariales

A partir de unos 20-25 metros de profundidad disminuye la densidad de *Cystoseira usneoides*, a la vez que empiezan a aparecer las grandes algas laminariales (de los géneros *Saccorhiza*, *Laminaria* y *Phyllariopsis*), cuyo máximo desarrollo se produce por debajo de los 30-35 metros. La mayor extensión de bosques de laminariales se encuentra en los fondos rocosos que rodean la isla y en torno a la denominada “Piedra Escuela”, un afloramiento rocoso sumergido situado en el centro de la plataforma de Alborán. Hay otras zonas con laminariales, aunque menos extensas, en la parte suroeste de la plataforma. En muchas ocasiones, las laminariales se asientan también sobre fondos de “maërl”, donde los rodolitos son de tamaño suficiente para proporcionarles el sustrato duro que necesitan para su fijación.

En los niveles superiores (25-30 metros) de los bosques de laminarias predomina *Saccorhiza polyschides* (Figura 6.7). El estrato arbustivo de estos bosques está formado por diversas algas, principalmente *Cystoseira usneoides* y *Zonaria*

tournefortii, que enseguida son reemplazadas por otras especies más esciáfilas, entre las que destaca *Faucheia repens*, junto a *Spatoglossum solierii*, *Botrycladia botryoides*, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Cladophora prolifera*, *Peyssonnelia rosa-marina*, *Peyssonnelia squamaria* y *Flabellia petiolata*. Asimismo, en los calveros o en lugares con una densidad más baja de laminarias, aparecen ejemplares aislados de las dos especies del género *Phyllariopsis*, *P. purpurascens* y *P. brevipes*. También se han detectado en estos fondos con fuertes corrientes algunas otras algas de origen atlántico, como *Desmarestia dresnayi*. Con la profundidad, la densidad de estos bosques aumenta, hasta quedar constituidos mayoritariamente por *Laminaria ochroleuca* (Figura 6.8), mientras que el componente vegetal acompañante queda reducido en su mayor parte a algas rojas incrustantes (principalmente *Lithophyllum stictaeforme* y *Lithothamnion philippii*), que recubren el sustrato (Figura 6.9).

En los bosques de *Laminaria ochroleuca* el estrato arbustivo pasa a estar constituido mayoritariamente por animales sésiles filtradores,

como numerosas gorgonias (*Eunicella verrucosa*, *E. gazella*, *E. labiata*, *Leptogorgia lusitánica*), los poliquetos tubícolas *Serpula vermicularis* y *Protula intestinum*, los antozoos *Alcyonium acaule* y *A. coralloides* (esta última especie creciendo normalmente sobre las gorgonias), los hidroideos *Nemertesia antennina* y *Aglaophenia* spp., diversos briozoos erectos de colonias ramificadas (*Myriapora truncata*, *Fron dipora verrucosa*, *Pentapora fascialis*), las ascidias *Rhopalaea neapolitana*, *Phallusia mammillata*, *Aplidium elegans* y *Polycarpa mamillaris*, entre otras, y diversas esponjas, como *Plakina monolopha*, *Mycale macilenta*, *Crella elegans*, *Myxilla rosacea*, *Tedania anhelans*, *Hymedesmia pansa*, *Ulosa stuposa*, *Halichondria panicea*, *Haliclona preluada*, *Tethya aurantium*, *Myxilla rosacea* o *Axinella damicornis*.

Cabe aclarar en este punto que las citas de *Laminaria rodriguezii* en Alborán son erróneas, ya que esta especie no se ha encontrado en la zona. Probablemente, el error se deriva de la cita genérica inicial de *Laminaria* sp., y del concepto erróneo inicial de que todas las laminarias en el Mediterráneo eran *L. rodriguezii*.



Figura 6.8. Los bosques de laminariales más espectaculares están formados por *Laminaria ochroleuca* (noreste de la isla de Alborán, 41 metros). **Foto:** José Carlos Moreno.



Figura 6.9 El estrato situado bajo los frondes de *Laminaria ochroleuca* recibe una luz atenuada y tiene una importante cobertura de animales sésiles y de algas rojas que configuran la comunidad coralígena (noreste de la isla de Alborán, 41 metros). **Foto:** José Carlos Moreno.

EUNIS		
A3. Roca infralitoral y otros sustratos duros.		
A3.2. Roca infralitoral atlántica y mediterránea de moderada energía.		
A3.23. Comunidades mediterráneas y pónicas de algas infralitorales moderadamente expuestas a la acción de las olas.		
A3.234. Asociación con <i>Cystoseira tamariscifolia</i> y <i>Saccorhiza polyschides</i> .		
A4. Roca circalitoral y otros sustratos duros.		
A4.2. Roca circalitoral atlántica y mediterránea con hidrodinamismo moderado.		
A4.26. Comunidades mediterráneas de coralígeno con hidrodinamismo moderado.		
A4.268. Asociación con <i>Laminaria ochroleuca</i> .		
UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)		
IV: Circalitoral.		
IV.3. Fondos duros y roca.		
IV.3.1 Biocenosis del coralígeno.		
IV.3.1.8 Asociación con <i>Laminaria ochroleuca</i> .		
LPRE		
o3 1 Pisos infralitoral y circalitoral.		
o301	2	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros.
o30104	3	Roca infralitoral inferior.
o3010413	4	Roca infralitoral medianamente iluminada, con fucas.
o30104130	5	Roca infralitoral medianamente iluminada con <i>Cystoseira usneoides</i> / <i>Saccorhiza polyschides</i> / <i>Laminaria ochroleuca</i> .
o302	2	Piso circalitoral rocoso y otros sustratos duros.
o30201	3	Roca circalitoral dominada por algas.
o3020102	4	Roca circalitoral dominada por laminariales.
o302010202	5	Roca circalitoral dominada por laminariales con <i>Phyllariopsis brevipes</i> / <i>Phyllariopsis purpurascens</i> .
o302010203	5	Roca circalitoral dominada por laminariales con <i>Laminaria ochroleuca</i> .
o302010204	5	Roca circalitoral dominada por laminariales con <i>Saccorhiza polyschides</i> .

Tabla 6.9. Correspondencia de las comunidades de algas laminariales circalitorales con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

Comunidad de la roca circalitoral (“coralígeno”)

Los sustratos rocosos ocupan extensas áreas en la plataforma de Alborán, en su borde y en sus laderas, especialmente en el lado sur, donde la pendiente es fuerte, así como en el espolón que continúa la plataforma hacia el suroeste.

En los fondos rocosos circalitorales, aparecen dos tipos de comunidades claramente diferenciadas: una más somera que empieza a aparecer a unos 30 metros de profundidad y llega hasta unos 100 metros (Figura 6.10), y otra que se sitúa a profundidades superiores a 100 metros y que se describe más adelante (comunidad de la roca circalitoral profunda).

En la zona más somera, solapándose con la comunidad de laminariales y, en ocasiones, formando el estrato “arbustivo” de estos “bosques” de algas, aparece la denominada comunidad coralígena o “coralígeno”. Esta comunidad es típica de ambientes caracterizados principalmente por una luz atenuada y un hidrodinamismo moderado, más o menos unidireccional y constante. El “coralígeno” es una comunidad muy heterogénea, que se considera entre las que alberga mayor biodiversidad del Mediterráneo, junto a las praderas de *Posido-*

nia oceanica, y en la que se han identificado 1.666 especies (1.241 de invertebrados, 315 de algas y 110 de peces).

La comunidad coralígena se instala sobre los numerosos promontorios y afloramientos rocosos que aparecen por toda la plataforma de Alborán, en paredes, lajas horizontales o extraplomos, o formando el llamado “coralígeno de plataforma”. En todos los casos, se trata de construcciones biógenas originadas principalmente por algas rojas calcáreas incrustantes o foliáceas, que constituyen el sustrato sobre el que se fijan muchas especies de invertebrados sésiles y filtradores con esqueletos de carbonato cálcico, como briozoos, braquiópodos, poliquetos serpúlidos, esponjas, moluscos bivalvos y antozoos, que contribuyen a la consolidación de la comunidad coralígena. El crecimiento de estas algas e invertebrados es muy lento (se trata de especies longevas) y, consecuentemente, también lo es el proceso de formación de estas construcciones calcáreas (del orden de cientos o miles de años). Paralelamente a la construcción se desarrolla un lento proceso de erosión, en el que tienen un importante papel diversos organismos perforadores, microscópicos (cianobacterias, algas verdes y hongos) o macroscópicos, como las esponjas del género *Cliona*, diversos bivalvos, como *Coralliophaga*

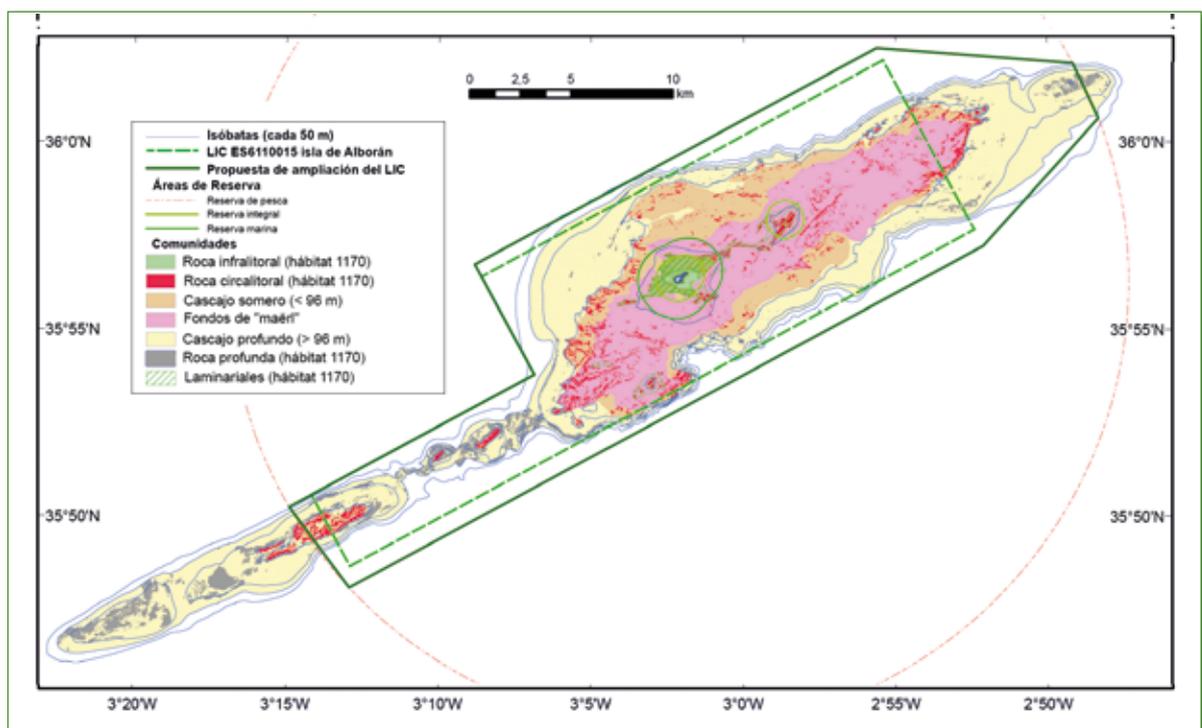


Figura 6.10. Mapa de distribución de hábitats, en el que se destaca la roca circalitoral “coralígena”, situada entre 30 y 100 metros de profundidad en el entorno de la isla de Alborán. (Juan Goutayer-Serge Gofas-Ángel Luque/INDEMARES-Alborán).



Figura 6.11. Comunidad coralígena con dominancia de la gorgonia *Eunicella verrucosa* (90 metros).
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 6.12. Comunidad coralígena con dominancia de la gorgonia *Paramuricea clavata* y esponjas (85 metros).
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

lithophagella, *Gastrochaena dubia* o *Hiatella arctica*, algunos anélidos poliquetos, sipuncúlidos, y, especialmente, el erizo de mar *Sphaerichinus granularis*.

Las especies de algas rojas calcáreas que más frecuentemente estructuran la comunidad coralígena en la plataforma de Alborán son *Lithophyllum stictaeforme* y *Neogoniolithon mamillosum*. Entre los animales bioconstructores

de mayor tamaño, cabe destacar a algunos cnidarios (como las gorgonias *Eunicella verrucosa* o *Paramuricea clavata* o el hexacoralarío *Paracyathus* cf. *pulchellus*), diversos briozoos (como *Myriapora truncata* o *Pentapora fascialis*) y numerosas esponjas (como *Spongia virgulosa* y *Fasciospongia cavernosa*). Otro organismo bioconstructor importante, pese a su pequeño tamaño, es el foraminífero *Miniacina miniae*, muy abundante, y cuyo esqueleto calcáreo pa-

rece un diminuto coral rojo. Los braquiópodos son también muy comunes (ver Enmarcado 3). Sobre el entramado calcáreo construido por algas y animales se fijan también otros invertebrados filtradores carentes de esqueleto calcáreo, como numerosas especies de ascidias y esponjas.

Dependiendo de la profundidad y del relieve de los afloramientos rocosos, la composición de la comunidad coralígena puede variar con-

siderablemente de unos lugares a otros (a veces, separados por pocos metros de distancia o de profundidad), lo que propicia una gran riqueza de especies y unos paisajes de gran belleza. Las gorgonias constituyen generalmente los elementos más característicos del paisaje, y las especies varían en función de la profundidad y de las condiciones locales. Entre 30 y 90 metros, las gorgonias dominantes son *Eunicella verrucosa* (Figura 6.11), *Paramuricea clavata* (Figura 6.12) y, con menor frecuencia, *Leptogor-*



Figura 6.13. Comunidad coralígena con corales negros (*Antipathella subpinnata*), gorgonias (*Eunicella* sp., *Paramuricea clavata*) y coral rojo (*Corallium rubrum*) (90 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 6.14. Comunidad coralígena con coral rojo (*Corallium rubrum*), en la cara inferior de un extraplomo, y la gorgonia *Eunicella verrucosa*, en la parte superior (91 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

gia sarmentosa. Otros antozoos característicos de estas profundidades son *Savalia savaglia* y el coral negro *Antipathella subpinnata* (Figura 6.13), bastante más raros, y *Alcyonium acaule*.

En los extraplomos de los fondos rocosos situados entre 50 y 140 metros se encuentra con regularidad el coral rojo (*Corallium rubrum*, Figuras 6.14, 6.15 y 6.16), una especie de interés comunitario recogida en el Anexo V de la Directiva de Hábitats. El coral rojo se ha pescado desde tiempos remotos en el Mediterráneo, y también hasta el final de la década de 1980 en el entorno de la isla de Alborán. La sobrepesca ha llevado al declive de las poblaciones, especialmente de las colonias más grandes, que son las que tienen un mayor potencial reproductor.

En otras zonas, el poliqueto sabélido *Sabella pavonina* puede formar densas agrupaciones, constituyendo un elemento muy singular y característico del paisaje (Figura 6.16).

Por el complejo entramado que constituyen los fondos coralígenos deambula una enorme diversidad de animales móviles, como nume-

rosísimas especies de anélidos poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos (especialmente ofiuras), la mayoría de pequeño tamaño, que encuentran refugio en las cavidades y los huecos de la formación coralígena (formando las llamadas endofauna y criptofauna). Entre los animales de mayor tamaño destacan los equinodermos, como los erizos de mar *Sphaerechinus granularis* y *Gracilechinus acutus* (Figura 6.17), y el “puercoespín mediterráneo” (*Centrostephanus longispinus*), especie también incluida en el Anexo V de la Directiva de Hábitats. Otro equinodermo frecuente en estos fondos es *Astrospartus mediterraneus*, un ofiuroideo de brazos ramificados que suele encontrarse sobre las gorgonias (Figura 6.18).

El denominado “coralígeno de plataforma” es una formación que se desarrolla por debajo de unos 100 metros de profundidad, en aguas transparentes, sobre un sustrato sedimentario expuesto a corrientes intensas. Estas formaciones coralígenas no están habitualmente asentadas sobre roca, sino que resultan íntegramente de la actividad de los organismos constructores (algas calcáreas e invertebrados con esqueleto



Figura 6.15. Comunidad coralígena con gorgonias del género *Eunicella* y coral rojo (98 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 6.16. Fondo rocoso circalitoral caracterizado por el poliqueto sabélido *Sabella pavonina* y gorgonias del género *Eunicella* (90 metros).
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

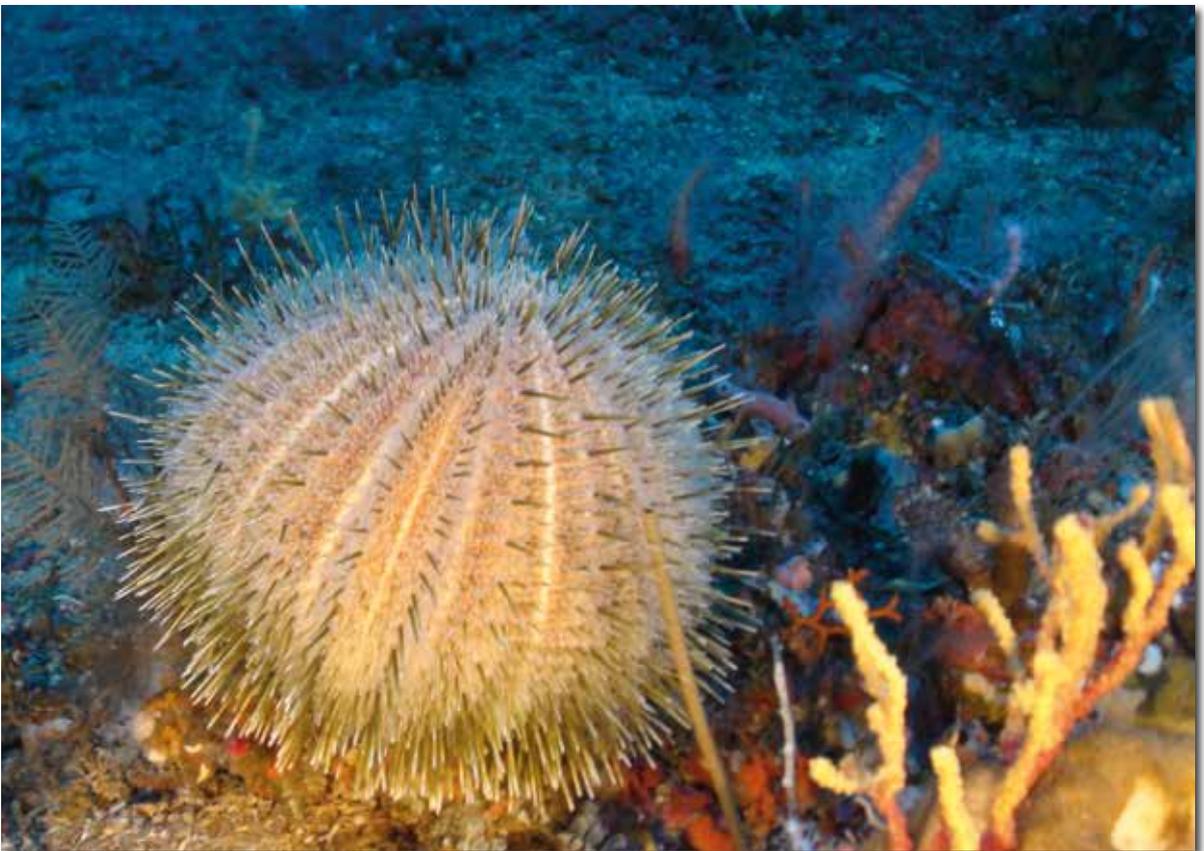


Figura 6.17. Un ejemplar del erizo de gran tamaño *Gracilechinus acutus* en un promontorio rocoso a 80 metros de profundidad.
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 6.18. Ofiura de brazos ramificados (*Astrospartus mediterraneus*) sobre la gorgonia *Eunicella verrucosa* (83 metros).
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

Los Braquiópodos (Enmarcado 3)

Los Braquiópodos son un grupo de animales marinos filtradores que poseen dos valvas calcáreas, una dorsal y otra ventral, a diferencia de los moluscos bivalvos, cuyas valvas son izquierda y derecha. La mayoría de las especies se fijan sobre sustratos duros, o bien en grietas e intersticios de las concreciones coralígenas, a los que se adhieren cementándose sobre el sustrato o por medio de un pedúnculo. Se conocen unas 12.000 especies fósiles desde el Cámbrico (hace más de 500 millones de años), pero sólo unas 300 especies actuales.



Figura E3.1. Tres especies distintas de braquiópodos sobre un mismo fragmento rocoso de 3,7 centímetros de diámetro máximo: *Novocrania anomala* (N), *Megerlia truncata* (M) y *Megathiris detruncata* (Md); a la derecha, se observa una valva del bivalvo *Chama gryphoides* (C) y, por toda la superficie, diversos tubos calcáreos de anélidos poliquetos serpúlidos (coralígeno de la plataforma de Alborán, 89 metros).
Foto: Ángel Luque.

De las 15 especies que viven en el Mediterráneo, 10 se han encontrado en la isla de Alborán y sus alrededores. Son abundantes en diversos tipos de fondos que puedan proporcionarles un sustrato adecuado para su fijación (rocosos, “maërl” y cascajo), y, en un pequeño fragmento rocoso, pueden encontrarse hasta 3 especies distintas (Figura E3.1). Las especies más frecuentes en Alborán son *Megathiris detruncata*, *Terebratulina retusa*, *Novocrania anomala* y *Megerlia truncata*.

calcáreo), a partir de elementos dispersos como conchas, piedras o gravas.

La comunidad coralígena alberga diversas especies de interés comercial, como la langosta (*Palinurus elephas*), el bogavante (*Homarus gammarus*) y el centollo (*Maja squinado*), y diversas especies de peces, como el mero (*Epinephelus marginatus*). Al igual que le ocurre al coral rojo, la mayoría de estas especies están amenazadas por la sobrepesca en todo el Mediterráneo y, aunque no son comunes en Alborán, la protección de la zona puede garantizar

el mantenimiento de una población reproductora capaz de exportar larvas e individuos a las áreas próximas.

Otras especies amenazadas y protegidas frecuentes en el “coralígeno” son las esponjas *Spongia officinalis*, *Hippospongia communis*, *Axinella polypoides* (y otras especies del género *Axinella*) y *Geodia cydonium*, el antozoo *Savalia savaglia*, la caracola *Charonia lampas*, el dátil de mar *Lithophaga lithophaga*, la cigarra de mar *Scyllarides latus* y el erizo *Centrostephanus longispinus*.

EUNIS

A4. Roca circalitoral y otros sustratos duros.

A4.2. Roca circalitoral con hidrodinamismo moderado en el Atlántico y en el Mediterráneo.

A4.26. Comunidades mediterráneas de coralígeno con hidrodinamismo moderado.

A4.268. Asociación con *Laminaria ochroleuca*.

A4.269. Facies con *Eunicella cavolinii*.

A4.26B. Facies con *Paramuricea clavata*.

A4.26D. Coralígeno de plataforma.

A4.7. Estructuras peculiares de la roca circalitoral.

A4.71. Comunidades de cuevas y extraplomos circalitorales.

A4.713. Cuevas y extraplomos con *Corallium rubrum*.

UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)

IV. Circalitoral.

IV.3. Fondos duros y roca.

IV.3.1. Biocenosis del coralígeno.

IV.3.1.8. Asociación con *Laminaria ochroleuca*.

IV.3.1.10. Facies con *Eunicella cavolinii*.

IV.3.1.13. Facies con *Paramuricea clavata*.

IV.3.1.15. Coralígeno de plataforma.

IV.3.2. Cuevas semioscuras.

IV.3.2.2. Facies con *Corallium rubrum*.

LPRE		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0302	2	Piso circalitoral rocoso y otros sustratos duros.
030202	3	Roca circalitoral dominada por invertebrados.
03020223	4	Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados.
0302022302	5	Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con <i>Paramuricea clavata</i> .
0302022307	5	Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con <i>Eunicella cavolini</i> .
03020226	4	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral.
0302022601	5	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con coralígeno.
0302022603	5	Cimas rocosas de montes submarinos del piso circalitoral con <i>Paramuricea clavata</i> .
03020230	4	Extraplomos y cuevas situadas en los bordes rocosos de elevaciones submarinas del piso circalitoral.
0302023001	5	Extraplomos y cuevas situadas en los bordes rocosos de elevaciones submarinas del piso circalitoral con <i>Corallium rubrum</i> .

Tabla 6.10. Correspondencia de la comunidad de la roca circalitoral (“coralígeno”) con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

Comunidad del “maërl” o de rodolitos

Sobre toda la plataforma insular de Alborán existen amplias zonas con fondos de “maërl” o

de rodolitos (Enmarcado 4), que se hallan entre unos 20 y 100 metros de profundidad (Figura 6.19).

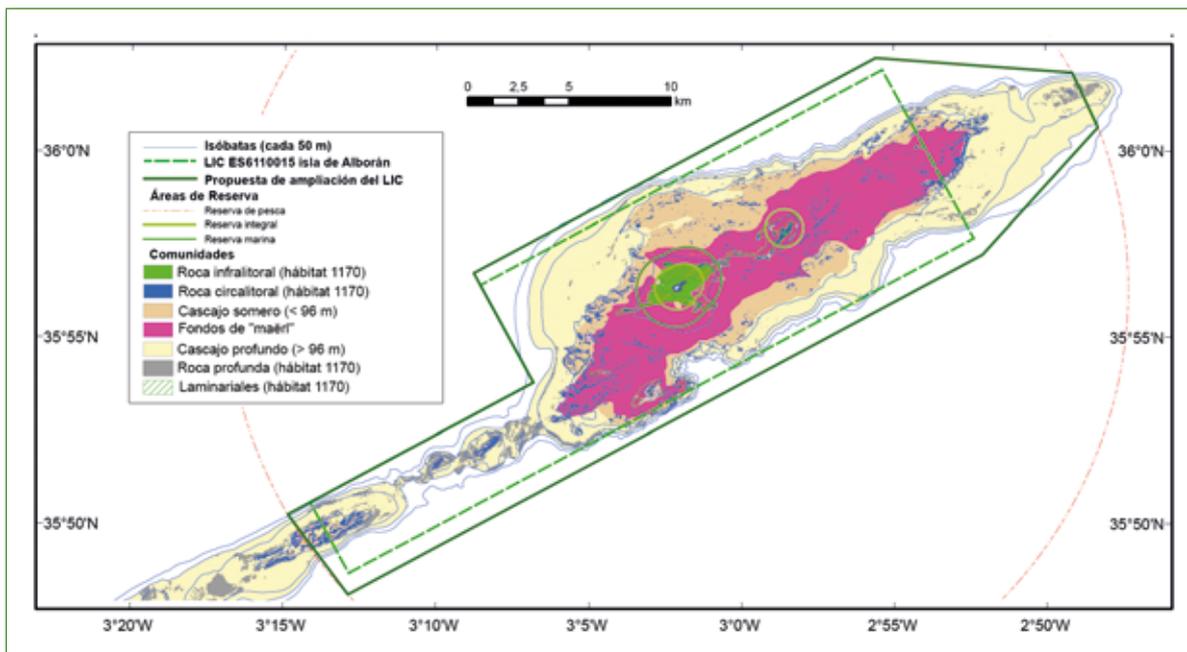


Figura 6.19. Mapa de distribución de hábitats, en el que se destacan los fondos de “maërl” localizados en el entorno de la isla de Alborán. (Juan Goutayer-Serge Gofas-Ángel Luque/INDEMARES-Alborán).

Los fondos de “maërl” o de rodolitos (Enmarcado 4)

La palabra de origen bretón “maërl” se aplica genéricamente a un tipo de fondo sedimentario en el que predominan nódulos formados por algas rodofíceas calcáreas libres del orden Corallinales, denominados rodolitos (es decir, “piedras rojas”). Cada rodolito está formado por una o más especies de algas coralinales, y puede crecer a partir de fragmentos de otros rodolitos o bien del asentamiento de las esporas de las algas sobre un sustrato duro, generalmente gránulos minerales o restos duros de vegetales o animales (talos de algas, restos de caparzones, conchas, esqueletos, etc.). El crecimiento de estas algas, que pueden ser de aspecto ramificado o incrustante, es muy lento (menos de 1 milímetro al año), y se encuentran entre los vegetales más longevos del planeta. Las algas van añadiendo sucesivas capas alrededor de los núcleos, y pueden formar nódulos de hasta 20 centímetros de diámetro. El tamaño y la forma de los rodolitos varían dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, lumínicas y de temperatura.

Los rodolitos forman lechos más o menos extensos en zonas en las que la luz es adecuada para la fotosíntesis y con corrientes lo suficientemente intensas para evitar su enterramiento por la sedimentación. Los fondos de “maërl” están repartidos por todas las latitudes, desde los polos hasta los trópicos, y desde el piso intermareal hasta más de 200 metros de profundidad en zonas de aguas muy claras. Se consideran una de las principales comunidades bentónicas dominadas por especies vegetales, junto a los bosques de laminariales y las praderas de fanerógamas.

Los fondos de “maërl” generalmente están formados por rodolitos vivos y muertos en proporciones variables, con o sin sedimento adicional. El sedimento está compuesto principalmente por grava organógena (detritos calcáreos de algas coralinas y de animales con esqueleto calcáreo) o arena gruesa, que pueden proceder del propio “maërl” o de las comunidades próximas, aunque también puede haber una moderada proporción de arena fina o fango. Los sedimentos sobre los que aparecen los rodolitos en la plataforma insular de Alborán son muy variados, constituidos por diversas proporciones de gravas, arenas y fangos.

Los rodolitos más pequeños suelen estar constituidos por una sola especie de alga calcárea, mientras que los más grandes pueden estar formados por varias especies y, frecuentemente, tienen una estructura que presenta numerosos intersticios y cavidades, que sirven de refugio a numerosos invertebrados, o pueden estar rellenos de arena fina o fango. Estas estructuras tridimensionales aumentan la complejidad espacial del fondo, formando un “bosque” calcáreo en miniatura que propicia una elevada biodiversidad (más de 1.000 especies citadas en el “maërl” europeo, aproximadamente un tercio de ellas algas). El hábitat así creado tiene características intermedias entre los sustratos duros y los sustratos blandos, y genera microhábitats para numerosos organismos: sustrato duro para la fijación de epibiontes sésiles (algas e invertebrados) y para los organismos perforadores, refugio para la fauna móvil en los huecos entre los rodolitos o en su interior (criptofauna) y también un hábitat sedimentario para la endofauna excavadora. En cualquier caso, constituyen un sustrato duro inestable y sometido a frecuentes movimientos, de forma que muchos rodolitos pueden rodar hacia fondos más profundos y fangosos, donde pueden quedar enterrados, muriendo las algas que los forman y los organismos epibiontes que crecen sobre ellos.

Los fondos de “maërl” son “fábricas” de carbonatos y desempeñan un importante papel como sumideros de carbono a escala global. Además, tienen un excelente registro fósil, por lo que son objeto de estudios paleoambientales y paleoclimáticos. Debido a sus requerimientos ambientales, estos fondos son relativamente escasos y ocupan áreas generalmente no muy extensas; su regeneración es muy lenta, del orden de siglos, por lo que deben considerarse un recurso no renovable. Por ello, son muy vulnerables a los impactos humanos (pesca de arrastre o con dragas, incremento de la turbidez del agua, contaminación orgánica e inorgánica) y al cambio climático. La elevada diversidad, singularidad, fragilidad y vulnerabilidad de los fondos de “maërl” justifica sobradamente que su conservación deba considerarse prioritaria.

Los rodolitos de la plataforma de Alborán tienen diferentes tamaños (pueden superar los 10 centímetros) y la mayoría no desarrolla ramificaciones, siendo abundantes los nódulos redondeados de tamaño variable, lo que indica el alto hidrodinamismo de la zona. Se encuentran rodolitos pequeños a partir de 20 metros de profundidad al sur y al oeste de la isla, mientras que los de tamaño medio se hallan a partir de 40 metros al suroeste de la misma, y los mayores se ubican en toda la zona meridional

y noroccidental, a partir de 30 metros de profundidad (Figuras 6.19, 6.20, 6.21). En la zona meridional llegan hasta 110 metros de profundidad, y no se han observado en el extremo más oriental de la plataforma. En la zona septentrional estas comunidades son poco abundantes, sobre todo en el sector noroccidental. A partir de las profundidades máximas a las que llegan, los fondos de “maërl” van dando paso gradualmente a fondos detríticos (fondos de cascajo) u otros fondos sedimentarios.



Figura 6.20. Rodolitos de un fondo relativamente somero (25 metros) recogidos en una muestra de draga de la campaña INDEMARES. A estas profundidades, los rodolitos suelen ser más pequeños y, sobre ellos, se desarrollan distintas especies de algas, como las del género *Ulva*. **Foto:** Marta Pola.



Figura 6.21. Fondo de “maërl” con grandes rodolitos de la plataforma sur de Alborán (76 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 6.22. Fondo de “maërl” con el alga *Laminaria ochroleuca* (63 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

Las dos especies principales de algas calcáreas que forman el “maërl” en las aguas atlánticas y mediterráneas europeas son *Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*, incluidas en el Anexo V de la Directiva de Hábitats. Ambas se han encontrado en Alborán, aunque generalmente en los fondos más someros (25-50 metros). Además de *Phymatolithon calcareum*, las principales especies que componen los rodolitos en Alborán son *Lithophyllum racemus* y *Lithothamnion philippi*, pero se han reconocido hasta 21 especies de algas mediante técnicas moleculares, 10 de las cuales se han identificado a nivel específico, mientras que 11 se hallan todavía en estudio. De las especies identificadas, una se cita por primera vez en el Mediterráneo y dos en las aguas españolas.

La composición de la comunidad asociada a los fondos de “maërl” de Alborán presenta notables variaciones en función de la profundidad. En la parte más somera (25-50 metros), bordeando los fondos rocosos infralitorales, es frecuente que se fijen macroalgas a los rodolitos, como *Ulva rigida* o distintas especies de laminariales (principalmente *Laminaria ochroleuca*, Figura 6.22). A mayor profundidad, los rodolitos tienden a ser más grandes, la composición específica de las algas calcáreas puede variar, disminuye el recubrimiento de algas no calcificadas, y aumenta la proporción de epifauna, sobre todo en los rodolitos más grandes (Figura 6.23). En algunas áreas, los rodolitos llegan a fusionarse

para formar capas estables, dando lugar al “coralígeno de plataforma” (Figura 6.23), antes comentado al hablar de la comunidad coralígena.

En Alborán se han identificado más de 300 especies de invertebrados asociadas al “maërl” (esponjas, cnidarios, nemertinos, poliquetos, crustáceos, moluscos, braquiópodos y equinodermos), la mayoría de pequeño tamaño. Algunas especies son raras en otros hábitats, y unas pocas son exclusivas del “maërl”, pero la mayoría son compartidas con otras comunidades próximas, como la comunidad coralígena o los fondos de cascajo.

Entre las esponjas hay una gran variedad de especies incrustantes; las más comunes son *Bubaris vermiculata*, de un llamativo color rojo, *Diplastrella bistellata*, de color anaranjado, y varias especies del género *Eurypon*, entre otras. Sobre los rodolitos pueden aparecer esponjas ramificadas de pequeño porte, como algunas especies del género *Axinella*. *Crambe tailliezi*, una especie rara en el Mediterráneo, suele aparecer en los fondos de “maërl” de la isla de Alborán.

Los cnidarios están representados principalmente por octocorales que se fijan sobre los rodolitos, como *Alcyonium coralloides*, *Alcyonium* sp., *Paralcyonium spinulosum* y *Eunicella filiformis* (Figura 6.23), y una gran diversidad de pequeños hidroides.

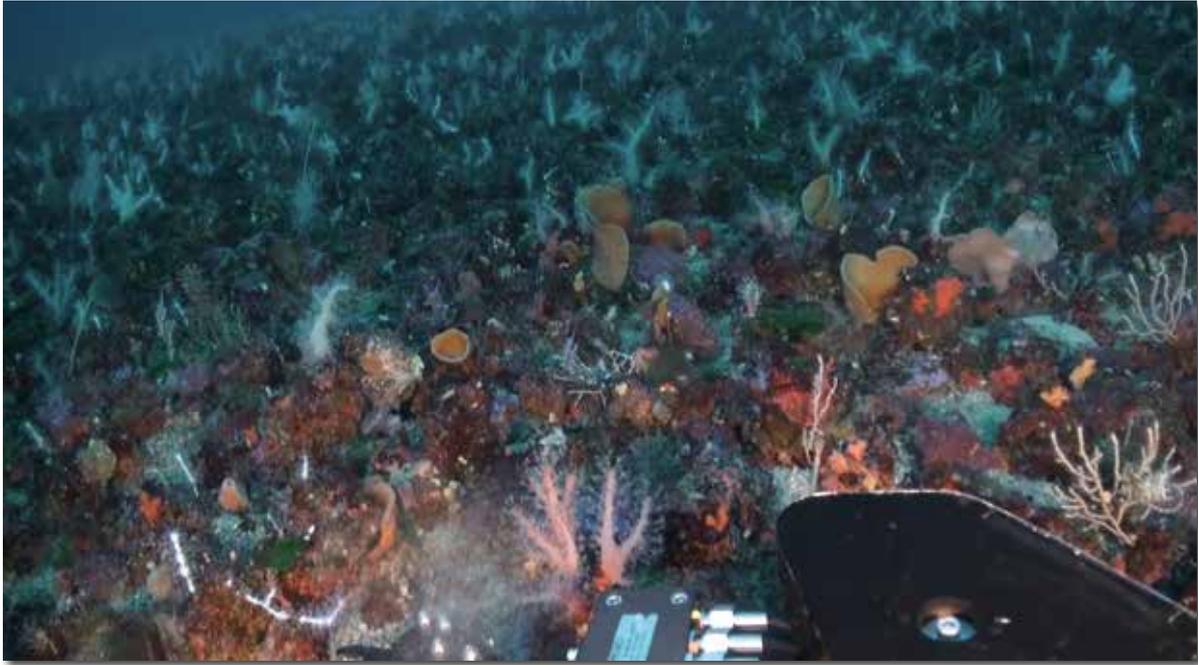


Figura 6.23. Fondo de “maërl” con rodolitos concrecionados, con *Paralcyonium spinulosum*, *Alcyonium* sp., gorgonias del género *Eunicella* y esponjas (73 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

Entre los animales móviles más frecuentes en los fondos de “maërl”, se encuentran algunos equinodermos. La ofiura *Ophiactis balli* (Figura 6.24), que vive en los huecos de los rodolitos, es la especie más abundante y una de las más características. Otras especies comunes en este hábitat, y habitualmente raras en otras comunidades, son las estrellas de mar *Chaetaster*

longipes y *Hacelia attenuata*, y el erizo *Genocidaris maculata*. Los moluscos más característicos son bivalvos con un modo de vida prácticamente sésil, como *Hiatella arctica*, *Gregariella semigranata* y *Modiolula phaseolina*, algunas especies de poliplacóforos (quitones), entre los que destaca *Callochiton septemvalvis*, o los gasterópodos *Tectura virginea* o *Bolma rugosa*.



Figura 6.24. Numerosos individuos de la ofiura *Ophiactis balli* en el interior de un rodolito dragado a 102-112 metros. **Foto:** Serge Gofas.

También son muy numerosas las especies de poliquetos errantes, tanto epifáunicas (polinoideos) como endofáunicas (lumbrinéridos, glicéridos). Entre la fauna de crustáceos, destaca la abundancia de diversos decápodos, como la cigarra de mar pigmea (*Scyllarus pygmaeus*), diversos cangrejos ermitaños, como *Paguristes eremita* y *Dardanus arrosor*, y numerosas especies de cangrejos, como las del género *Pisa* y otras muchas. Son también muy abundantes los isópodos y los anfípodos. Asimismo, el pequeño braquiópodo *Argyrotheca cuneata* sólo se ha encontrado en las muestras de “maërl”. Aparecen también algunas especies raras, como el nemertino *Drepanophorus spectabilis*, encontrado por primera vez en aguas españolas (Figura 6.25).

En los fondos de “maërl” es frecuente encontrar diversas especies de peces de interés pesquero, como los cabrachos (*Scorpaena notata*, *S. scro-*



Figura 6.25. El nemertino *Drepanophorus spectabilis*, nueva cita para las aguas españolas, fue encontrado en un fondo de rodolitos de la plataforma de Alborán, a unos 40 metros de profundidad. **Foto:** Juan Junoy.

fa), algunas especies de trígidos de los géneros *Trigloporus* y *Trigla*, y la pintarroja (*Scyliorhinus canicula*). Estos fondos tienen, además, un importante papel como áreas de reproducción y cría de muchas especies, incluidas algunas de interés comercial.

EUNIS

A5. Sedimentos sublitorales.

A5.5. Sedimentos sublitorales dominados por macrofitos.

A5.51. Fondos de maërl.

A5.511. Fondos de maërl con *Phymatolithon calcareum* en arena gruesa o grava limpia del infralitoral.

A5.513. Fondos de maërl con *Lithothamnion corallioides* sobre gravas infralitorales enfangadas.

A5.515. Asociación con rodolitos en arenas gruesas y gravas finas sometidas a corrientes de fondo.

A5.516. Asociación con rodolitos en fondos detríticos costeros.

A4. Roca circalitoral y otros substratos duros.

A4.2. Roca circalitoral con hidrodinamismo moderado en el Atlántico y en el Mediterráneo.

A4.26. Comunidades mediterráneas de coralígeno con hidrodinamismo moderado.

A4.26D. Coralígeno de plataforma.

UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)

III. Infralitoral.

III.3. Arenas gruesas más o menos enfangadas.

III.3.2. Biocenosis de arenas gruesas y gravas finas sometidas a corrientes de fondo en el circalitoral.

III.3.2.1. Facies del Maërl (= asociación con *Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum*), también como facies del detrítico costero.

IV. Circalitoral.		
IV.2. Arenas.		
IV.2.2. Biocenosis del detrítico costero.		
IV.2.2.1. Asociación con rodolitos.		
IV.2.2.2. Facies del Maërl (<i>Lithothamnion corallioides</i> y <i>Phymatholithon calcareum</i>).		
IV.2.4. Biocenosis de arenas gruesas y gravas finas sometidas a corrientes de fondo.		
IV.3. Fondos duros y roca.		
IV.3.1 Biocenosis del coralígeno.		
IV.3.1.15. Coralígeno de plataforma.		
LPRE		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0304	2	Pisos infralitoral y circalitoral sedimentarios.
030405	3	Fondos detríticos biógenos infralitorales y circalitorales.
03040506	4	Fondos de maërl/rodolitos.
0304050601	5	Fondos de maërl con dominancia de <i>Phymatolithon calcareum</i> / <i>Lithothamnion corallioides</i> .
03040509	4	Fondos detríticos biógenos infralitorales y circalitorales con <i>Laminaria ochroleuca</i> , <i>Saccorhiza polyschides</i> , <i>Phyllariopsis</i> spp.
03040513	4	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados.
0304051301	5	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con <i>Alcyonium palmatum</i> .
0304051303	5	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con poliquetos sabélidos (<i>Sabella</i> sp.).
0304051304	5	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de esponjas.
0304051307	5	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de antozoos (<i>Veretillum cynomorium</i> , <i>Sarcodyction catenatum</i> , <i>Epizoanthus arenaceus</i> , <i>Paralcyonium spinulosum</i>).

Tabla 6.11. Correspondencia de la comunidad del “maërl” (o de rodolitos) con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

Comunidad de la roca circalitoral profunda

Los afloramientos rocosos del borde de la plataforma y de la parte superior del talud representan una zona de transición entre el piso circalitoral profundo y la parte superior del piso

observada en un rango batimétrico que va desde 70 a 200 metros. *Acanthogorgia hirsuta* aparece de forma dispersa en las zonas más profundas de la plataforma, donde, no obstante, la especie dominante y más característica es, con diferencia, *Callogorgia verticillata*. Esta última forma densos y llamativos “bancos de gorgo-

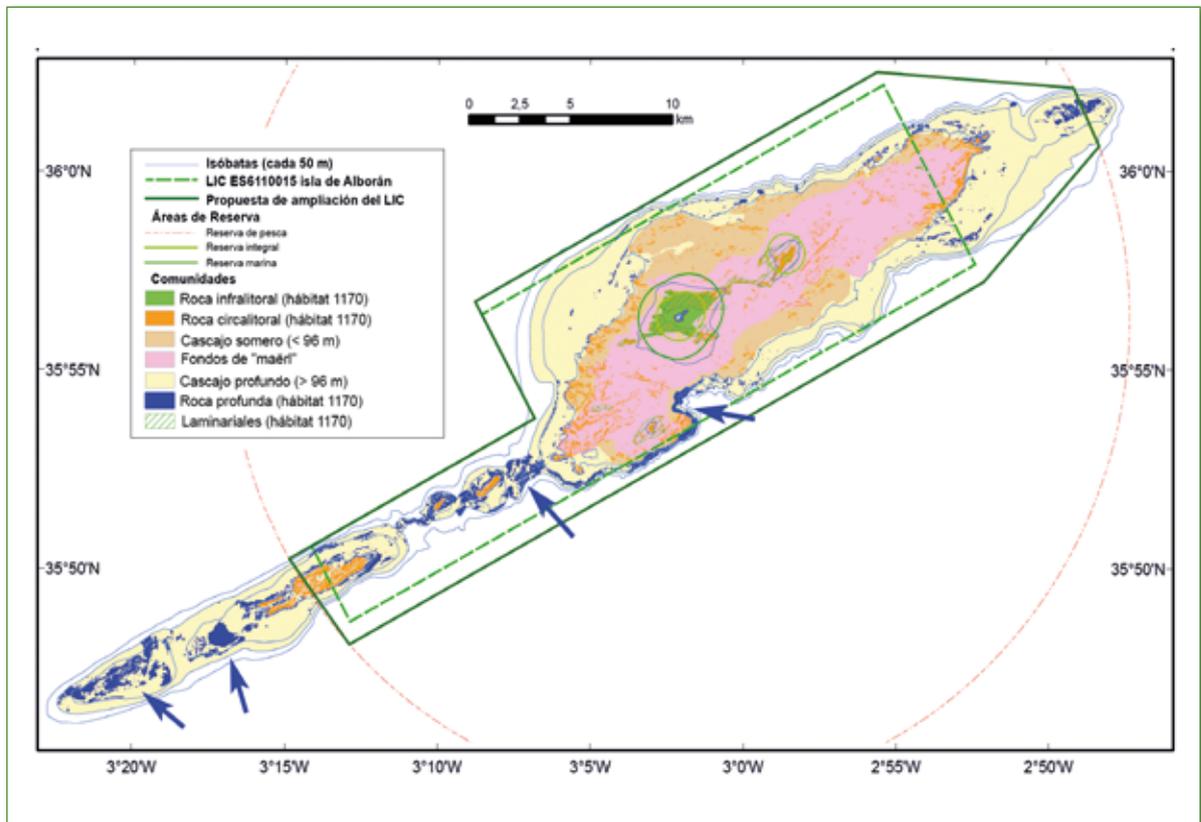


Figura 6.26. Mapa de distribución de hábitats, en el que se destacan (en azul intenso) los afloramientos de roca profunda localizados en el entorno de la isla de Alborán. Las flechas señalan las zonas en las cuales esta comunidad está mejor representada, las más meridionales situadas en aguas internacionales. (Juan Goutayer-Serge Gofas-Ángel Luque/INDEMARES-Alborán).

batial. Esta franja se caracteriza por tener bajas temperaturas y corrientes tanto verticales como horizontales. En ella, aparece una comunidad muy peculiar, que se ha denominado “comunidad de la roca circalitoral profunda”, cuya distribución en Alborán se indica en la figura 6.26.

Entre unos 90 metros y el borde de la plataforma, las gorgonias que predominan son distintas a las que se encuentran habitualmente en la roca coralígena. Entre ellas, destacan *Viminella flagellum* (Figuras 6.28, 6.31), *Acanthogorgia hirsuta*, *Eunicella filiformis* y *Callogorgia verticillata* (Figuras 6.29, 6.34), las cuales se han observado sobre afloramientos rocosos de la plataforma insular de Alborán. *Viminella flagellum* es abundante en estos fondos, y ha sido

nias” en los afloramientos rocosos profundos o en fondos detríticos, entre 70 y 240 metros de profundidad, con mayor abundancia en las cotas inferiores, y con ejemplares que superan un metro de altura. *Callogorgia verticillata* se considera típica del piso batial y su presencia a 70 metros es, desde luego, poco habitual. En algunas localidades de Alborán también se encontró *Ellisella paraplexauroides*, una especie de gran porte considerada como muy rara, más habitual en las costas del noroeste de África, donde cuenta con una población inusualmente somera en las islas Chafarinas.

En estos fondos también están presentes otras gorgonias de menor porte, numerosas esponjas y diversos madreporarios. Una especie muy



Figura 6.27. Vista del límite de la roca circalitoral (hábitat coralígeno) y de la roca profunda, donde coinciden gorgonias circalitorales del género *Eunicella* (la pequeña, a la izquierda) con *Callogorgia verticillata*, característica de la “roca profunda” circalitoral y también del piso batial (96 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 6.28. Vista típica de la “roca profunda”, algo colmatada por sedimento, con numerosas esponjas pequeñas y gorgonias (*Viminella flagellum* y *Swiftia dubia*) (112 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

conspicua y que aparece en algunos afloramientos rocosos es el coral madreporario *Dendrophyllia ramea* (Figura 6.29). Esta especie, junto con *Dendrophyllia cornigera*, forma los denominados “fondos de corales amarillos”,

aunque ambas especies casi nunca se solapan en su distribución. *Dendrophyllia ramea* es propia de los afloramientos rocosos circalitorales (normalmente entre 40 y 90 metros), mientras que *D. cornigera* es típica del borde de la plata-



Figura 6.29. Colonia de *Dendrophyllia ramea* a 113 metros, rodeada por tubos del poliqueto *Sabella pavonina*.
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

forma y parte superior del talud, entre 150 y 600 metros de profundidad. Sin embargo, se han encontrado algunos ejemplares de esta especie en cotas más superficiales.

Las esponjas (Enmarcado 5) constituyen otro componente importante de este hábitat, habiéndose observado una gran diversidad y abundancia en los vídeos del ROV (Figuras 6.30, 6.32, 6.33, 6.34). Sin embargo, las artes empleadas no eran apropiadas para muestrear fondos rocosos, por lo que su representación en las muestras es escasa. Destaca la presencia de grandes ejemplares de *Asconema setubalense* (Figura 6.30), una especie atlántica encontrada por segunda vez en el Mediterráneo, *Phakellia robusta*, *P. ventilabrum* y *Poecillastra compressa*, debajo de los cuales crecen pequeñas esponjas, como *Axinella vellerea*, *Crella pyrula* (“esponja chupa-chup”, Figura 6.32), *Podospongia loveinii*, *Rhizaxinella elongata* y *Rhizaxinella gracilis*, las

cuales forman una especie de sotobosque y dan lugar a un tipo de formación que podría asemejarse a los “jardines de esponjas” descritos en el Atlántico, aunque en este caso los ejemplares son de menor tamaño.

Entre los equinodermos más comunes sobre la “roca profunda” destacan los erizos *Cidaris cidaris* y *Gracilechinus acutus* y la ofiura *Ophiacantha setosa*, que aparece sobre las colonias de la gorgonia *Callogorgia verticillata*.



Figura 6.30. Roca con la gran esponja en forma de copa *Asconema setubalense* (181 metros).
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

Las esponjas (Enmarcado 5)

Las esponjas o Poríferos son un grupo primitivo de animales filtradores acuáticos y casi exclusivamente marinos (sólo unas 200 de las 9.000 especies conocidas son de agua dulce), que carecen de verdaderos tejidos. La identificación taxonómica de las esponjas es una tarea laboriosa que implica, en primer lugar, la anotación de las características morfológicas externas de los ejemplares y, posteriormente, el estudio de sus espículas internas, que son diminutas estructuras de sílice o carbonato cálcico. Para ello, es necesario llevar a ebullición una muestra de tejido en ácido nítrico concentrado, lavarla posteriormente en alcohol, decantar y, finalmente, montarla en portaobjetos con cubreobjetos para su estudio mediante microscopía óptica. En numerosas ocasiones, es necesario realizar una disección del tejido para una identificación correcta de la especie, con el fin de observar la organización y la orientación espacial de los distintos tipos de espículas en las diferentes regiones del cuerpo. En ciertos casos, se precisa la observación de los esqueletos y de las piezas esqueléticas mediante microscopía electrónica de barrido (Figura E5.2).



Figura E5.1. Ejemplar aislado de *Axinella salicina*, un endemismo poco conocido del mar de Alborán, creciendo en un fondo de cascajo a 108 metros de profundidad.

Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

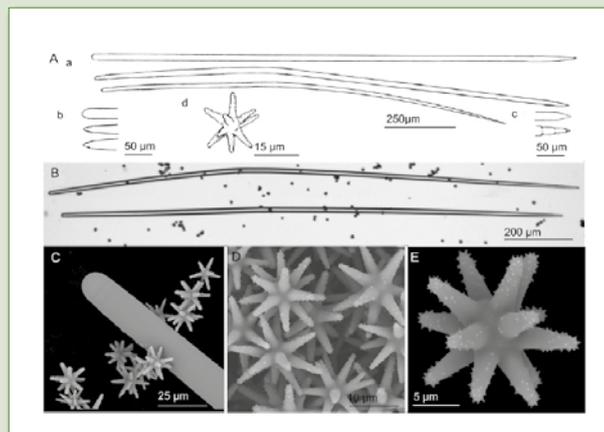


Figura E5.2. Espículas de la esponja *Hemiasterella elongata*, recogida en la plataforma de Alborán. Estos elementos microscópicos (A, B, al microscopio óptico; C, micrografías electrónicas) son indispensables para la identificación de las esponjas, que exteriormente se parecen mucho entre ellas. (Tomado de Sitjà y Maldonado, 2014).

Los fondos de Alborán se caracterizan por una elevada diversidad de esponjas, con 196 especies identificadas hasta ahora, lo que representa el 30% de las 681 conocidas en el Mediterráneo. De un total de 44 muestras recolectadas, 39 contenían al menos algún ejemplar de esponja. Los estudios realizados en el marco del proyecto INDEMARES han incrementado en 33 el número de especies conocidas para la plataforma de Alborán, a pesar de que este grupo ya había sido objeto de detallados estudios anteriores. Tres de estas especies han resultado nuevas para la ciencia, dos del género *Axinella* y una del género *Endectyon*, y otras cuatro son especies atlánticas que se han encontrado por primera vez en el Mediterráneo.

Las esponjas son un componente importante del bentos profundo, especialmente en los fondos rocosos y de “maërl”. En los primeros, pueden formar los denominados “jardines de esponjas”, caracterizados por una gran abundancia y diversidad de pequeñas esponjas, que forman un denso “sotobosque” animal entre un “bosque” de esponjas de mayor tamaño y gorgonias.

La fauna de esponjas de Alborán comprende un buen número de especies endémicas del Mediterráneo, junto a numerosas especies “atlánticas”. Dada la escasa información disponible hasta ahora sobre estos hábitats profundos, no se puede afirmar si esta presencia de especies de origen

atlántico es antigua y representa los vestigios de una expansión durante los periodos interglaciales o si, por el contrario, refleja una colonización reciente debida al calentamiento global. En todo caso, estos resultados refuerzan la idea de que la plataforma de Alborán es un laboratorio natural privilegiado para documentar el intercambio de especies en el pasado, presente y futuro entre el Atlántico y el Mediterráneo. Desde el punto de vista de la conservación, la gran abundancia y el interés científico de la fauna de esponjas de la plataforma de Alborán, con la presencia de diversas especies raras y endémicas del Mediterráneo (como *Axinella salicina* (Figura E5.1), *Crambe tailliezi*, *Sarcotragus pipetta* y *Vulcanella aberrans*) y de otras incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (*Tethya aurantium* y *Axinella polypoides*), así como de las recién descritas pertenecientes al género *Axinella*, justifica la protección de esta zona.



Figura 6.31. Área rocosa, a 108 metros de profundidad, con una elevada densidad de la gorgonia *Viminella flagellum*.

Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

Esta comunidad se corresponde con la denominada “biocenose de la Roche du Large” (biocenosis de la roca profunda) y, al igual que para los fondos de cascajo del borde de la plataforma, no hay consenso sobre si debe incluirse en el piso circalitoral o en el batial. Sea cual sea la interpretación, se ha comprobado en el presente estudio que la transición entre la roca coralígena y la roca profunda con dominancia de esponjas coincide en profundidad con la transición entre la comunidad de “maërl” y los fondos de cascajo profundos desprovistos de rodolitos.



Figura 6.32. Comunidad de la roca circalitoral profunda con esponjas “chupa-chup” (*Crella pyrula*) (144 metros).

Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 6.33. Comunidad de la roca circalitoral profunda con esponjas (125 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

A una escala más detallada, se puede diferenciar un hábitat que ocupa fondos rocosos de pendiente suave con cierta continuidad, en el cual las depresiones de la roca están más o menos colmatadas por sedimento (Figura 6.28),



Figura 6.34. Una muestra de la roca circalitoral profunda, en cubierta, con colonias de la gorgonia *Callogorgia verticillata* y diversas esponjas. **Foto:** Serge Gofas.

de otro conformado por crestas aisladas o pendientes más acusadas, que no retienen apenas sedimento.

En el proyecto INDEMARES, la comunidad de la roca profunda circalitoral ha sido filmada en varios lugares. En las muestras correspondientes, las especies más abundantes fueron organismos sésiles, como los hidroideos *Sertularella polyzonias* y *Laomedea* sp., la gorgonia filiforme *Viminella flagellum* y la esponja *Poecillastra compressa*, así como la ofiura *Ophiacantha setosa* y el erizo lápiz *Cidaris cidaris*, si bien ninguna de estas especies estuvo presente en todas las muestras. Los grupos tróficos dominantes en este tipo de sustrato fueron los suspensívoros, tanto activos como pasivos. Los valores de abundancia y riqueza específica están siempre subestimados en los muestreos con draga y en los arrastres en este tipo de fondo, en los cuales las artes se enganchan y se pierden con facilidad.

EUNIS

A4. Roca circalitoral y otros sustratos duros.

A4.2. Roca circalitoral con hidrodinamismo moderado en el Atlántico y en el Mediterráneo.

A4.27: Comunidades de fauna en roca circalitoral profunda con hidrodinamismo moderado.

UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)		
IV. Circalitoral.		
IV.3. Fondos duros y roca.		
IV.3.3 Biocenosis de la roca profunda.		
LPRE		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0302	2	Piso circalitoral rocoso y otros sustratos duros.
030202	3	Roca circalitoral dominada por invertebrados.
03020229	4	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral.
0302022901	5	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con antozoos (escleractinarios, gorgonias, antipatarios).
0302022902	5	Escarpes, paredes y laderas rocosas de elevaciones submarinas y cañones del piso circalitoral con esponjas.
04	1	Piso batial.
0401	2	Piso batial rocoso y otros sustratos duros.
040101	3	Roca limpia batial.
04010101	4	Fondos rocosos profundos con agregaciones de gorgonias.
04010102	4	Fondos rocosos profundos con antipatarios.
04010103	4	Fondos rocosos profundos con agregaciones de esponjas.
04010104	4	Roca limpia batial con <i>Callogorgia verticillata</i> .
04010105	4	Roca limpia batial con <i>Acanthogorgia hirsuta</i> .
04010106	4	Roca limpia batial con grandes esponjas hexactinélidas (<i>Asconema setubalense</i>).
04010116	4	Roca limpia batial con <i>Dendrophyllia cornigera</i> .
04010117	4	Roca limpia batial con alcionáceos (<i>Paralcyonium spinulosum</i> , <i>Alcyonium palmatum</i>).
04010118	4	Roca limpia batial con <i>Muriceides lepida</i> , <i>Bebryce mollis</i> , <i>Villogorgia brevicoides</i> .
04010119	4	Roca limpia batial con <i>Viminella flagellum</i> y <i>Callogorgia verticillata</i> .
04010120	4	Roca limpia batial con <i>Phakellia ventilabrum</i> y demosponjas de la familia Pachastrellidae.
040102	3	Roca batial colmatada de sedimentos.
04010207	4	Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de antozoos.
04010208	4	Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de esponjas.

Tabla 6.12. Correspondencia de la comunidad de la roca circalitoral profunda con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

Comunidad de los fondos de cascajo profundo

Los fondos sedimentarios profundos de la periferia de la plataforma de la isla de Alborán, entre unos 100 y 200 metros, están formados mayoritariamente por cascajo de origen biógeno, mezclado con distintas proporciones de gravas y sedimentos más finos, según las zonas (Figura 6.35). Estos fondos son poco vistosos, pero presentan una rica e interesante fauna, en su mayoría de invertebrados; muchos de ellos viven enterrados en el sedimento, formando parte de la endofauna.

En los fondos de cascajo de Alborán se han encontrado un gran número de especies (415), cifra que es pareja y, a veces superior, a la registrada en los fondos de “maërl”.

Entre las especies que habitan estos fondos destacan las esponjas, habiéndose encontrado algunas especies raras, como *Calthropella recondita*, *Cerbaris implicatus* o *Endectyon delaubenfelsi*. Otras esponjas que aparecen en el cascajo, consideradas como en peligro o amenazadas son las del género *Axinella*, como *Axinella polypoides* y *A. salicina* (Figura E5.1).

También son muy típicos los antozoos pennatuláceos, entre los que destacan *Veretillum cynomorium*, *Pennatula rubra* (Figura 6.36) y *Virgularia mirabilis*. La primera de estas especies puede encontrarse también en fondos detríticos más superficiales, mientras que la última puede extenderse hasta los fangos batiales. Pueden aparecer formando los llamados “campos de pennatuláceos”, los cuales están considerados por el convenio OSPAR como un tipo de hábitat que se debe proteger. Los hidrozoos *Modeeria rotunda* y *Aglaophenia tubulifera* son también muy abundantes.

Entre los organismos móviles más característicos hay diversos equinodermos, como la holuturia *Parastichopus regalis* (Figura 6.37), las estrellas de mar *Anseropoda placenta*, *Chaetaster longipes* y *Marginaster capreensis* y el pequeño erizo *Genocidaris maculata*.

Las especies dominantes de crustáceos decápodos son *Inachus dorsettensis*, *Munida rutilanti* y *Galathea intermedia*. Los anélidos poliquetos están bien representados, sobre todo por especies con un modo de vida errante, ya sean epifaunales (polinoideos y filodócidos), tubícolas endofaunales o excavadoras. Una

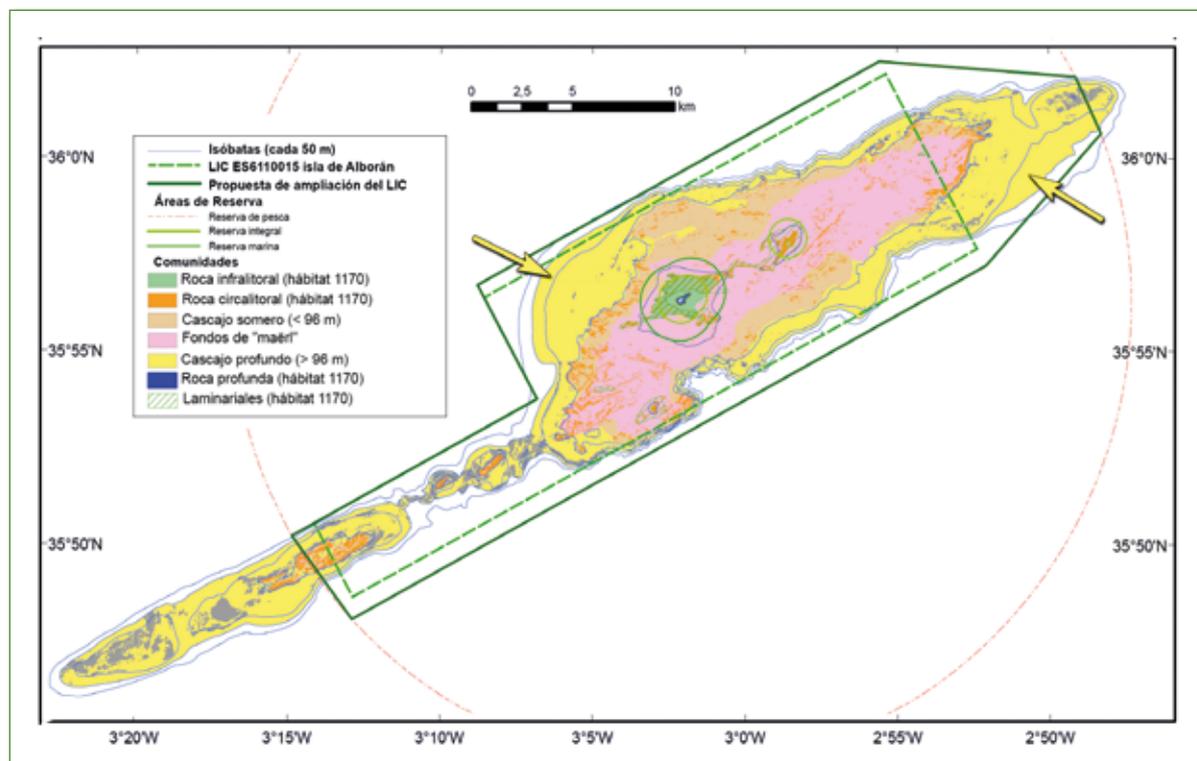


Figura 6.35. Mapa de distribución de hábitats, en el que se destacan (en amarillo) los fondos de cascajo profundo localizados en el entorno de la isla de Alborán. Las flechas señalan las zonas en las que esta comunidad está mejor representada. Debido a su extensión y características, estas zonas son también las que están más castigadas por la pesca de arrastre.



Figura 6.36. La pluma de mar *Pennatula rubra* es un antozoo pennatuláceo característico de los fondos de cascajo profundo (116 metros).
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

especie muy característica es el eunícido *Hyalinoecia tubicola*, que se mueve arrastrando su tubo córneo y llega a formar densas poblaciones (Figura 6.38). Entre los moluscos hay varias especies que son características de este hábitat y están escasamente representadas o ausentes en el “maërl”; entre ellas, destacan el gasterópodo *Anatoma aspera* y los bivalvos *Bathyarca pectunculoides* y *Parvamussium fenestratum*. Entre los peces más característicos se hallan los tríglicos (Figura 6.39).

Pese a ser poco espectaculares, los fondos de cascajo contienen diversas especies sésiles características, como los pennatuláceos, y albergan una gran diversidad. Muchas de las especies que aparecen son raras, como los moluscos gasterópodos *Strobiliger flammulata*, *Pseudo-*



Figura 6.37. La holoturia *Parastichopus regalis* es característica de los fondos de cascajo profundo (107 metros).
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

babylonella minima (Figura 6.40) y *Schilderia achatidea* (Enmarcado 6), esta última incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona. Son también los fondos más castigados por la pesca de arrastre, de la que se apreciaron numerosas huellas en los vídeos; de hecho, se observó que la presencia de epifauna de gran tamaño fijada al sustrato, como los pennatuláceos, se reducía a las zonas próximas a los afloramientos rocosos, relativamente protegidas del impacto de las redes de arrastre.

Las denominaciones de “Detrítico Costero” y “Detrítico de borde de plataforma” se derivan de las biocenosis de “Détritique Côtier” y “Détritique du Large”, ya clásicas en la bionomía marina mediterránea. Sin embargo, conviene matizar que la palabra “detrítico”, en este contexto,



Figura 6.38. Los gusanos del género *Hyalinoecia* son característicos de los fondos de cascajo del borde de plataforma. Forman un tubo córneo protector muy ligero, que arrastran cuando se desplazan.
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



6.39. Aspecto de un fondo de cascajo, a 110 metros de profundidad, con un rubio (trígido; probablemente *Lepidotrigla cavillone*) buscando alimento. **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 6.40. Algunos moluscos muy raros suelen encontrarse en los fondos de cascajo profundo de la plataforma de la isla de Alborán. A la izquierda, *Strobiligera flammulata* (familia Triphoridae); a la derecha, *Pseudobabylonella minima* (familia Cancellariidae). De estas especies, se conocen poco más de una decena de ejemplares en las colecciones de museos. **Foto:** Serge Gofas.

se refiere a elementos sedimentarios que en el ámbito de la geología se denominarían más propiamente “bioclásticos” u “organógenos”, mientras que, desde el punto de vista sedimentológico, se denomina “detrítico” al elemento que se deriva de la destrucción de una roca pre-existente, lo que no es el caso. En las muestras

de Alborán en las que se estudió el origen de los restos bioclásticos, los elementos que se pudieron identificar fueron principalmente restos de moluscos, briozoos y algas calcáreas, con contribuciones menores de otros grupos (equinodermos, poliquetos, etc.).

La transición entre el “Detrítico costero” y el “Detrítico de borde de plataforma” a veces no está claramente delimitada y se manifiesta simplemente por la incorporación de especies más profundas, algunas de ellas también presentes en el piso batial, lo cual dificulta su clasificación en la zonación batimétrica. En el entorno de Alborán, el final del detrítico costero se caracteriza claramente por la desaparición de los rodolitos y la incorporación de los bivalvos *Bathyarca pectunculoides*, *Similipekten similis* y *Parvamusium fenestratum*, que son muy característicos de los cascajos del borde de plataforma.

En el contexto de la plataforma de Alborán, y puesto que el “maërl” se considera como una facies^{sl} o tipo de formación dentro del “Detrítico Costero”, se ha asignado al “Detrítico de borde de plataforma” la comunidad de cascajo biógeno que ocupa extensas superficies entre el límite externo de los fondos de rodolitos y los fondos fangosos que se encontrarían por debajo de los 200 metros, y que quedan fuera de la zona de estudio.

Una de las características clásicas del “Detrítico de borde de plataforma” radica en la presencia de restos subfósiles de organismos que vivían en épocas en las que el nivel del mar era más bajo que el actual. El presente estudio ha

verificado esto en Alborán con la recogida de grandes cantidades de conchas subfósiles de bivalvos en varios muestreos, entre 100 y 120 metros (Figura 3.6). Se encontraron, principalmente, dos especies de mejillones, *Mytilus* sp. (posiblemente *M. edulis*, pero de gran tamaño) y *Modiolus modiolus*. Esta última especie, y también el bivalvo *Panomya norvegica*, son especies boreales que, en la actualidad, no se encuentran al sur del Canal de la Mancha. Estas acumulaciones marcan una antigua línea de costa que estuvo situada a algo más de 100 metros de profundidad hace unos 18.000 años. En aquel tiempo, la mayor parte de la plataforma de Alborán formaba una isla tan grande como la actual Formentera, continuada hacia el suroeste por algunos islotes.

El crinoideo *Leptometra phalangium* se ha citado como una especie característica de esta biocenosis y forma poblaciones densas en la cumbre del vecino banco Algarrobo. Sin embargo, no se ha detectado durante las campañas llevadas a cabo en Alborán, pese a prestar una atención particular durante las mismas, posiblemente debido a que la zona muestreada es demasiado somera para esta especie, que prefiere fondos de unos 300 metros.

Schilderia achatidea: la joya de los moluscos mediterráneos (Enmarcado 6)

Su nombre específico se refiere al aspecto de ágata que le confiere el dibujo del dorso de la concha. Se trata de una de las 4 especies mediterráneas autóctonas de la familia Cypraeidae, muy apreciada por los coleccionistas. En las especies de esta familia, las partes blandas del manto del animal se extienden sobre el dorso para cubrir completamente la concha, lo cual determina que la superficie se mantenga brillante como la porcelana, con dibujos generalmente muy vistosos. Antiguamente, todas las especies de la familia se incluían en el mismo género (*Cypraea*), pero actualmente los estudios filogenéticos han llevado a subdividirlo y *S. achatidea* es la especie tipo del género *Schilderia*. Se han descrito numerosas variedades y varias subespecies, distribuidas desde la costa cántabra hasta Angola y en la parte occidental del Mediterráneo, pero parece ser que los núcleos de población más importantes en esta última zona son los del mar de Alborán y de la costa norteafricana hacia Orán. Hay citas dispersas en el resto del Mediterráneo, pero son antiguas e, incluso, cuando este mar aún conservaba su estado prístino, se llegó a dudar de su validez.

Schilderia achatidea tiene una concha de talla mediana (30-40 milímetros, ocasionalmente hasta 46 milímetros), piriforme, globosa, con una superficie brillante y lisa. La abertura es alargada y estrecha, con numerosos denticulos pequeños y poco marcados en ambos labios. El dorso de la concha es de color pardo claro de fondo, con 2 o 3 bandas espirales más oscuras, sobre las que aparece un moteado irregular castaño. Los bordes del dorso son anaranjados, mientras que la base

es blanquecina. El animal, que carece de opérculo, posee un manto que puede cubrir por completo la concha, de color castaño con reticulado blanquecino, y con pequeñas papilas sin ramificar pigmentadas de color gris oscuro.

Existen otras 3 especies de la familia en nuestras aguas: *Erosaria spurca*, de concha más pequeña y perfil más cilíndrico, con superficie moteada; *Luria lurida*, de color uniforme o con 2 bandas espirales y manchas negras en los extremos de la concha, y *Zonaria pyrum*, que es menos globosa y con la base anaranjada (no blanca) y los denticulos de la abertura mucho más gruesos. Las 4 especies de la familia están amenazadas, e incluidas en el anexo II del Convenio de Barcelona y en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. La protección general que la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad establece para estas especies se extiende también a su hábitat.



Figura E6.1. *Schilderia achatidea*, fotografiada en los alrededores de Alborán durante la campaña Fauna 4. **Foto:** Diego Moreno/Fauna Ibérica.



Figura E6.2. Un ejemplar "histórico" de *Schilderia achatidea*, recogido en la plataforma de Alborán por el buque oceanográfico "Calypso", en 1958. **Foto:** Serge Gofas.

Muchos de los aspectos de su biología son desconocidos. Se sabe que se alimenta de esponjas, principalmente del género *Axinella*. Como la mayoría de especies de la familia, es de hábitos nocturnos, refugiándose en oquedades de conchas vacías durante el día. No se poseen datos de su reproducción pero, al igual que el resto de las especies de su familia, es probable que deposite una puesta de cápsulas ovígeras sobre conchas vacías en el cascajo y que luego sus larvas tengan una vida planctónica.

Se considera desde hace años una de las especies más raras de Europa y la más rara de las 4 especies mediterráneas de la familia Cypraeidae. En el pasado, ha sido recogida en cierta cantidad en el mar de Alborán para surtir el mercado de los coleccionistas de conchas, por lo que determinadas localidades parecen haber sufrido una sobrepesca. Además, no sólo determinados caladeros del mar de Alborán están sobreexplotados por los barcos de arrastre, sino que los pescadores, conocedores del valor de estas conchas para los coleccionistas, se acercaban expresamente a los fondos de cascajo en donde saben que se encuentra. Desde 1999, la captura y la comercialización de cualquiera de las 4 especies de la familia Cypraeidae es ilegal, en España y en los demás países signatarios del Convenio de Barcelona.

Se encuentra en fondos circalitorales, de coralígeno rocoso pero, sobre todo, en los fondos de cascajo, que son para esta especie un hábitat esencial. Aparece desde (excepcionalmente) 30 metros hasta unos 100 metros de profundidad. Estos hábitats han sufrido en los últimos tiempos considerables alteraciones, principalmente provocadas por la pesca de arrastre, muy destructiva para este tipo de fondos.

EUNIS		
A5: Sedimentos sublitorales.		
A5.4. Sedimentos sublitorales mixtos.		
A5.46. Comunidades animales de los fondos detríticos costeros en el Mediterráneo.		
A5.47. Comunidades de fondos detríticos del reborde de plataforma en el Mediterráneo.		
UNEP/MAP/RAC/SPA (2006)		
IV. Circalitoral.		
IV.2. Arenas.		
IV.2.2. Biocenosis del detrítico costero.		
IV.2.3. Biocenosis de los fondos detríticos del reborde de plataforma.		
LPRE		
03	1	Pisos infralitoral y circalitoral.
0304	2	Pisos infralitoral y circalitoral sedimentarios.
030405	3	Fondos detríticos biógenos infralitorales y circalitorales.
03040511	4	Fondos de cascajo biógenos (conchas de moluscos) infralitorales y circalitorales.
04	1	Piso batial.
0402	2	Piso batial sedimentario.
040203	3	Fondos sedimentarios batiales no fangosos.
04020311	4	Fondos detríticos batiales
0402031101	5	Fondos detríticos batiales con cascajo, piedras y/o restos de corales recubiertos de esponjas, hidrozoos y briozoos.
0402031102	5	Fondos detríticos batiales con Pennatuláceos (<i>Funiculina quadrangularis</i> , <i>Pennatula</i> spp.).
0402031103	5	Fondos detríticos batiales con <i>Lanice conchilega</i> .
0402031104	5	Fondos detríticos batiales con ceriantarios.
0402031106	5	Fondos detríticos batiales con campos de <i>Leptometra phalangium</i> .
0402 031108	5	Fondos detríticos batiales con dominancia de <i>Parastichopus regalis</i> .

Tabla 6.13. Correspondencia de la comunidad de los fondos de cascajo profundo con las clasificaciones de EUNIS, de los tipos de hábitats marinos bentónicos para la región mediterránea (UNEP/MAP/RAC/SPA, 2006) y de la Lista Patrón de Referencia Estatal de Hábitats Marinos (LPRE).

La diversidad biológica de Alborán

En las muestras de Alborán estudiadas durante el proyecto INDEMARES, se han identificado hasta el momento 17.099 ejemplares, pertenecientes a 677 especies de 6 grandes grupos taxonómicos dominantes o característicos de las comunidades bentónicas: esponjas, cnidarios, anélidos poliquetos, moluscos, crustáceos decápodos y equinodermos. Se estudiaron e identificaron también las algas que forman parte de los rodolitos constituyentes de los fondos de “maerl”, los nemertinos, los crustáceos filocáridos y peracáridos (isópodos) y los braquiópodos. Otras 15 especies no han aparecido en las muestras, pero se han identificado a través de las imágenes de vídeo obtenidas con el ROV, lo que eleva el número de especies identificadas hasta 692 (Tabla 6.14).

Este número representa algo más del 42% de la riqueza específica total conocida hasta la fecha en la isla de Alborán para esos grupos (1.422 especies), lo que es de destacar, teniendo en cuenta que no se muestreó a profundidades inferiores a 25 metros (pisos supralitoral, me-

solitoral e infralitoral), en las que se concentra una buena parte de la diversidad bentónica, ni se han estudiado otras algas que las que constituyen los rodolitos de los fondos de “maerl”.

Se han descrito 3 nuevas especies de esponjas para la ciencia, y otras 11 de diversos grupos son también probablemente nuevas y se hallan en estudio. Otras 10 especies representan nuevas citas para el mar Mediterráneo, y 198 se citan por primera vez en la plataforma de Alborán, lo que eleva el total de especies conocidas en la zona algo más de un 15%, hasta un total de 1.636.

Si se considera el número total de especies registradas para los grupos estudiados en la zona de Alborán (1.636) y en el Mediterráneo (6.089), teniendo en cuenta que en los fondos de Alborán faltan algunas de las comunidades más diversas del Mediterráneo, como las praderas de fanerógamas (especialmente, las de *Posidonia oceanica*), se concluye que en la reducida zona estudiada se encuentra algo más de la cuarta parte (26,9%) de la diversidad total del Mediterráneo en esos grupos.

Grupo	Número de especies citadas previamente en Alborán	Número de especies encontradas en este estudio	Número de posibles especies nuevas	Nuevas citas para el Mediterráneo	Nuevas citas para la zona estudiada	Total especies registradas en Alborán	Porcentaje de incremento de especies respecto a las registradas en la zona	Porcentaje respecto al total de especies registradas en Alborán	Número de especies registradas en el Mediterráneo	Porcentaje de especies en Alborán respecto al Mediterráneo
Algas*	219	21	0	1	4	224	2,28	9,38	657	34,09
Esponjas	176	87	3	5	20	196	15,91	44,39	681	28,78
Cnidarios (Hidrozoos)	19	40	0	2	22	43	126,32	93,02	457	9,41
Cnidarios (Antozoos)	72	41	0	1	7	80	11,11	51,25	164	48,78
Nemertinos	3	11	2	0	9	14	366,67	78,57	172	8,14
Anélidos Poliquetos	105	182	7	1	94	207	97,14	87,92	1122	18,45
Crustáceos Decápodos	114	52	0	0	9	123	7,89	42,28	383	32,11
Crustáceos Isópodos	24	16	1	0	8	33	37,50	48,48	165	20,00
Crustáceos Leptostráceos	0	2	0	0	2	2	100,00	100,00	6	33,33
Moluscos	630	194	1	0	12	643	2,06	30,17	2113	30,43
Braquiópodos	10	5	0	0	0	10	0,00	50,00	15	66,67
Equinodermos	50	41	0	0	11	61	22,00	67,21	154	39,61
Total	1422	692	14	10	198	1636	15,61	42,30	6089	26,87

* Sólo se han identificado las del maerl.

Tabla 6.14. Número de especies de los grupos estudiados durante el proyecto INDEMARES citadas previamente en la isla de Alborán y su plataforma (datos principalmente de Templado *et al.*, 2006) y número de especies encontradas en este estudio. Se desglosan las posibles especies nuevas, y las nuevas citas para el Mediterráneo y para la zona estudiada. Se indican, así mismo, el número total de especies registradas en Alborán tras el presente estudio y el porcentaje de incremento de las especies encontradas respecto a las previamente registradas en la zona y al total de especies registradas en Alborán hasta el momento. Por último, se indica el número total de especies registradas de cada grupo en el Mediterráneo (según datos de Coll *et al.*, 2010) y el porcentaje que representan las especies de Alborán en relación con el total del Mediterráneo.

Las grandes especies pelágicas

El mar de Alborán, en la intersección de tres áreas biogeográficas, y como antesala de transición entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo constituye una de las regiones marinas más valiosas para la conservación de la biodiversidad marina en Europa.

Para ocho especies de cetáceos y dos especies de tortugas marinas, esta región destaca como corredor de migración y hábitat de alimentación de especial interés, ya que combina de una elevada productividad y gran variedad de especies presa, por lo que sustenta poblaciones de gran relevancia para el mantenimiento de un estado de conservación favorable de estas especies en las cuencas mediterráneas.

En el marco de la Directiva Hábitats, destacan especialmente el delfín mular (*Tursiops truncatus*) y la tortuga caguama (*Caretta caretta*), como especies del Anexo II que requieren un esfuerzo especial para asegurar el mantenimiento de un estado de conservación favorable.

...❖ Mamíferos marinos

El delfín mular (*Tursiops truncatus*, Figura 6.41) es una especie localmente abundante en algunas zonas de Andalucía. Los resultados de todos los análisis mostraron como áreas de especial interés para esta especie el estrecho de Gibraltar, la isla de Alborán, y las aguas del sur de Almería. Estas tres son las principales áreas de distribución de esta especie en el mar de Alborán, ya que son precisamente las que presentan una fisiografía del fondo más compleja y escarpada. Cabe resaltar que



Figura 6.41. Delfín mular (*Tursiops truncatus*).
Foto: WWF - Carlos Suárez.

las profundidades preferidas por el delfín mular en esta zona no son las estrictamente costeras, sino más bien cerca de la caída de la plataforma continental, extendiéndose hasta aguas de profundidades medias de alrededor de 500 metros, lo cual se ajusta a la descripción del llamado ecotipo oceánico u “offshore”.

Otras especies de mamíferos marinos que pueden encontrarse en las aguas profundas del mar de Alborán y en los alrededores de la isla de Alborán son, por ejemplo el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) (que, junto al delfín común es la especie más abundante en las aguas de Andalucía, tanto en número de avistamientos como de varamientos), o el calderón negro (*Globicephala melas*, Figura 6.42) (especie que se alimenta principalmente de cefalópodos y que muestra por lo tanto preferencia por las aguas profundas a partir de los 500 metros). Hay que destacar igualmente la especial relevancia de la región para el zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), especie especialmente vulnerable frente a emisiones acústicas de sónar o explosiones.

...❖ Reptiles marinos

Las tortugas marinas son visitantes habituales en las aguas españolas y aunque no existan en nuestro territorio playas de puesta, los mares de España constituyen un eslabón fundamental en el ciclo de vida de las poblaciones de especies como la tortuga boba (*Caretta caretta*). El mar de Alborán no sólo sirve de corredor migratorio para estos animales sino que aporta diversos hábitats de alimentación de especial relevancia. Montes submarinos, escarpes, cañones



Figura 6.42. Calderón común (*Globicephala melas*).
Foto: ALNITAK.

y otros accidentes geológicos se combinan con las corrientes marinas generando áreas de gran importancia para las tortugas y para otras especies pelágicas como los atunes, diversas aves marinas y cetáceos.

La presencia de juveniles y subadultos de tortuga boba en fase oceánica procedentes, en su mayoría, de poblaciones de origen atlántico, es muy habitual en aguas del mar de Alborán y de la cuenca Argelino Provenzal. Los subadultos de la especie, con un tamaño de caparazón superior a 70 centímetros, alternan la fase oceánica con fases neríticas, alimentándose de crustáceos en los montes submarinos y en zonas de la plataforma continental del levante español y de la costa de Marruecos. Las tortugas de origen atlántico pasan un periodo de varios meses de fase nerítica al este del Estrecho antes de iniciar su migración transatlántica.

Otros visitantes habituales

Las aves marinas también frecuentan las aguas en torno a la Isla de Alborán. Por su ubicación, a caballo entre el Atlántico y el Mediterráneo, la mayoría de las especies se observan en paso, entre ellas la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*), la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) y el paño común (*Hydrobates pelagicus*). Sin embargo, la mayoría de especies aparecen en bajo número, siendo más frecuentes en las aguas más productivas de las plataformas continentales ibérica y africana. Merece especial mención, sin embargo, la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*, figura 6.43), que cuenta en la isla con una importante colonia de más de 500 parejas. Los ejemplares reproductores se alimentan en gran medida en las aguas circundantes a la isla, por lo que la zona marina cobra especial importancia para esta especie endémica del Mediterráneo.



Figura 6.43. Gaviota de Audouin (*Larus audouinii*). **Foto:** Beneharo Rodríguez - SEO/BirdLife.

7 Influencia humana

Al encontrarse a unas 50 millas de la costa peninsular, los principales impactos humanos que afectan a la plataforma de Alborán están relacionados con la actividad pesquera y se reparten esencialmente en dos categorías: los efectos de la pesca en el fondo marino y la presencia de basuras y desechos diversos sobre dicho fondo; el segundo probablemente deriva, en buena parte, de la presencia de barcos pesqueros y de pesca deportiva, ya que las rutas de navegación se hallan por fuera de esta zona.

La elevada actividad y la consiguiente sobreexplotación de la mayor parte de los caladeros de la plataforma continental determina que bastantes zonas alejadas de la costa, como los montes submarinos, entre los que se podría incluir la dorsal de Alborán, soporten una elevada presión pesquera (pesca de arrastre, trasmallos^{glo} y palangres), lo que produce un impacto no sólo sobre las especies objetivo, sino también sobre el conjunto de las comunidades bentónicas. El impacto de las pesquerías sobre las comunidades bentónicas suele denominarse “efecto ecosistémico” y sólo recientemente ha empezado a estudiarse y tenerse en cuenta en la gestión pesquera. Como es habitual, y como ha ocurrido históricamente en casi todos los mares, los pescadores llegaron a Alborán antes que los científicos.

El formulario de datos normalizado de la Red Natura 2000 del actual LIC de Alborán (ES6110015) considera la pesca como el único impacto negativo en el LIC, distinguiendo entre pesca de arrastre y pesca recreativa (ambas con impacto alto), y pesca mediante redes de deriva (impacto medio).

Sin embargo, en Alborán se suman al impacto de la pesca la contaminación y los efectos del cambio climático que, junto a otros impactos humanos, conforman en conjunto el llamado “cambio global” y constituyen una seria amenaza para unos valiosos ecosistemas marinos que apenas empiezan a conocerse. Estos impactos son de carácter general y afectan a todos los océanos, aunque eventos locales de contamina-

ción superficial, como los vertidos de petróleo, podrían afectar gravemente a las comunidades de la plataforma de Alborán, sobre todo a las de aguas más someras, que contienen especies amenazadas como *Patella ferruginea*.

La pesca

El inicio de la pesca en la isla de Alborán está datado en 1885, habiéndose mantenido las actividades pesqueras hasta la actualidad, aunque evolucionando de forma diversa a lo largo del tiempo. Las primeras embarcaciones provenían del puerto de Almería, situado a más de 100 kilómetros de la isla. En los comienzos, se utilizaron artes selectivas, como trasmallos, palangres, cerco o nasas^{glo}, que fueron desplazadas progresivamente por artes de arrastre de fondo. En la actualidad, la plataforma de Alborán es frecuentada tradicionalmente por pesqueros con base en Almería, Adra y Motril e, incluso, ocasionalmente, por pesqueros de La Caleta de Vélez (Málaga) y otros puertos más alejados (Carboneras, Garrucha). La duración de la travesía (entre 5 y 10 horas, dependiendo del puerto de partida) y las condiciones climáticas cambiantes y frecuentemente adversas hacen de Alborán un caladero difícil, sólo apto para buques de pesca comercial de gran potencia y eslora, como los arrastreros, que se centran en recursos de elevado valor comercial, como la gamba roja o rayao (*Aristeus antennatus*).

La pesca profesional está regulada en la Reserva de Pesca de la Isla de Alborán, pudiendo practicarse con artes de arrastre de fondo (dirigidas a la captura de la gamba roja y otras especies de fondo), con palangre de fondo, de superficie y otros artes de anzuelo, así como con artes de cerco dirigidas a pequeños pelágicos. El arrastre de fondo está prohibido por dentro de la isóbata de 70 metros y se efectúa en periodos de 5 a 10 días (los buques deben cesar su actividad y regresar a puerto antes de transcurridos 10 días desde la fecha de salida) o de 5 días por semana.

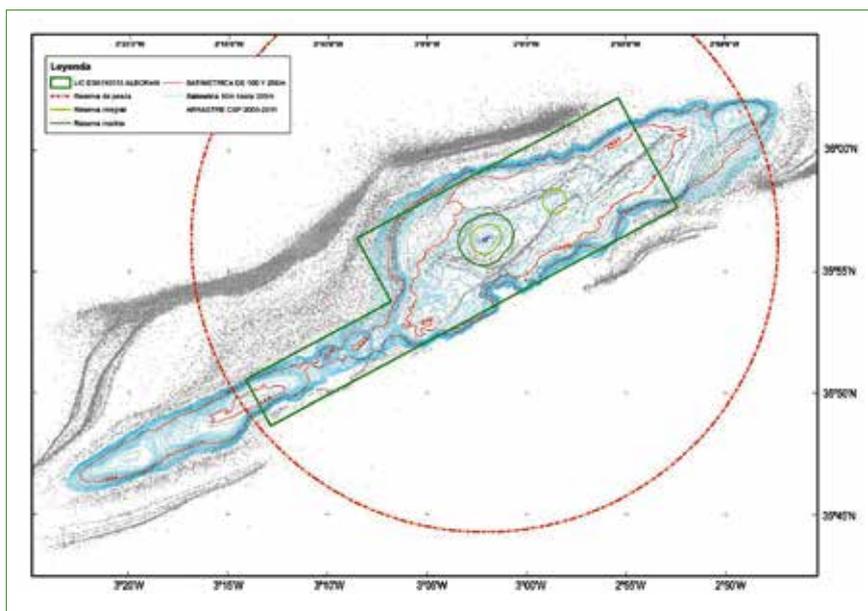


Figura 7.1 Mapa de distribución de registros de arrastre (VMS, “Vessel Monitoring System”) entre los años 2005 y 2010; se representan en rojo las isóbatas de 100 y 200 metros. La huella más intensa en el talud norte corresponde a la pesca extractiva de la gamba roja (*Aristeus antennatus*). (Juan Goutayer/INDEMARES-Alborán).

Dentro de la Reserva Marina, pero fuera de la Reserva Integral (véase figura 7.1), está prohibida toda clase de extracción de flora y faunas marinas, excepto la pesca profesional, con artes y aparejos tradicionalmente utilizados en la zona (palangre de fondo, cacea al curricán, cañas con cebo vivo y cerco dirigido a pequeños pelágicos). En las zonas de Reserva Integral está prohibido cualquier tipo de pesca y la extracción de fauna y flora. La pesca de recreo está permitida en la Reserva de Pesca y en la Reserva Marina, exclusivamente en la modalidad de cacea al curricán.

Las artes tradicionalmente utilizadas en la zona son las redes de arrastre bentónicas, las redes fijas de tipo trasmallo y los palangres; estas últimas suelen calarse sobre fondos rocosos o en sus proximidades por embarcaciones tradicionales de Adra y Roquetas de Mar. Estas dos modalidades de pesca se ejercían en cor-

tos periodos de 1 o 2 días, aprovechando el buen estado de la mar durante la primavera y el verano, pero en la actualidad el palangre prácticamente ha desaparecido o se practica de forma muy esporádica, lo mismo que la pesca de cerco. A mediados del siglo XX, se utilizaron también nasas durante unos años, pero hoy día el trasmallo y la pesca con nasas no están permitidos en las Reservas Marina y de Pesca. Hasta 1999, se extraía también coral rojo mediante diversos métodos, incluido el

enormemente destructivo de la “barra italiana”. Desde 1999, no se han concedido autorizaciones para la explotación del coral rojo.

En la actualidad, predomina la pesca de arrastre, con 69 embarcaciones autorizadas en la modalidad de arrastre de fondo en el caladero de Alborán y su Reserva de Pesca (Resolución de 31 de enero de 2011), de las cuales 58 permanecen operativas. La mayoría tiene su base en los puertos de Almería (20), Motril (15) y Garrucha (8), pero también están autorizados pesqueros de Santa Pola (5), Adra (3), La Caleta de Vélez (2), Carboneras (2), Marbella (1), Águilas (1) y Torre Vieja (1). Este considerable esfuerzo de pesca se ha mantenido más o menos estable en los últimos años (desde 1993). La flota de arrastre se centra en la pesca de la gamba roja, faenando entre 500 y 800 metros de profundidad. El examen del mapa de la huella pesquera (Figura 7.1) muestra que el principal esfuerzo de

Año	Total registros para toda el área	Nº barcos	Registros a menos de 200 m	Nº de barcos a menos de 200 m	% de registros a menos de 200 m
2009	15.032	30	1.133	17	7,54
2010	12.934	26	1.439	16	11,13
2011	10.821	29	981	25	9,07

Tabla 7.1. Registros de arrastre para toda el área de pesca de Alborán, desglosados por años y número de barcos, desglosando también los registros y el número de barcos que faenan a menos de 200 metros.

Fuente: (Juan Goutayer/INDEMARES-Alborán).

la pesca de arrastre se concentra en los caladeros de gamba roja situados al norte de la isla, pero también muestra una considerable actividad de este tipo de pesca en el interior del LIC, e incluso en las zonas de Reserva Marina y de Reserva Integral, que incide sobre los valiosos fondos de “maërl” y de cascajo.

En los últimos años, los registros de actividad en las zonas situadas por encima de 200 metros se han mantenido en niveles similares (Tabla 7.1), con una media del 9,24% del total de los registros en el conjunto de los 3 años.

El estudio de las marcas de arrastre con el sónar de barrido lateral muestra también una imagen parecida del impacto en estas zonas teóricamente protegidas, aunque no sea posible establecer la fecha de las marcas, que podrían permanecer en el fondo durante largo tiempo (Figura 7.2).

Los transectos realizados con el ROV permitieron apreciar numerosas marcas dejadas por las puertas de las redes de arrastre en los fondos de cascajo (Figura 7.3).

Esas marcas son difícilmente apreciables sobre los fondos de “maërl”, aunque las figuras 7.1 y 7.2 muestran que también son afectados. La pesca con redes de arrastre, dragas y redes de cerco sobre fondos coralígenos y de “maërl” está expresamente prohibida en el Mediterráneo por el Reglamento (CE) relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el mar Mediterráneo¹, y por la Orden ARM/143/2010², por

la que se establece un Plan Integral de Gestión para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo.

Los fondos rocosos tienen de por sí una defensa eficiente contra el arrastre, aunque las redes a menudo pasan tan cerca de ellos que a veces los afectan. Sin embargo, los fondos sedimentarios están sujetos a profundas alteraciones por esta actividad.

El mayor impacto sobre los fondos rocosos se debe a restos de cabos, cables, sedales y redes que quedan enganchados, y que aparecen con frecuencia en las imágenes del ROV (Figuras 7.5 a 7.9). Las redes “muertas” causan mortandad en la fauna, ya que siguen “pescando” durante un tiempo muy largo. Con el tiempo, el desarrollo de epifauna sobre las redes les proporciona suficiente visibilidad para ser esquivadas por los peces. Los cabos, cables y sedales dañan también los delicados tejidos de las esponjas, corales y gorgonias, pudiendo ser una causa importante de mortalidad en estos longevos organismos.

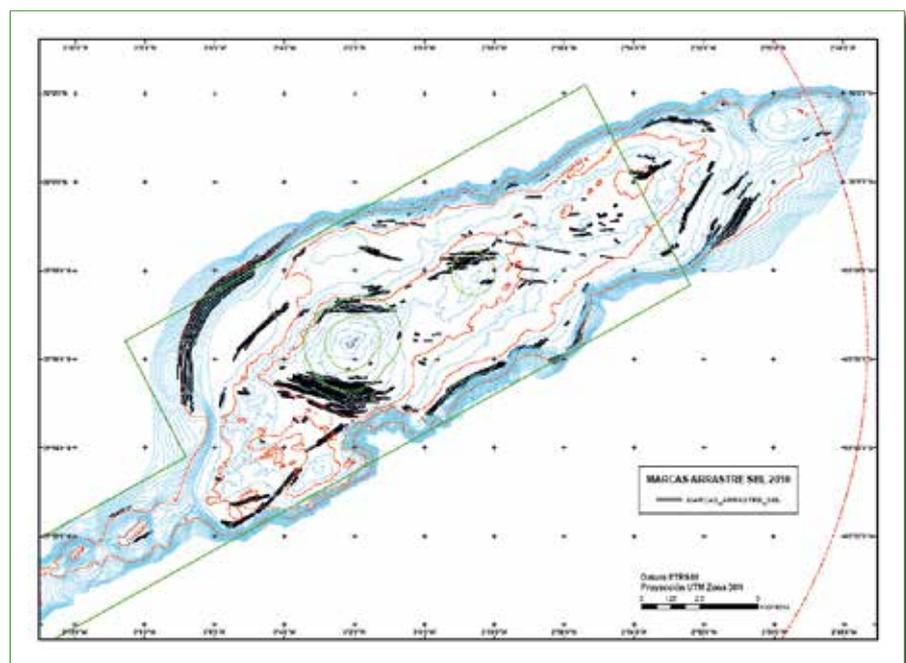


Figura 7.2. Marcas de arrastre registradas con el sónar de barrido lateral. Se representan en rojo las isóbatas de 70, 100 y 200 metros, junto a los límites (en verde) de la Reserva Marina, Reserva Integral, Reserva de Pesca y del LIC. (Juan Goutayer/INDEMARES-Alborán).

¹ 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 y por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 2847/93 y se deroga el Reglamento (CE) nº 1626/94. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L409/11-L409/85, 30-12-2006.

² Orden ARM/143/2010, de 25 de enero, por la que se establece un Plan Integral de Gestión para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo. *BOE*, núm. 27, de 1 de febrero de 2010.



Figura 7.3. Marcas de arrastre sobre un fondo de cascajo (188 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 7.4. Un mero gris (*Epinephelus caninus*) sobre fondo rocoso (93 metros). La presencia de especies muy cotizadas en el mercado es un atractivo para los pescadores, pese a la distancia desde los puertos de desembarque.
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

Posiblemente, el impacto más significativo de la pesca no es el que resulta visible en el fondo, sino el que consiste en la captura de ejemplares reproductores de especies de alto valor económico y ecológico (como el mero *Epinephelus marginatus* o el pargo *Pagrus pagrus*), en cantidad incompatible con la estabilidad de las poblaciones (Figura 7.4). Este aspecto es imposible de cuantificar cuando se debe a una pesca no declarada (en realidad ilegal) desde barcos deportivos y, probablemente, constituye en este momento una importante amenaza para la conservación de los recursos pesqueros de Alborán y la integridad del LIC. La pesca submari-



Figura 7.5. Cabos enganchados en un fondo rocoso (129 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 7.6. Restos de un trasmallo sobre un fondo de cascajo (96 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 7.7. Líneas de pesca enganchadas en una colonia del coral *Dendrophyllia ramea* (95 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

na furtiva e ilegal, utilizando equipo autónomo, ha sido también detectada en la zona.

Para las tortugas marinas y los cetáceos, las principales amenazas y riesgos de captura accidental se deben a las actividades pesqueras ilegales de flotas extranjeras que emplean redes de deriva, cuya presencia se ha constatado en ocasiones en la Reserva de Pesca. Los palangres de superficie representan un riesgo

potencial de captura accidental para la tortuga boba, si no se tienen en consideración los principales factores de riesgo (cebo de cefalópodo, anzuelos cerca de la superficie en horario diurno, etc.). Otros riesgos potenciales para las tortugas marinas a tener en cuenta son la colisión con embarcaciones rápidas, así como la contaminación por residuos plásticos, cordajes y redes abandonadas, que pueden aumentar considerablemente su mortalidad.



Figura 7.8. Restos de una barra, posiblemente perteneciente a un antiguo arte de “barra italiana”, sobre un fondo de cascajo (110 metros). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



Figura 7.9. Restos de paños de red (a la derecha de la imagen), probablemente de una “barra italiana”, junto a colonias de coral rojo (*Corallium rubrum*). **Foto:** Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.

Residuos sólidos

La presencia de basuras en el fondo se ha detectado en algunas ocasiones en las imágenes de ROV (Figura 7.10) y se debe esencialmente al vertido de residuos por parte de barcos pesqueros o deportivos que navegan sobre la plataforma.

Por otro lado, la presencia de plásticos flotantes movidos por las corrientes supone un riesgo potencial para animales como los cetáceos y las tortugas marinas, cuyo alcance no ha sido evaluado aún.

Aunque la zona se encuentra alejada de las principales rutas de navegación, unos 60.000 buques comerciales transitan anualmente por

el mar de Alborán, lo que supone un riesgo constante e importante de vertidos por accidente, especialmente graves en el caso de los hidrocarburos, que pueden ser transportados

por las corrientes hasta la isla de Alborán. La escasez de tráfico marítimo cercano hace que la contaminación acústica en la zona pueda considerarse baja.



Figura 7.10. Restos, probablemente de una nevera, en un fondo de cascajo (176 metros).
Foto: Universidad de Málaga/INDEMARES-Alborán.



8 Marco de protección de la zona

El marco de protección previo

La importancia y la singularidad de las biocecosis y recursos marinos conocidos en la isla de Alborán con anterioridad a la realización del proyecto INDEMARES han dado lugar al establecimiento de diversas figuras de protección de ámbito regional, nacional e internacional.

En 1997, se creó la Reserva Marina y la Reserva de Pesca de la isla de Alborán (Figura 8.1), que comprende dos zonas situadas en aguas exteriores: la primera de ellas, hasta una milla alrededor de la isla, incluye una Reserva Integral de media milla de anchura, y la segunda es un círculo de media milla de diámetro alrededor del promontorio submarino “Piedra Escuela” (situado al noroeste de la isla y también Reser-

va Integral). La Reserva de Pesca se extiende en aguas exteriores hasta 12 millas de la isla de Alborán, excluyendo las zonas de Reserva Marina. La Reserva Marina y la Reserva de Pesca de la isla de Alborán se declararon para proteger fondos de alto valor biológico, ecológico y pesquero, en los que se encuentran hábitats de gran interés y representativos del Mediterráneo, que albergan una elevada biodiversidad.

En 2001, el conjunto de la isla de Alborán y de sus fondos marinos se declaró como Zona Especialmente Protegida de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM), dentro del ámbito del Convenio de Barcelona.

La Junta de Andalucía, por su parte, declaró en 2003 el “Paraje Natural de Alborán”, que comprende el territorio de la isla de Alborán, el islo-

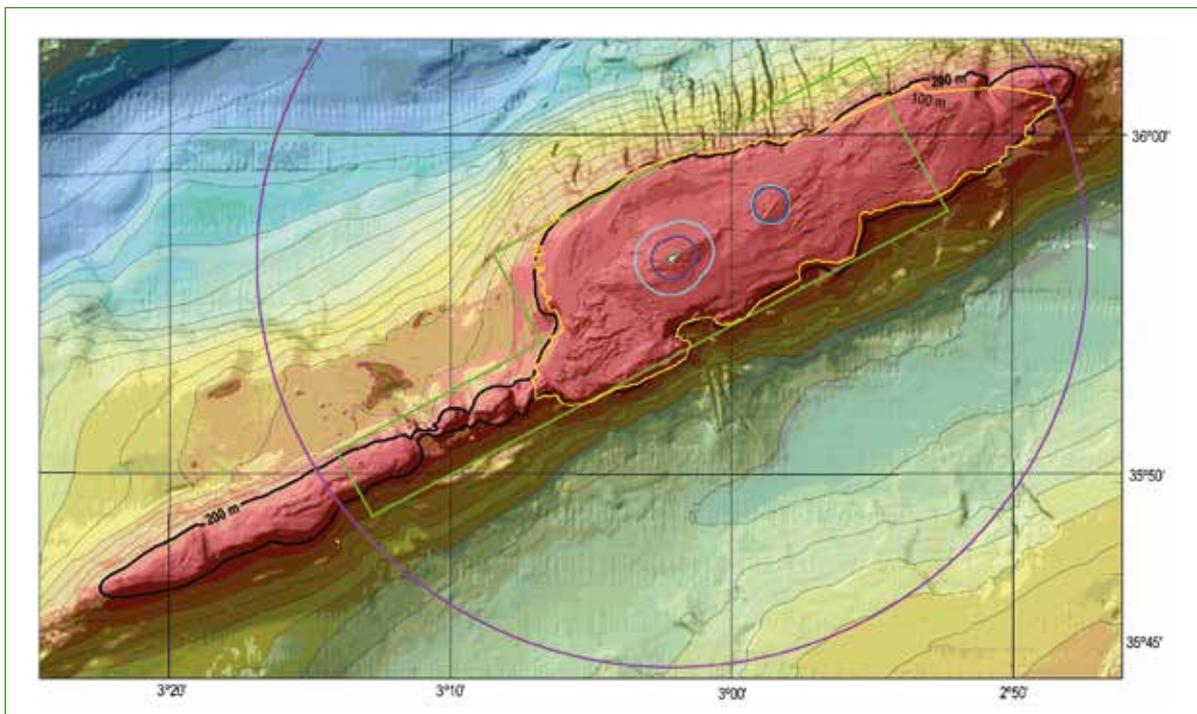


Figura 8.1. La plataforma de Alborán. La línea celeste señala los límites de la Reserva Marina; la azul, los de la zona de Reserva Integral; la morada, la de la Reserva de Pesca, y la línea verde, los límites actuales del LIC de Alborán. La línea negra señala la zona de estudio del proyecto INDEMARES-Alborán, delimitada por la isóbata de 200 metros. La batimetría está tomada del mapa del mar de Alborán (hoja MA-6: Isla de Alborán), realizado por el Instituto Español de Oceanografía y publicado por la Secretaría General de Pesca Marítima. La topografía de la plataforma se ha completado con los datos de la campaña de sónar de barrido lateral (línea amarilla) realizada por GEHYM para el proyecto INDEMARES (isóbatas principales cada 100 metros, secundarias cada 25 metros).

te de la Nube y las aguas y los fondos marinos que las rodean. El plan de ordenación de recursos naturales, tanto para la ZEPI como para el Paraje, se publicó en 2005. En el Paraje Natural está prohibida la pesca submarina, el marisqueo y la práctica de deportes a motor, y no se permite la instalación de nuevas infraestructuras, como emisarios submarinos, arrecifes artificiales o cultivos marinos.

En el ámbito europeo, el entorno de la isla de Alborán está declarado como Lugar de Interés Comunitario (LIC) dentro de la red Natura 2000 (LIC ES6110015), con una superficie de unas 26.400 hectáreas (26.375,32, según la actual ficha del LIC, y 26.456,7, según el plan de ordenación) que coincide con el Paraje y la ZEPI (Figura 8.1).

En lo que se refiere a la legislación española, la Ley de la Red de Parques Nacionales (2007) incluye una lista de sistemas naturales marinos españoles a representar en la red de parques nacionales. La zona de Alborán fue identificada en 2006 como un área natural compatible con la figura de Parque Nacional, dado que aportaría una buena representación de 10 de los 13 sistemas naturales marinos a representar en la Red de Parques Nacionales, a saber: fondos detríticos y sedimentarios, fondos de “maërl”, comunidades coralígenas, áreas pelágicas de paso, reproducción o presencia habitual de cetáceos o grandes peces migradores, grandes montañas, cuevas, túneles y cañones submarinos, comunidades singulares de grandes filtradores (esponjas, ascidias y briozoos), comunidades de algas fotófilas o laminariales, comunidades de sustrato duro con poblamientos de algas fotófilas o esciáfilas, veriles y escarpes de pendiente pronunciada y bajos rocosos. Faltarían únicamente en la zona los sistemas asociados a emanaciones gaseosas submarinas y las praderas de fanerógamas marinas. La presencia en la zona de los bancos de corales profundos está aún por comprobar.

Valor ecológico y biodiversidad

En la isla de Alborán y su plataforma (hasta 200 metros) se han identificado trece comunidades bentónicas (Tabla 8.1). Nueve de ellas son de aguas someras (hasta unos 40 metros), y se conocen relativamente bien por trabajos anteriores. Entre ellas, destacan los “bosques”

de algas laminariales, que es una comunidad singular y casi única en el Mediterráneo. El esfuerzo principal del proyecto INDEMARES-Alborán se ha centrado en las cuatro comunidades más profundas, mucho menos conocidas: roca circalitoral coralígena, roca profunda, “maërl” y de cascajo profundo. Todas ellas presentan una elevada diversidad. Las comunidades de roca circalitoral y roca profunda (y también las 9 comunidades de fondos rocosos más someros) se consideran incluidas en el hábitat 1170 (Arrecifes) de la Directiva de Hábitats. Las otras dos comunidades son de sustrato blando y no tienen equivalente en los hábitats de la Directiva. La comunidad del “maërl” o de rodolitos es bien conocida y se trata de un hábitat de especial interés para la conservación para el que, como se ha dicho, existen algunas medidas de gestión (Reglamento CE nº 1967/2006; Orden ARM/143/2010). Dos especies de algas que forman rodolitos (*Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*) se encuentran igualmente recogidas en el Anexo V de la Directiva de Hábitats (Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la Naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión), pero esa es la única referencia a los fondos de “maërl” que aparece en la Directiva. La plataforma de Alborán contiene posiblemente uno de los fondos de “maërl” más extensos del Mediterráneo, junto con el canal de Sicilia. La conservación de un área tan extensa y continua se debe considerar como un objetivo prioritario.

Por último, la comunidad de los fondos de cascajo profundo biógeno, poco conocida hasta ahora y, por otra parte, escasamente representada en el Mediterráneo, ha resultado ser tan diversa y valiosa como el “maërl”, pero carece en la actualidad de medida de gestión alguna.

De los 9 hábitats marinos de interés comunitario, el único presente en los fondos de la isla de Alborán es precisamente el más amplio y heterogéneo, el 1170 (Arrecifes). De la superficie de la plataforma de la isla de Alborán comprendida entre 0 y 200 metros (27.534,6 hectáreas), 2.162,2 hectáreas (7,85%) corresponden a sustrato rocoso, y podrían considerarse comprendidas dentro del amplio concepto del hábitat 1170. En el formulario normalizado de datos de la Red Natura 2000 (con fecha de actualización 20/03/05), se señala en el LIC de la isla de Alborán (ES6110015) una cobertura errónea del 80% para este hábitat, y se le atribuye una represen-

Comunidad	Equivalencia en la Directiva de Hábitats
Comunidad de la roca supralitoral	Arrecifes 1170
Comunidad de la roca mediolitoral	Arrecifes 1170
Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido	Arrecifes 1170
Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente protegido	Arrecifes 1170
Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente batido con erizos (blanquizales)	Arrecifes 1170
Comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales en ambiente calmo	Arrecifes 1170
Comunidad de algas hemiesciáfilas infralitorales de ambiente batido	Arrecifes 1170
Comunidad de algas esciáfilas infralitorales	Arrecifes 1170
Comunidad de algas laminariales	Arrecifes 1170
Comunidad de la roca circalitoral (coralígena)	Arrecifes 1170
Comunidad de la roca circalitoral profunda	Arrecifes 1170
Comunidad de “maërl” o de rodolitos	Sin equivalencia
Comunidad de los fondos de cascajo profundo	Sin equivalencia

Tabla 8.1. Comunidades presentes en la plataforma de la isla de Alborán entre 0 y 200 metros, y su equivalencia en la Directiva 92/43/CEE de Hábitats.

tatividad y un estado de conservación excelente. Las observaciones realizadas durante este proyecto permiten suscribir globalmente esa valoración en lo que se refiere a dicho hábitat. En la información contenida en dicho formulario se encuentran otros errores importantes, como señalar la presencia en el LIC de Alborán de las fanerógamas marinas *Zostera marina*, *Zostera noltii* y *Posidonia oceanica* y del alga *Laminaria rodriguezii*, especies que no se han encontrado en la zona.

El Mediterráneo está considerado como una de las regiones del mundo con mayor biodiversidad marina, y contiene entre el 4 y el 18% de las especies marinas conocidas en sólo el 0,82% de la superficie oceánica. Sin embargo, la distribución de la diversidad es heterogénea a lo largo de su cuenca, con una mayor riqueza de especies en la parte occidental que en la oriental. El mar de Alborán se considera en su conjunto un punto caliente (“hotspot”) de diversidad, gracias a su localización cercana al estrecho de Gibraltar (por lo que recibe la influencia de la corriente atlántica entrante), a la alta productividad de la cuenca y a un amplio rango de condiciones físico-químicas del medio marino. Como se ha dicho, en la plataforma de Alborán se encuentra algo más de la cuarta parte (26,9%) de

la diversidad total de especies del Mediterráneo de los grupos estudiados. Si se considera, además, que la superficie de la plataforma de Alborán situada por encima de los 200 metros es de 27.534,6 hectáreas (275,346 kilómetros cuadrados), se concluye que el 26,9% de la diversidad en el Mediterráneo de esos grupos se concentra en el 0,01% de la superficie del Mediterráneo (2.510.000 kilómetros cuadrados).

Muchas de las especies que se encuentran en Alborán son raras o poco comunes en el Mediterráneo, y aparecen con relativa frecuencia en esta zona. Además, al menos 32 nuevas especies han sido descritas de los fondos próximos a la isla. Muchas de ellas no se conocen de otro lugar y quizá sean endémicas, como probablemente ocurre con el gasterópodo *Trophonopsis alboranensis*.

Por otra parte, en Alborán aparecen más de 50 especies que figuran en diversas listas de especies amenazadas (Tabla 8.2). Otras muchas, aunque no aparecen todavía en dichas listas, deberían estar incluidas en ellas, como diversas especies estructurales, longevas y vulnerables, entre las que se encuentran algas (laminariales y rodofíceas constituyentes del “maërl”, por ejemplo), gorgonias, corales y esponjas.

Especies	CB	CEEA-LESRPE	DH	LRVA	CAEA LAESRPE	IUCN
ALGAS						
<i>Cystoseira spp.</i>	II					
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	II	+			+	
<i>Lithothamnion corallioides</i>			M			
<i>Phymatolithon calcareum</i>			M			
PORÍFEROS						
<i>Axinella polypoides</i>	II	+			+	
<i>Geodia cydonium</i>	II	+			+	
<i>Tethya aurantium</i>	II					
<i>Sarcotragus pipetta</i>	II					
<i>Spongia officinalis</i>	III					
CNIDARIOS						
<i>Astroides calycularis</i>	II	V			V	
<i>Savalia savaglia</i>	II	+			+	
<i>Eunicella verrucosa</i>						V
<i>Corallium rubrum</i>	III		M			
MOLUSCOS						
<i>Patella ferruginea</i>	II	PE	E		PE	
<i>Cymbula nigra</i>	II	+			+	
<i>Dendropoma petraeum</i>	II	V			V	
<i>Erosaria spurca</i>	II	+			+	
<i>Luria lurida</i>	II	+			+	
<i>Schilderia achatidea</i>	II	+			+	
<i>Ranella olearium</i>	II	+			+	
<i>Monoplex parthenopeus</i>						PM
<i>Charonia lampas</i>	II	V			V	PM
<i>Mitra zonata</i>	II	+			+	
<i>Lithophaga lithophaga</i>	II	+	E		+	
<i>Pinna rudis</i>	II	+			+	
CRUSTÁCEOS						
<i>Maia squinado</i>	III					
<i>Homarus gammarus</i>	III					

Especies	CB	CEEA-LESRPE	DH	LRVA	CAEA LAESRPE	IUCN
<i>Palinurus elephas</i>	III					
<i>Scyllarides latus</i>	III					
<i>Scyllarus arctus</i>	III					
<i>Scyllarus pygmaeus</i>	III					
EQUINODERMOS						
<i>Centrostephanus longispinus</i>	II	+	E		+	
<i>Paracentrotus lividus</i>	III					
<i>Ophidiaster ophidianus</i>	II	+			+	
PECES						
<i>Isurus oxyrinchus</i>	III					PM
<i>Prionace glauca</i>	III					PM
<i>Hippocampus ramulosus</i>	II	+			+	D
<i>Epinephelus marginatus</i>	III					PE
<i>Thunnus thynnus</i>	III					PM
<i>Xiphias gladius</i>	III					PE
REPTILES						
<i>Caretta caretta</i>	II	V	C, E	PE	V	PE
MAMÍFEROS						
<i>Balaenoptera physalus</i>	II	V	E	PM	V	PE
<i>Ziphius cavirostris</i>	II	+	E	D	+	D
<i>Delphinus delphis</i>	II	V	E	PC	V	PE
<i>Stenella coeruleoalba</i>	II	+	E	V	+	PM
<i>Tursiops truncatus</i>	II	V	C, E	V	V	D
<i>Globicephala melas</i>	II	V	E	D	V	PM
<i>Grampus griseus</i>	II	+	E	D	+	D
<i>Orcinus orca</i>	II	+	E	D	+	PM
<i>Physeter macrocephalus</i>	II	V	E	V	V	V
<i>Monachus monachus</i>	II	PE	C	PC	PE	PC

Tabla 8.2. Especies de los alrededores de la isla de Alborán (excepto Aves) que figuran en listas de especies amenazadas. Abreviaturas: CB, Convenio de Barcelona (II, especies en peligro o amenazadas; III, especies cuya explotación debe regularse); CEEA-LESRPE, Catálogo Español de Especies Amenazadas-Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial; DH, Directiva de Hábitats; LRVA, Libro Rojo de los Vertebrados de Andalucía; CAEA-LAESRPE, Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas y Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial; IUCN, Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Mundial para la Naturaleza; C, conservación de hábitats; D, datos insuficientes; E, estrictamente protegida; M, medidas de gestión; PC, peligro crítico; PE, peligro de extinción; PM, preocupación menor; V, vulnerable; +, incluida en listado. Modificada de Nevado *et al.* (2006).

La mayoría de las especies marinas de Alborán citadas en el Anexo II de la Directiva de Hábitats (Especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta) son grandes vertebrados, como los delfines. Los invertebrados, que constituyen la inmensa mayoría de la fauna, no están adecuadamente representados en los Anexos de la Directiva, aunque muchos de ellos sean especies de gran interés desde el punto de vista de la conservación.

El coral rojo (*Corallium rubrum*) es uno de los dos invertebrados marinos recogidos en el Anexo V de la Directiva de Hábitats (el otro es la cigarra de mar, *Scyllarides latus*, que también se encuentra en Alborán). El coral rojo tiene una importancia especial en la plataforma de Alborán, en la cual aún es frecuente pese a haber sido objeto de una intensa explotación comercial hasta finales de la década de 1980, que supuso un elevado impacto en los fondos y la comunidad coralígena.

Considerando la elevada diversidad y el número de especies endémicas, raras o amenazadas de la plataforma de la isla de Alborán, y que sus comunidades están amenazadas por la actividad humana (esencialmente, por la pesca), esta zona reúne las características necesarias para considerarse en sí misma un “punto caliente” de diversidad dentro del Mediterráneo y del propio mar de Alborán.

Motivos para la protección de la zona

Los criterios utilizados en la selección de áreas a estudiar del proyecto INDEMARES fueron: representación biogeográfica de las áreas propuestas, presencia de estructuras submarinas de interés para su conservación y estudio, presencia de especies o hábitats amenazados y presencia de áreas naturales bien conservadas.

En lo que se refiere a la representación biogeográfica, la localización del área estudiada en el mar de Alborán, cuenca de encuentro del Atlántico y del Mediterráneo, hace que esta zona, como ya se ha comentado, sea de gran interés biogeográfico por encontrarse en ella especies de ambos mares. Su origen volcánico, junto con las estructuras geomorfológicas submarinas a que ha dado lugar, serían acordes con el segun-

do criterio de presencia de estructuras submarinas de interés para su conservación y estudio. En cuanto al tercer criterio, tanto en la isla como en la plataforma y en las aguas que las cubren aparecen especies y hábitats (coralígeno, bosques de laminariales, fondos de “maërl”, etc.) amenazados. Por último, su lejanía de los continentes africano y europeo y su escasez de recursos hídricos han permitido un cierto aislamiento y la ausencia de asentamientos humanos (salvo la actual guarnición militar), lo que favorece que tanto la isla como su entorno todavía estén bien conservados. La plataforma de la isla de Alborán reúne además todos y cada uno de los criterios recogidos en el Anexo I del “Protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo” del Convenio de Barcelona, en el que definen los “Criterios comunes para la selección de las zonas marinas y costeras protegidas que puedan incluirse en la Lista de ZEPIM”. Es indispensable que tengan previamente un estatuto legal y que, además, desempeñen una función importante en la conservación de los componentes de la diversidad biológica en el Mediterráneo, que contengan ecosistemas típicos de la zona mediterránea o los hábitats de especies en peligro, y tengan un interés científico, estético, cultural o educativo especial.

Igualmente, la plataforma de Alborán cumple los criterios para las especies y los hábitats amenazados y/o en declive de aplicación para las aguas próximas del Atlántico recogidos en el Convenio OSPAR (2008), que pueden resultar de utilidad en regiones con características como el mar de Alborán y permitirían una mayor precisión en la descripción de los hábitats esenciales y vulnerables de la plataforma de Alborán. En la zona se encuentran diversos hábitats que reúnen todos o algunos de estos criterios (importancia global y regional, rareza, sensibilidad, importancia ecológica, situación de declive a nivel regional). Así, puede considerarse en el área estudiada la existencia de los siguientes hábitats amenazados presentes en la lista de la Convención de OSPAR (2008): montes submarinos (la propia plataforma en su conjunto constituye en sentido amplio la cima de un monte submarino o, más bien, parte de una cordillera), agregaciones de esponjas profundas, fondos de “maërl”, fondos de pennatuláceos y megafauna excavadora y jardines de coral. Dado que se encuentran a mayor profundidad que la estudiada en el proyecto INDEMARES, no se ha podido

constatar en Alborán la existencia de comunidades de corales profundos (“corales blancos”) como *Lophelia pertusa* o *Madrepora oculata*, aunque se han citado en la zona y es probable que aparezcan en las todavía inexploradas laderas del talud insular.

A estos hábitats de la Convención OSPAR habría que añadir los bosques de laminariales, que están considerados como uno de los ecosistemas más ricos del mundo. En las regiones OSPAR, las laminariales son tan abundantes que no están incluidas en las listas de hábitats amenazados. Sin embargo, en el Mediterráneo las laminariales constituyen hábitats singulares. En la plataforma de Alborán se encuentran los bosques de laminariales más extensos del mar de Alborán.

Los motivos para la protección de la plataforma de Alborán pueden resumirse como sigue:

1) Las once comunidades de fondos rocosos encontradas se consideran incluidas en el hábitat “Arrecifes” (1170) de la Directiva de Hábitats. Todas ellas tienen una elevada diversidad y valor ecológico.

2) Las otras dos comunidades presentes en Alborán (“maërl” y fondos de cascajo profundo) son de fondos blandos y no están contempladas en la Directiva de Hábitats, pero su protección se considera prioritaria por las razones que se han detallado anteriormente.

3) La plataforma de la isla de Alborán y las comunidades que contiene son, por su diversidad, singularidad, proporción de especies endémicas, raras, de interés científico, o esenciales para el mantenimiento de la comunidad o del ecosistema en su conjunto, por la vulnerabilidad de dichas especies y comunidades al impacto humano, y por el buen estado de conservación de las comunidades, un patrimonio natural de enorme valor que requiere medidas estrictas de conservación.

Propuestas de gestión

La implementación de medidas para la gestión y conservación de un área como la plataforma in-

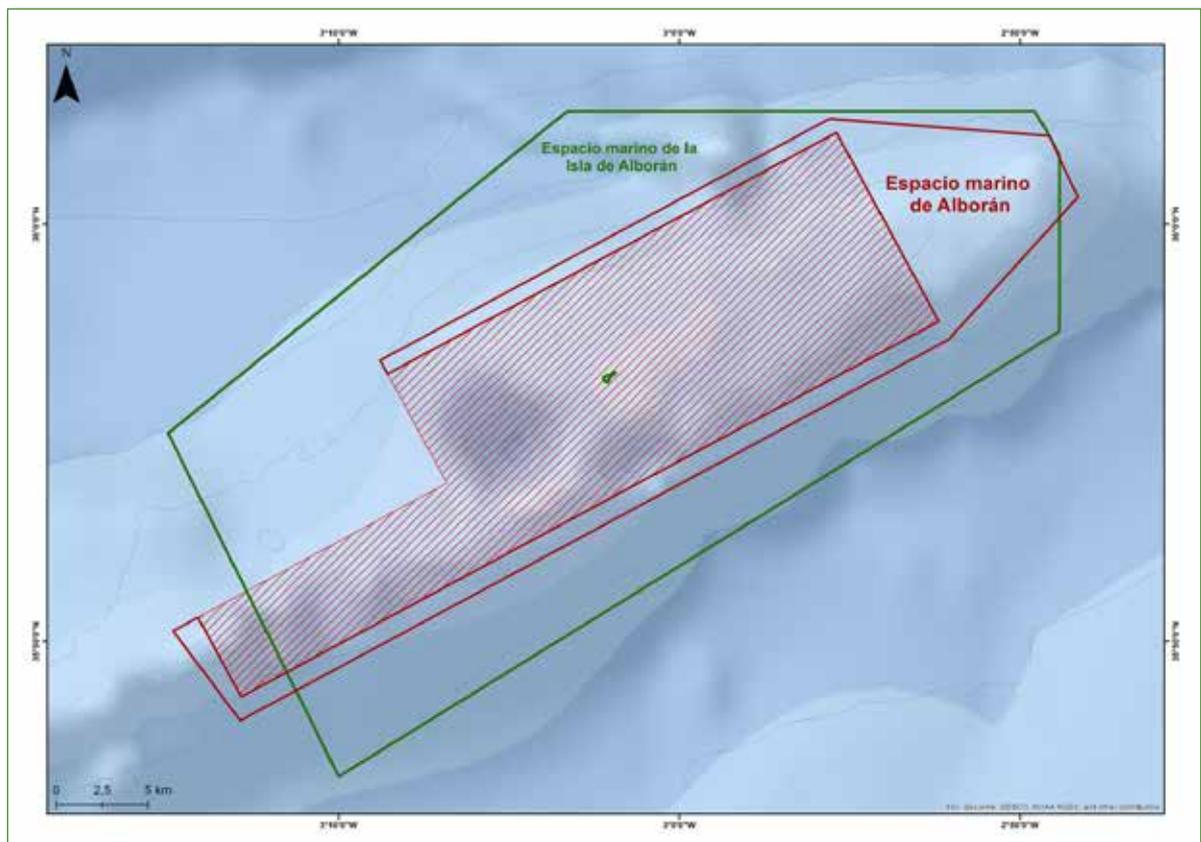


Figura 8.2. El actual LIC ES6110015 Alborán, delimitado con línea roja fina y rayado en el interior, la propuesta del nuevo LIC ESZZ16005 Espacio marino de Alborán, delimitado con línea roja gruesa, y la nueva ZEPa ES0000505 Espacio marino de la Isla de Alborán delimitada con línea verde. (Fundación Biodiversidad/Mónica Campillos).

sular de Alborán plantea una problemática muy diversa que supone un reto en cuanto al diseño de medidas de gestión y conservación, entre ellas las de vigilancia y seguimiento.

En función de todo lo expuesto anteriormente, se sugiere la discusión de las siguientes medidas:

1) Proponer un nuevo LIC, de forma que quede incluida la totalidad de la plataforma hasta la isóbata de 200 metros, hasta la máxima extensión posible, teniendo en cuenta la extensión de las aguas jurisdiccionales españolas. La figura 8.2 y la tabla 8.3 señalan los límites de la propuesta del nuevo LIC ESZZ16005, cuya superficie sería de 10.886,83 hectáreas. Aunque todas las comunidades que aparecen en la nueva propuesta están adecuadamente representadas en el LIC actual, el nuevo LIC supondría un aumento del 17,2% en la superficie protegida del hábitat Arrecifes (1170), y de otros dos hábitats importantes, los fondos de “maërl” (5,5%) y los fondos de cascajo profundo (49,8%; ver tabla 8.4), cuyo elevado interés ha sido señalado anteriormente. Por otra parte, la protección de toda la plataforma de Alborán por encima de 200 metros en los límites del LIC facilitaría su gestión, sobre todo de cara al control de la pesca.

2) Prohibir cualquier tipo de actividad extractiva (pesca de arrastre, artesanal o recreativa, extracción de recursos renovables o no renovables) en todo el ámbito del LIC. La nueva propuesta de LIC detallada en el punto anterior facilitaría la regulación de la pesca, al dejar clara la prohibición de cualquier tipo de pesca en fondos inferiores a 200 metros.

3) Establecer medidas adecuadas de vigilancia y de seguimiento.

4) Fomentar nuevas investigaciones tanto dentro del LIC, para ampliar la información existente, como fuera de él, para conocer las valiosas comunidades que probablemente existen en el talud insular por debajo de 200 metros, especialmente en las zonas abruptas y similares a cañones de la pared sur, donde puede haber comunidades de corales blancos.

5) Recomendar la inclusión de las comunidades de “maërl” y de cascajo profundo en el Anexo I de la Directiva de Hábitats, en el marco de una propuesta conjunta de nuevos hábitats a incluir en dicho anexo, consensuada entre todos los participantes en el proyecto LIFE+ INDEMARES.

6) Prohibir el vertido o descarga de desechos o sustancias que dañen la zona.

7) Reglamentar el paso de buques y cualquier detención o fondeo.

8) Prohibir la introducción de cualquier especie alóctona o de especies genéticamente modificadas, así como reglamentar la reintroducción de especies que estén o hayan estado presentes en la zona.

9) Reglamentar cualquier actividad de investigación científica.

10) Reglamentar, y en su caso prohibir, cualquier acto que pueda perjudicar a las especies o pueda poner en peligro el estado de conservación de los ecosistemas o de las especies.

VÉRTICE	LATITUD	LONGITUD
A	36° 2,524' N	2° 55,600' O
B	36° 2,117' N	2° 49,146' O
C	36° 0,646' N	2° 48,305' O
D	35° 57,238' N	2° 52,099' O

VÉRTICE	LATITUD	LONGITUD
E	35° 48,101' N	3° 12,886' O
F	35° 50,253' N	3° 14,860' O
G	35° 53,798' N	3° 6,821' O
H	35° 56,741' N	3° 8,779' O

Tabla 8.3. Coordenadas de los vértices del polígono que delimita el LIC ES6110015 Alborán y la propuesta de nuevo LIC (centroide: 35° 56,459' N, 3° 0,799' O).

Comunidad	Equivalencia Directiva de Hábitats	LIC ACTUAL (hectáreas)	PROPUESTA DE NUEVO LIC (hectáreas)
Superficie total	-	26368,34	10886,83
Superficie 0-200 m	-	19474,61	4547,05
Roca infralitoral	1170 Arrecifes	387,96	0
Laminariales *	1170 Arrecifes	872,19	0
Roca circalitoral	1170 Arrecifes	410,71	79,29
Fondos de "maërl"	Sin equivalencia	7230,34	400,87
Roca profunda	1170 Arrecifes	561,68	154,54
Cascajo somero (0-96 m)	Sin equivalencia	3553,99	265,15
Cascajo profundo (96-200 m)	Sin equivalencia	7329,93	3647,2

Tabla 8.4. Superficies marinas, en hectáreas, de las diferentes comunidades abarcadas por el LIC actual (LIC ES6110015 Alborán, excluyendo las 7,66 hectáreas que corresponden a la isla) y por la propuesta de nuevo LIC. Se indica la equivalencia con los hábitats de la Directiva de Hábitats. *Las superficies con Laminariales se superponen en parte a la roca infralitoral, a la roca circalitoral y a los fondos de "maërl".



9 Consecuencias de la protección y posterior gestión del área

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

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

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

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

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

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

En el plan de gestión de una ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), se deben establecer medidas de conservación especiales para evitar que las perturbaciones en el hábitat de las aves por las que se establece la protección de la zona, mermen su supervivencia.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Adicionalmente, la gestión de esa gran red de espacios marinos protegidos debe ser innovadora, puesto que los espacios de la Red Natura 2000 son muy diferentes entre ellos. Algunos se encuentran en zonas alejadas de la costa,

y una gestión tradicional no sería ni adecuada ni realista. Por ello, deben diseñarse medidas novedosas adaptadas a las particularidades de cada uno de los espacios.

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

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

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

El Plan de Gestión a implementar en el área marina de Alborán ha de considerar la pesca como la actividad humana que en la actualidad está alterando de forma más significativa las comunidades y las especies marinas.

La protección y la adecuada gestión posterior del LIC de Alborán permitirán salvaguardar la riqueza y la singularidad de las comunidades y especies marinas que se encuentran en esa zona, que reúne más de la cuarta parte de las especies del Mediterráneo. Más de medio centenar de ellas están protegidas, entre ellas diversos cetáceos, para los que el mar de Alborán constituye un lugar de paso obligado entre el Mediterráneo y el Atlántico y una importante zona de alimentación. Todo ello convierte Alborán en una de las áreas marinas más valiosas de Europa, lo que propició la propuesta inicial de LIC en 1999 y justifica la actual propuesta de nuevo LIC.



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

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

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

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

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

Para garantizar dicha protección se prevé la designación de:

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

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

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

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

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

¹ DO L 206 de 22.7.1992.

² DO L 20/7 de 26.1.2010.

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

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

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

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

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

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

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

HÁBITATS Y ESPECIES

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

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

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



Bancos de arena.

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

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

Praderas de *Posidonia* (*Posidonium oceanicae*)

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

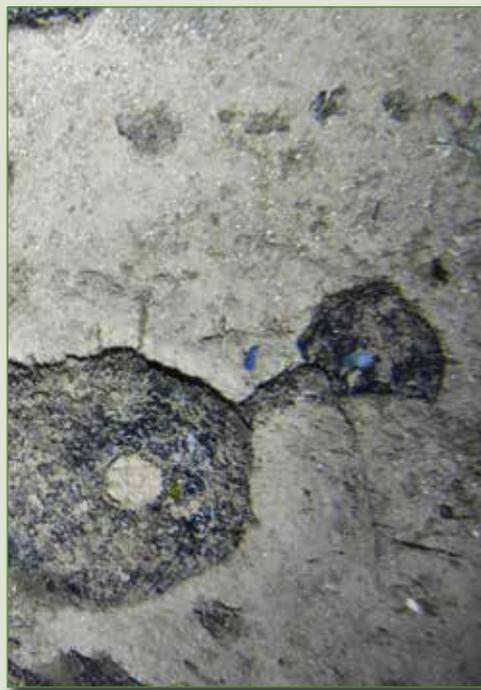
Pradera de *Posidonia oceanica*.Arrecife dominado por la gorgonia *Eunicella singularis*.

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

Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases (Hábitat 1180): Complejas estructuras submarinas que consisten en rocas, enlosados y estructuras tubulares y columnares de hasta 4 metros de altura. Estas formaciones se deben a la precipitación carbonatada compuesta por un cemento resultante de la oxidación microbiana, principalmente, de metano.



Cueva marina sumergida.



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

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

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

Cetáceos:

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

Delfín mular (*Tursiops truncatus*).

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

Reptiles:

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

Tortuga boba (*Caretta caretta*).

Peces:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

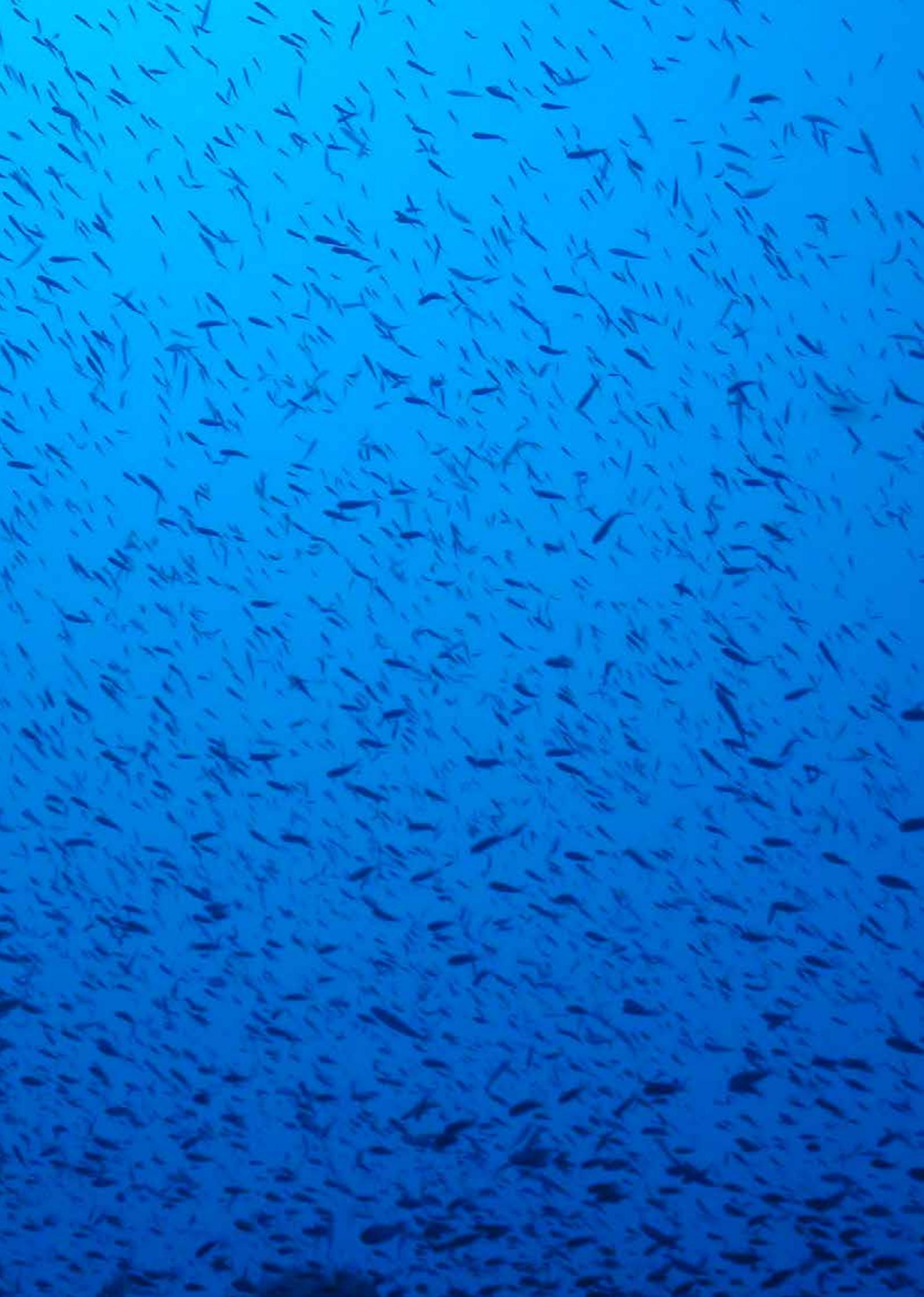
Gaviota de Audouin (*Larus audouinii*).**Charranes:**

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

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

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

Cormorán moñudo mediterráneo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*).



11 Equipo investigador

Universidad Autónoma de Madrid (Fundación de la Universidad Autónoma de Madrid).

Laboratorio de Biología Marina, Departamento de Biología.

C/ Darwin, 2, Universidad Autónoma.
28049 Madrid.

Dr. Ángel Antonio Luque del Villar.

Profesor Titular de Zoología.

Responsable del contrato de asistencia técnica "Caracterización de las biocenosis de los hábitats esenciales o vulnerables de la plataforma submarina de la isla de Alborán en el marco del proyecto LIFE+ Indemares". Participación en la campaña de ROV. Estudio e identificación de moluscos y braquiópodos.

Dr. Eduardo López García.

Profesor Titular de Zoología.

Coordinador del estudio e identificación de los anélidos poliquetos.

Dr. Juan Moreira Da Rocha.

Profesor Ayudante Doctor.

Estudio e identificación de los anélidos poliquetos y crustáceos filocáridos; estudio de la biodiversidad global.

Dra. Marta Pola Pérez.

Profesora Ayudante Doctora.

Estudio e identificación de los moluscos gasterópodos opistobranquios; participación en una campaña de muestreo.

Dra. María Teresa Aguado Molina.

Profesora Ayudante Doctora.

Estudio e identificación de los anélidos poliquetos de la familia Syllidae.

Lic. Vivian Sidney Brusa.

Investigadora contratada.

Separación de muestras y estudio e identificación de moluscos, braquiópodos y anélidos poliquetos.

Lic. Aida Verdes Gorín.

Investigadora contratada.

Separación de muestras y estudio e identificación de moluscos y anélidos poliquetos.

Lic. Patricia Álvarez Campos.

Becaria doctoral.

Estudio e identificación de los anélidos poliquetos de la familia Syllidae.

Universidad de Málaga.

Departamento de Biología Animal, Facultad de Ciencias.

Campus de Teatinos s/n, 29071 Málaga.

Dra. Carmen Salas Casanova.

Profesora Titular de Zoología.

Responsable del contrato de asistencia técnica "Realización de campañas oceanográficas para la caracterización de las biocenosis de los hábitats esenciales o vulnerables de la plataforma submarina de la isla de Alborán en el marco del proyecto LIFE+ Indemares". Participación en una campaña de muestreo. Estudio e identificación de moluscos bivalvos y de equinodermos.

Dr. Serge Gofas.

Profesor Titular de Zoología.

Organizador y jefe de las campañas del contrato de asistencia técnica "Realización de campañas oceanográficas para la caracterización de las biocenosis de los hábitats esenciales o vulnerables de la plataforma submarina de la isla de Alborán en el marco del proyecto LIFE + Indemares". Estudio e identificación de moluscos.

Dra. Elena Bañares España.

Profesora Ayudante Doctora de Botánica.

Estudio del "maërl".

D. Agustín Barrajon Mínguez.

Naturalista y colaborador voluntario.

Participación en la campaña de ROV.

Página anterior: Banco de peces en el borde sur de la plataforma de Alborán (71 m).

Foto: INDEMARES-Alborán Universidad de Málaga.

Dr. Antonio Flores Moya.
Catedrático de Botánica.
Estudio del “maërl”.

Dr. José Enrique García Raso.
Catedrático de Zoología.
Estudio e identificación de los crustáceos decápodos.

Dra. María Eugenia Manjón-Cabeza Clouté.
Profesora Titular de Zoología.
Estudio e identificación de los equinodermos.

D. Sebastián Martín Sánchez.
Estudiante de Biología en la Universidad de Málaga y patrón de pesca de la Caleta de Vélez.
Participación en campaña de muestreo.

D. Nander Palma Sevilla.
Estudiante de Ciencias Ambientales en la Universidad de Málaga.
Participación en campaña de muestreo, separación de Equinodermos.

Dr. Javier Urra Recuero.
Investigador Contratado.
Separación de muestras y estudio e identificación de moluscos.

Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CSIC)

Departamento de Ecología Acuática
Acceso Cala St. Francesc, 14
17300 Blanes (Girona)

Dr. Manuel Maldonado Barahona.
Científico Titular.
Coordinador del estudio e identificación de los poríferos. Participación en la campaña de ROV.

Lic. D^a Cèlia Sitjà Poch.
Investigadora contratada.
Participación en una campaña de muestreo; separación de muestras y estudio e identificación de los poríferos.

Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva.
José Gutiérrez Abascal, 2.
28006 Madrid.

Dr. José Templado González.
Científico Titular.
Recopilación y análisis de la información disponible. Estudio e identificación de los braquiópodos.

Universidad de Alcalá.

Departamento de Zoología y Antropología Física, Edificio de Ciencias.
28871 Alcalá de Henares.

Dr. Juan Junoy Pintos.
Profesor Titular de Zoología.
Estudio e identificación de nemertinos y de crustáceos isópodos; participación en una campaña de muestreo.

Dr. D. José Manuel Viéitez Martín.
Catedrático de Zoología.
Estudio e identificación de anélidos poliquetos de la familia Spionidae.

Universidad de Sevilla.

Departamento de Fisiología y Zoología, Facultad de Biología.
Avda. Reina Mercedes, 6.
41012 Sevilla.

Dr. Pablo José López González.
Profesor Titular de Zoología.
Coordinador del estudio de los cnidarios; participación en una campaña de muestreo.

Dr. César Megina Martínez.
Profesor Ayudante Doctor de Zoología.
Estudio de los cnidarios hidrozoos; participación en la campaña de ROV.

Lic. D. Manuel María González Duarte.
Investigador Contratado.
Separación de muestras y estudio e identificación de los cnidarios.

Muséum National d’Histoire Naturelle de París.

Dra. Viviana Peña Freire.
Investigadora.
Identificación de las algas constituyentes de los fondos de “maërl”.

Juan Jesús Goutayer García. Consultor.

c/ Lope de Vega, 3. Ptl 7, 2^ºB
28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid).

Lic. Juan Jesús Goutayer García.

Consultor.

Responsable del contrato de servicios “Identificación de hábitats marinos en los LIC de la isla de Alborán y las islas Columbretes y su entorno mediante video remolcado”. Elaboración del SIG de Alborán.

D. David Goutayer García.

Cartografía y SIG.

GEHYM, S.L. Geotecnia, Hidrogeología y Medio Ambiente.

C/ Diamante, 8.

45190 Nambroca (Toledo).

Lic. Tomás Sánchez-Horneros Paniagua.

Responsable del contrato de servicios “Identificación previa y clasificación de hábitats por teledetección mediante sónar de barrido lateral en el área LIC de Alborán, Almería.”

Lic. Miguel Ángel Navarro Aranda.

Geofísica marina y posicionamiento.

Lic. Feliciano Martínez González.

Geofísica marina y posicionamiento.

Lic. Luis Viñuales Gálvez.

Geología marina.

SEO/BirdLife

Programa marino

C/ Murcia, 2-8, local 13.

08026 Barcelona

Dr. José Manuel Arcos Pros.

Coordinador del Programa Marino de SEO/BirdLife.

Lic. Juan Bécares de Fuentes.

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

Dr. Albert Cama Torrell.

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

Lic. Miguel Lorenzi Terrés.

Realización de encuestas a pescadores.

Lic. Matxalen Pauly Salinas.

Censo y observación de aves en campañas oceanográficas.

Lic. Beneharo Rodríguez Martín.

Técnico de campo de SEO/BirdLife en el proyecto INDEMARES.

D. José Torrent.

Censo y observación de aves en campañas oceanográficas.

ALNITAK

C/ Nalón, 16.

28240 Hoyo de Manzanares (Madrid).

Dr. Ricardo Sagarminaga van Buiten.

Presidente de la Asociación ALNITAK. Responsable de las acciones de ALNITAK en el proyecto INDEMARES.

D^a Ana Tejedor Arceredillo.

Investigadora de ALNITAK. Coordinadora de la Acción A14 del proyecto INDEMARES.

D^a Pilar Zorzo Gallego.

Técnico medio marino.

D^a Lucía Rueda.

Investigadora sobre tortugas marinas y modelización de datos.

D. David Melero.

Investigador tortugas marinas.

D. Jeppe Delgaard.

Investigador Bioacústica.



12 Agradecimientos

Deseamos expresar nuestra gratitud a las personas que, no formando parte del equipo investigador, han tenido un papel esencial en el buen desarrollo del proyecto.

Desde la fase inicial de este proyecto a finales de 2009, en la cual la investigación de la plataforma de Alborán iba a hacerse bajo la responsabilidad del entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (ahora Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, MAGRAMA), hemos contado con el entusiasmo y el apoyo de Silvia Revenga y Juan Carlos Jorquera, que depositaron su confianza en nosotros desde el primer momento. Esperamos no haberles defraudado. Por el intrincado itinerario posterior del proyecto en el Ministerio nos ayudaron Marta Suárez, Bárbara Díaz, Isabel López y Rafael Hidalgo.

Tenemos mucho a agradecer a Francisco Jiménez Montes, de la OTRI de la Universidad de Málaga, encargado de preparar los documentos oficiales para la licitación, siempre con premura de tiempo, lo que le supuso trabajar los fines de semana para tener la documentación a tiempo. Sin su inestimable ayuda y asesoramiento, hubiese sido imposible la participación de la Universidad de Málaga en el proyecto LIFE + INDEMARES.

Por el mismo motivo, debemos nuestro agradecimiento al personal administrativo de la Fundación de la Universidad Autónoma de Madrid (FUAM), especialmente a Cristina García, que gestionó los documentos para la licitación, y a sus compañeros Inmaculada Martín, Isabel de Puelles, Verónica Novella, Pilar Bonilla, Eva Crespo y José Antonio Martín, y a la Directora de la FUAM, María Artola. Agradecemos también la ayuda de José Ramón Dorronsoro, Vicerrector de Innovación de la UAM.

Agradecemos a Ricardo Aguilar su inestimable ayuda al ofrecernos los vídeos de OCEANA de la plataforma de Alborán, lo que nos permitió

una mejor planificación del ROV en zonas no captadas con anterioridad, así como de los muestreos.

La preparación de las campañas en el “Isla de Alborán”, con medios limitados y con fechas avanzadas, ha sido toda una aventura por parte de instituciones que, como la UMA y la UAM, no poseen ni barcos, ni un fondo de artes de muestreo. Agradecemos a nuestros colegas del Instituto Español de Oceanografía (IEO) de Málaga, Víctor Díaz del Río y Luis Miguel Fernández-Salas, su ayuda con modelos y esquemas de artes de muestreo y con las direcciones de posibles proveedores. La estructura metálica de las dragas fue fabricada, a precio de coste, por el Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad Autónoma de Madrid (SEGAINVEX); debemos un especial agradecimiento por ello a Nuria Díaz, Manuel Pazos y Jesús Martínez. La realización más compleja del bou de varas fue obra de Pedro Duarte, herrero en el puerto de Málaga, cuya pericia nos permitió tener un bou de varas de pequeñas dimensiones y fácil de manejar en un barco pequeño. La puesta a punto de las artes no hubiera sido posible sin el asesoramiento en todo momento de Sebastián Martín, quien, además de su participación en el equipo de las campañas, puso a nuestra disposición toda su larga experiencia de patrón de barco pesquero, y sus “conocidos”. Le debemos haber conocido a Francisco y José Caparrós, los rederos, que nos hicieron unas redes tan perfectas que no se rompieron ni con las grandes piedras que las llenaron en algunas ocasiones.

Sin barco no hay campañas. Tenemos que agradecer la confianza de Adrián Westendorp y Fernando Díaz-Valeiro, dueños de ALNASUR, quienes pusieron el “Isla de Alborán” a nuestra disposición, aun sabiendo que la financiación tardaría. Una vez a bordo, las campañas tuvieron éxito y buen ambiente gracias a la colaboración del patrón, Juan Daniel Costa, del contramaestre “Pepe” Pérez y de los oficiales de puente, José Luis Díaz y Gabriel Camacho.

Nuestra gratitud especial a José Manuel Sáez y Josep Fleta, técnico y piloto respectivamente del ROV de la empresa INSTALSUB, con el que se obtuvieron los vídeos de los ricos fondos de la plataforma de Alborán. Gracias por todo el asesoramiento que nos dieron para que la campaña fuese un éxito y por la paciencia con la que aguantaron los más y los menos de la grúa del barco.

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

Agradecemos a Carlos Fierro, Antonio Frías y a los tripulantes del “Riscos de Famara” su apoyo técnico en el estudio de vídeo remolcado, y también su asesoramiento muy acertado a la

hora de obtener previsiones meteorológicas fiables en las campañas.

Alberto Serrano, del IEO de Santander nos ayudó en todo momento con su opinión en las diversas vicisitudes científicas del proyecto, y Javier Pantoja y Ainhoa Pérez, de la División para la Protección del Mar del MAGRAMA, nos ayudaron con los temas relacionados con la legislación y la gestión. Los miembros del Comité Científico de INDEMARES aportaron también sus opiniones y conocimientos durante las diversas reuniones mantenidas en estos años, lo que, sin duda, ha contribuido a mejorar los resultados del proyecto INDEMARES Alborán.

Para terminar, agradecemos a Ignacio Torres, David Peña, Zaida Calvete, Víctor Gutiérrez, Álvaro Alonso y al resto del equipo del proyecto LIFE+ INDEMARES de la Fundación Biodiversidad, su amabilidad y comprensión en cada una de las fases del proyecto.

13 Glosario

3. Características geomorfológicas

Talud: Zona del fondo marino con fuerte pendiente, que se encuentra a continuación de la plataforma (continental o insular). En el caso de la isla de Alborán, el talud insular comienza a partir de unos 200 m de profundidad.

4. Características oceanográficas

Afloramiento: en Oceanografía, zona en la que ascienden a la superficie aguas profundas ricas en nutrientes y, por ello, tiene una elevada productividad biológica.

Clorofila: pigmento verde propio de cianobacterias, algas y plantas, que participa en la fotosíntesis. La clorofila *a* es común a las cianobacterias, las algas y las plantas, mientras que las clorofilas *b*, *c* y *d* aparecen en diversos grupos de algas o plantas. La concentración de clorofila en las aguas superficiales puede medirse por teledetección desde satélite, proporcionando una estima de la producción del fitoplancton.

Termoclina: interfase o discontinuidad térmica bien definida de la masa de agua entre la capa superficial, más caliente, y la profunda, más fría. Se forma como consecuencia del calentamiento estival de la capa superficial.

5. Características ecológicas

Biocenosis: conjunto de organismos vegetales o animales, que conviven en un determinado biotopo y tienen claras relaciones de interdependencia, especialmente tróficas. El término “comunidad” se utiliza de forma equivalente.

Blanquizal: nombre que se da a los fondos marinos rocosos total o parcialmente desprovistos de cubierta vegetal debido a la acción de animales herbívoros, especialmente erizos de mar.

Coralígeno, a: término muy utilizado para referirse a las comunidades esciáfilas del piso

circalitoral generalmente asentadas sobre sustrato rocoso, caracterizadas principalmente por la presencia de algas calcáreas que forman concreciones, y de diversos animales sésiles (esponjas, antozoos, briozoos y poliquetos serpúlidos, entre otros), que aportan también sus esqueletos calcáreos a la concreción.

Efecto reserva: conjunto de cambios que se producen en una zona protegida después de suprimirse en ella determinadas acciones humanas.

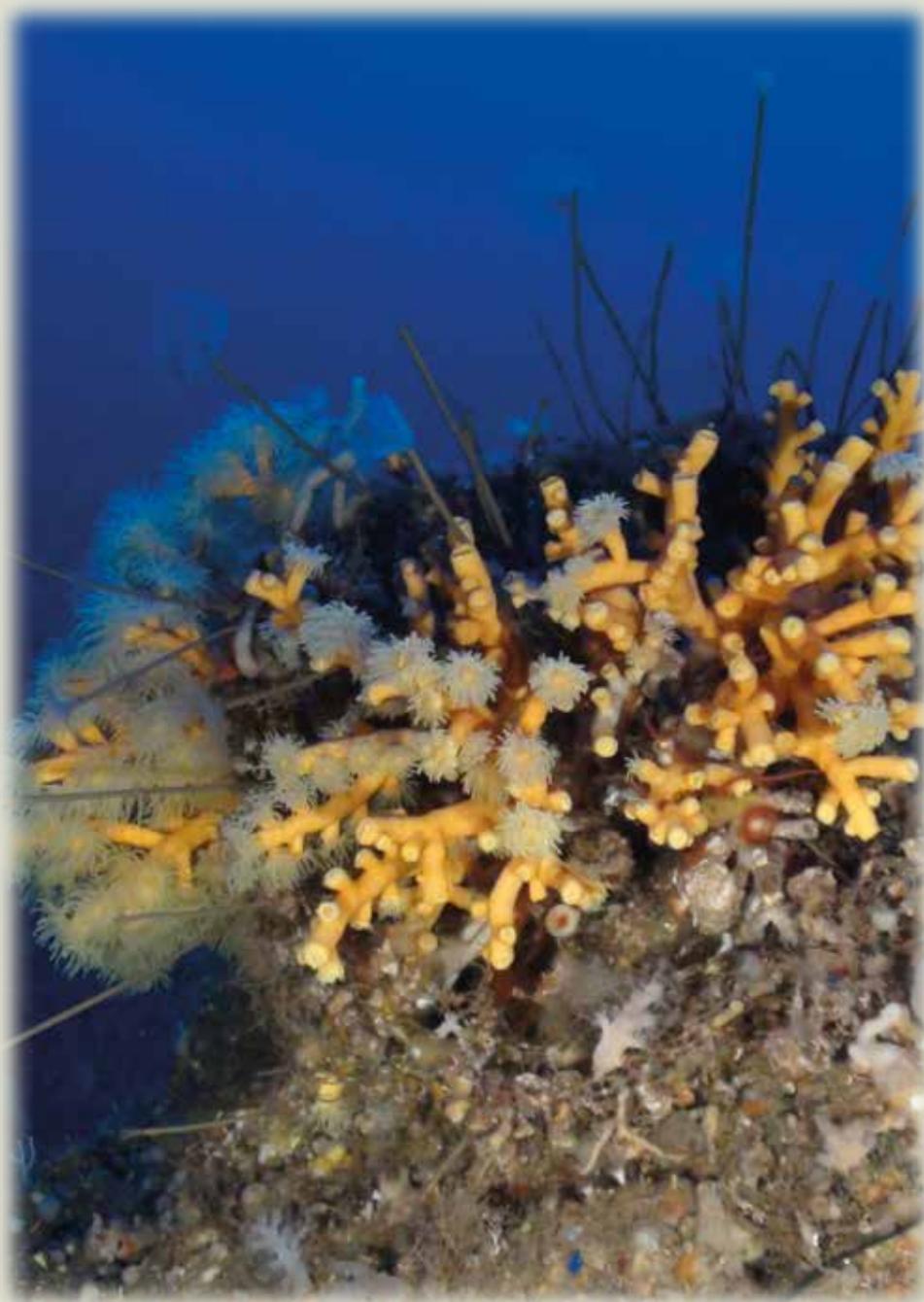
Endemismo: cualidad de aquella especie originaria y exclusiva de la región donde habita (especie endémica).

Facies: fisonomía o aspecto que presenta una determinada comunidad en algunas zonas, con el dominio de una o pocas especies.

6. Influencia humana

Nasa: arte de pesca fijo que consiste generalmente en un cilindro, tronco de cono o prisma, con una entrada en forma de embudo (trampa) dirigida hacia adentro en una de sus bases y cerrado con una tapadera en la otra para poder vaciarlo; cuando la presa entra a través del embudo, atraída por un cebo situado en su interior, no puede salir. Suele construirse con un armazón rígido de madera o metal, forrado por una malla. Las nasas se disponen en serie, espaciadas regularmente a lo largo de un cabo (cabo madre), y se calan en el fondo, generalmente entre el crepúsculo y el alba.

Trasmallo: arte de pesca fijo de enmalle formado por tres paños de red superpuestos, el central más tupido que los exteriores, que se cala sobre el fondo. Los peces pasan a través de las mallas de uno de los paños exteriores y tropiezan con el central, forzándolo a través del paño exterior opuesto, con lo que quedan atrapados en la bolsa que se forma. Hay distintos tipos de trasmallo, dependiendo de las especies objetivo.



14 Bibliografía

Introducción

Bárcenas, P. 2002. *Morfología submarina y evolución reciente del banco de la isla de Alborán*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, 234 pp.

OCEANA. 2008. *Propuesta de áreas marinas de importancia ecológica: Atlántico Sur y Mediterráneo Español*. Oceana, Madrid, 127 pp.

Paracuellos, M., Nevado, J. C. y Mota, J. F. (eds.) 2006. *Entre África y Europa. Historia Natural de la isla de Alborán*. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla, 265 pp.

Probert, P. K., Christiansen, S., Gjerde, K. M., Gubbay, S. y Santos, R. S. 2007. Management and conservation for seamounts. En: Pitcher, T. J., Morato, T., Hart, P. J. B., Clark, M. R., Haggan, N. y Santos, R. S. (Eds.): *Seamounts: ecology, fisheries and conservation*, pp. 442-475. Blackwell Publishing. Oxford.

Templado, J. 2011. La diversidad marina en España. *Memorias de la Real Sociedad de Historia Natural*, 2ª ép., 9: 343-362.

Templado, J., Calvo, M., Moreno, D., Flores-Moya, A., Conde, F., Abad, R. y Rubio, J. 2006. *Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la isla de Alborán*. Secretaría General de Pesca Marítima (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Madrid, 269 pp.

WWF/Adena. 2000. *Habitats 2000. Valoración de las propuestas oficiales de Lugares de Importancia Comunitaria (LICs)*. WWF/Adena, Madrid, 48 pp.

WWF/Adena. 2006. Las 13 áreas marinas del Mediterraneo a proteger. http://www.wwf.es/que_hacemos/mares_y_costas/nuestros_soluciones/areas_marinas_protegidas/propuesta_amp/

Metodología

Bécares, J., Rodríguez, B., Arcos, J.M. y Ruiz, A. 2010. Técnicas de marcaje de aves marinas para el seguimiento remoto. *Revista de Anillamiento* 25-26: 29-40.

SEO/BirdLife. 2007. *Metodología para censar aves por transectos en mar abierto*. Documento preparado en el marco del proyecto Áreas Importantes para las Aves (IBA) marinas en España (LIFE04NAT/ES/000049), a cargo de SEO/BirdLife. <http://www.seo.org/media/docs/MetodologíaTransectos1.pdf>

Tasker, M.L., P. Hope Jones, T. Dixon y B.F. Blake. 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and suggestion for a standardized approach. *The Condor* 101: 567-577.

Características geomorfológicas

Ballesteros, M., Rivera, J., Muñoz, A., Muñoz-Martín, A., Acosta, J., Carbó, A. and Uchupi, E. 2008. Alboran Basin, southern Spain Part II: Neogene tectonic implications for orogenic flota model. *Marine and Petroleum Geology*, 25, 75-101.

Bárcenas, P. 2002. *Morfología submarina y evolución reciente del banco de la isla de Alborán*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, 234 pp.

Estrada, F., Ercilla, G., Gorini, C., Alonso, B., Vázquez, J. T., García-Castellanos, D., Juan, C., Maldonado, A., Ammar, A. y Elabbassi, M. 2011. Impact of pulsed Atlantic water inflow into the Alboran Basin at the time of the Zanclean flooding. *Geo-Marine Letters*, 31: 361-376.

Gaibar-Puertas, C. 1970. La cobertera sedimentaria de la isla de Alborán (Almería). *Boletín del Instituto Geológico y Minero*, 81(4): 345-368.

- Mapa MA 6 Isla De Alborán.** 2004. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ISBN: 84-491-0625-7 NIPO: 251-04-069-4.
- Muñoz, A., Ballesteros, M., Montoya, I., Rivera, J., Acosta, J. y Uchupi, E.** 2008. Alborán Basin, southern Spain - part I: geomorphology. *Marine and Petroleum Geology*, 25(1): 59-73.
- Ruíz-Reig, P., Pineda, A., Goy, J. L., Zazo, C., Dabrio, C., Giner, J., Esteban, M., Granados, L. y Baena, J.** 1983. Mapa Geológico de Cabo de Gata e Isla de Alborán. Escala 1:50.000. *Memoria y hojas 1.059-1078(bi)*. Instituto Geológico y Minero, Servicios de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid.
- Siddall, M., Chappell, J. y Potter, E. K.** 2006. Chapter 7. Eustatic Sea Level During Past Interglacials. pp. 75-92, en Sirocko, F., Clausen, M., Litt, T. y Sánchez-Goñi, M. F. (Eds): *Developments in Quaternary Science, 7: The Climate of Past Interglacials*. Elsevier, 638 pp.
- Vázquez, J. T.** 2001. *Estructura del margen continental septentrional del mar de Alborán*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 422 pp.
- Características oceanográficas**
- Aguilar, R., Akissou, M., Templado, J. y Romani, M.** 2011. Scientific rationales for the proposed CIESM Near Atlantic Marine Peace Park (zone 1). En: F. Briand (Ed.), *Marine Peace Parks in the Mediterranean – a CIESM proposal*, pp. 43-49. CIESM Workshop nº 41, Monaco.
- Cano, N.** 1977. Resultados de la Campaña “Alborán 73”. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 230: 103-176
- Cano, N.** 1978. Resultados de la Campaña “Alborán 76”. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 247: 3-50.
- Cano, N. y Gil, J.** 1978. Campaña hidrológica “Alborán 78”. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 1(2): 114-125.
- Gascard, J. C. y Richez, C.** 1985. Water masses and circulation in the western Alboran Sea and in the Straits of Gibraltar. *Progress in Oceanography*, 15: 157-216.
- Gofas, S. y García Raso, E.** 2004. El litoral andaluz. En: Luque, Á. A. y Templado, J. (Coords.), *Praderas y bosques marinos de Andalucía*, pp. 37-54. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Greze, V. N., Kovalev, A. V., Baldina, E. P., Bileva, O. K. y Shmeleva, A. A.** 1985. Zooplankton transfer through the Gibraltar Strait and distribution in adjacent areas. *Investigación Pesquera*, 49(1): 3-13.
- Lacombe, H., Gascard, J. C., Gonella, J., Bethoux, J. P.** 1981. Response of the Mediterranean to the water and energy fluxes across its surface, on seasonal and interannual scales. *Oceanologica Acta*, 4 (2): 247-255.
- Lanoix, F.** 1974. Project Alboran, étude hydrologique et dynamique de la mer d’Alboran. *Rapport Technique OTAN*, 66: 1-70.
- Maldonado, M. y Uriz, M. J.** 1995. Biotic affinities in a transitional zone between the Atlantic and the Mediterranean: a biogeographical approach based on sponges. *Journal of Biogeography*, 22: 89-110.
- Millot, C.** 1999. Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 20(1-4): 423-442.
- Millot, C.** 2009. Another description of the Mediterranean Sea outflow. *Progress in Oceanography*, 82: 101-124.
- Millot, C.** 2013. Levantine Intermediate Water characteristics: an astounding general misunderstanding. *Scientia Marina*, 77(2): 217-232.
- Parrilla, G.** 1984. Mar de Alborán. Situación del giro anticiclónico en Abril de 1980. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 1(2), 106-113.
- Parrilla, G. y Kinder T.H.** 1987. Oceanografía física del mar de Alborán. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 4(1): 133-165.

- Parrilla, G., Kinder, T. H. y Preller, R. H.** 1986. Deep and Intermediate Mediterranean Water in the western Alboran Sea. *Deep-Sea Research*, 33: 55-88.
- Patarnello, T., Volckaert, F. A. y Castilho, R.** 2007. Pillars of Hercules: is the Atlantic–Mediterranean transition a phylogeographical break? *Molecular Ecology*, 16(21): 4.426-4.
- Perkins, H., Kinder, T. y La Violette, P.** 1990. The Atlantic inflow in the Western Alboran Sea. *Journal of Physical Oceanography*, 20: 242-263.
- Prieto, L., García, C. M., Corzo, A., Ruiz Segura, J. y Echevarría, F.** 1999. Phytoplankton, bacterioplankton and nitrite reductase activity distribution in relation to physical structure in the northern Alborán Sea and Gulf of Cádiz (southern Iberian Peninsula). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 15(1-4): 401-411.
- Rodríguez, J.** 1982. *Oceanografía del mar Mediterráneo*. Pirámide S. A., Madrid, 173 pp.
- Stommel, H., Bryden, H., Mangelsdorf, P.** 1973. Does some of the Mediterranean outflow come from great depth? *Pure and Applied Geophysics*, 105(1): 879-889.
- Templado, J., Calvo, M., Moreno, D., Flores-Moya, A., Conde, F., Abad, R. y Rubio, J.** 2006. *Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la isla de Alborán*. Secretaría General de Pesca Marítima (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Museo Nacional de Ciencias Naturales (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Madrid, 269 pp.
- Tintore, J., La Violette, P.E., Blade, I. y Cruzado, A.** 1988. A study of an intense density front in the Eastern Alboran Sea: the Almería–Oran front. *Journal of Physical Oceanography*, 18: 1384–1397.
- Youssara, F. y Gaudy, R.** 2001. Variations of zooplankton in the frontal area of the Alboran sea (Mediterranean sea) in winter 1997. *Oceanologica Acta*, 24(4): 361-376.
- ## Características ecológicas
- Argudo, M.** 2012. *Contribución de los organismos en la sedimentación carbonatada de la plataforma de Alborán*. Proyecto de fin de carrera, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Málaga, 36 pp.
- Arroyo, M. C., Moreno, D., Barrañón, A., de la Linde, A., Remón, J. M., de la Rosa, J., Fernández-Casado, M., Gómez, G., Ruiz-Giráldez, F., Vivas, M. S. y Fernández, E.** 2011. Trabajos de seguimiento de la lapa ferruginosa *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 en Andalucía en el marco de la Estrategia Nacional de conservación de la Especie. *Mediterranea*, Serie de Estudios Biológicos, 2011, Época II, número especial: 9-46.
- Ballesteros, E.** 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44: 123-195.
- Ballesteros, E. y Pinedo, S.** 2004. Los bosques de algas pardas y rojas. En: *Praderas y bosques marinos de Andalucía* (Luque, A.A. y Templado, J. coords.), pp. 199-222. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Barberá, C., Bordehore C., Borg J.A., Glémarec M., Grall J., Hall-Spencer J.M., de la Huz C., 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. y Valle C.** 2003. Conservation and management of north-east Atlantic and Mediterranean maërl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 65-76.
- Basso, D.** 2008. Deep rhodolith distribution in the Pontian Islands, Italy: a model for the paleoecology of a temperate sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 137: 173–187.
- Bertolero, A., M. Genovart, A. Martínez-Abraín, B. Molina, J. Mourinho, D. Oro y G. Tavecchia.** 2009. *Gaviota cabecinegra, picofina, de Audouin, tridáctila y gavión atlántico en España. Población en 2007 y método de censo*. SEO/BirdLife. Madrid.

- Bianchi, C. N. y Morri, C.** 2000. Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research. *Marine Pollution Bulletin*, 40 (5): 367-376.
- Bo, M., Canese, S., Spaggiari, C., Pusceddu, A., Bertolino, M. et al.** 2012. Deep Coral Oases in the South Tyrrhenian Sea. *PLoS ONE* 7(11): e49870. doi:10.1371/journal.pone.0049870.
- Capa, M. y Luque, A. A.** 2006. Las comunidades marinas. En: *Identificación de las áreas naturales compatibles con la figura de "Parque Nacional" en España*, 6 (Casas Grande, J., del Pozo Manrique, M. y Mesa León, B., editores); pp. 137-194. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Técnica, Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 399 pp.
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kascher, K. et al.** 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PlosOne*, 5(8): 36 pp.
- Dauvin, J. C., Bellan, G. y Bellan-Santini, D.** 2008. The need for clear and comparable terminology in benthic ecology. Part I. Ecological concepts. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18: 432-445; Part II. Application of the European Directives. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18: 446-456.
- Emig, C. C.** 1997. Bathyal zones of the Mediterranean continental slope: an attempt. *Publicaciones especiales, Instituto Español de Oceanografía*, 23: 23-33.
- Flores-Moya, A.** 2012. Warm temperate seaweed communities: A case study of deep water kelp forests from the Alboran Sea (SW Mediterranean Sea) and the Strait of Gibraltar. En: C. Wiencke y K. Bischof (eds.), *Seaweed Biology*, Ecological Studies, 219: 315-327. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Flores-Moya, A., Barrajón, A., Moreno, D., Luque, A. A. y Templado, J.** 2004. Los bosques de laminariales. La comunidad asociada. En: *Praderas y bosques marinos de Andalucía* (Luque, A. A. y Templado, J., coords.), pp. 193-197. Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.
- Foster, M. S.** 2001. Rhodoliths: between rocks and soft places. *Journal of Phycology*, 37: 659-667.
- Junoy, J. y Herrera-Bachiller, A.** 2012. El nemertino con el pijama de rayas, *Micrura dellechiajei* (Hubrecht, 1879): Una desconocida especie, nueva para la fauna española. *Revista de Investigación Marina*, 19: 424-425.
- Maldonado, M., López-Acosta, M., Sánchez-Tocino, L. y Sitjà, C.** 2013. The rare gorgonian *Ellisella paraplexauroides*: demographics and conservation concerns. *Marine Ecology Progress Series*, 479: 127-141.
- Moreno, D.** 2006. Tesoros sumergidos: la flora y fauna marinas. En: *Entre África y Europa. Historia Natural de la Isla de Alborán* (Paracuellos, M., Nevado, J. C. y Mota, J. F. eds.), pp. 67-85. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.
- OCEANA.** 2011. *OSPAR Workshop on the improvement of the definitions of habitats on the OSPAR list. Background document for discussion: "Coral gardens", "Deep-sea sponge aggregations" and "Sea-pens and burrowing megafauna communities"*. Disponible en <http://oceana.org/sites/default/files/reports/OCEANA_OSPARworkshopdefinitionshabitats_October2011_Bergen_FINAL.pdf>, 81 pp.
- Pérès, J. M. y Picard, J.** 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31(47): 1-138.
- Ramos Esplá, A. A. y Luque, Á. A.** 2004. Fondos de maerl. En: *Praderas y bosques marinos de Andalucía* (Luque, A. A. y Templado, J., Coords.). Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.
- Sitjà, C. y Maldonado, M.** 2014. New and rare sponges from the deep shelf of the Alboran Island (Alboran Sea, Western Mediterranean). *Zootaxa*, 3760 (2): 141-179.
- Templado, J.** 2011. La diversidad marina en España. *Memorias de la Real Sociedad de Historia Natural* (2)9: 343-362.

Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, Á., Serrano, A., Marín, L. y Brito, A. 2012. *Inventario español de hábitats y especies marinos. Guía interpretativa: Inventario español de hábitats marinos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 229 pp.

Templado, J., Calvo, M., Moreno, D., Flores-Moya, A., Conde, F., Abad, R. y Rubio, J. 2006. *Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la isla de Alborán*. Secretaría General de Pesca Marítima (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Museo Nacional de Ciencias Naturales (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Madrid, 269 pp.

WoRMS Editorial Board. 2014. World Register of Marine Species. Consultado en <<http://www.marinespecies.org> at VLIZ> 2014.01.15.

Enmarcado 2

Ekman, S. 1953. *Zoogeography of the sea*. Sidgwick and Jackson, London, 417 pp.

Gofas, S. 1998. Marine molluscs with a very restricted range in the Strait of Gibraltar. *Diversity and distributions*, 4: 255-266.

Smriglio C., Mariottini P. y Bonfitto, A. 1997 Description of *Houartiella* n. gen., Trophoninae Cossman, 1903, and *Houartiella alboranensis* n. sp. from the Mediterranean Sea. *Bollettino Malacologico*, 32(1-4): 27-34.

Enmarcado 3

Templado, J. y Luque Á. A. 1986. Braquiópodos de los fondos de *Corallium rubrum* (L.) próximos a la isla de Alborán (SE de España). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 3: 111-114.

Enmarcado 5

Maldonado, M. 1992. Demosponges of the red coral bottoms from the Alboran Sea. *Journal of Natural History*, 26: 1131-1161.

Maldonado, M. 1993. *Demosponjas litorales de Alborán. Faunística y biogeografía*. Tesis Doctoral. Universidad Central de Barcelona.

Rützler, K., Stoddart, D. R. y Johannes, R. E. 1978. Sponges in coral reefs. En: *Coral reefs: research methods*, vol. 5, pp. 299-313. UNESCO, Paris.

Sitjà, C., y Maldonado, M. 2014. New and rare sponges from the deep shelf of the Alboran Island (Alboran Sea, Western Mediterranean). *Zootaxa*, 3760(2), 141-179.

Enmarcado 6

Burgess, C. M. 1985. *Cowries of the world*. Cape Town (South Africa): G. Verhoef Seacomber Publications.

Crosse, H. 1896. Note sur la distribution géographique de *Cypraea achatidea*, Gray (*C. physis*, auct., non Brocchi) en Méditerranée. *Journal de Conchyliologie*, 44: 218-221.

Luque, A. 1980. El género *Schilderia* Tomlin, 1930 (Gastropoda, Cypraeidae). *Comunicaciones del Primer Congreso Nacional de Malacología*, Madrid 3-4 de noviembre de 1979: 51-62.

Moreno Lampreave, D. y Gómez Álvarez, G. 2008. *Schilderia achatidea* (Gray in G.B. Sowerby II, 1837), pp. En: Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D. (coords.) *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Influencia humana

Abad, R. 2003. Reserva Marina y de Pesca en la isla de Alborán (España). En: *Actas de las I Jornadas sobre Reservas marinas y I Reunión de la Red Iberoamericana de Reservas marinas (RIRM)* (Moreno, D. y Frías, A. eds.), pp. 47-54. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica, Madrid.

Bordehore, C., Borg, J. A., Lanfranco, E., Ramos-Esplá, A., Rizzo, M. y Schembri, P. J. 2003. Trawling as a major threat to Mediterranean maërl beds. *Proceedings of the First Mediterranean Symposium on Marine Vegetation* (Ajaccio, 3-4 October 2000); *Mednature* 1 pp.105-109. Tunis, Tunisia. Regional Activity

Centre for Specially Protected Areas.

Bordehore, C., Ramos-Esplá, A. A. y Riosmena-Rodríguez, R. 2003. Comparative study of two maërl beds with different otter trawling history, southeast Iberian Peninsula. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 43-54.

Orden de 13 de junio de 1997 por la que se regula la pesca de arrastre de fondo en la isla de Alborán. *Boletín Oficial del Estado*, 150: 19535-19536.

Orden de 8 de septiembre de 1998 por la que se establece una reserva marina y una reserva de pesca en el entorno de la isla de Alborán y se regula el ejercicio de la pesca en los caladeros adyacentes. *Boletín Oficial del Estado*, 233: 32541-32542.

Ortiz, A., Massó, C., Soriano, O. y Limia, J. 1986. La barra italiana como arte de pesca del coral rojo (*Corallium rubrum* L.) en el mar de Alborán. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 3(4): 83-92.

Rubio Turiel, J. 2001a. Análisis de la actividad pesquera en la reserva marina de la isla de Alborán. En: *I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas*, pp. 105-115. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Secretaría General de Pesca, Madrid.

Rubio Turiel J. 2001b. La pesca en la isla de Alborán. Instituto de Estudios Almerienses, Diputación de Almería, 100 pp.

Rubio Turiel, J. y Abad, R. 2006. Riquezas de la mar: la actividad pesquera en caladeros adyacentes. En: *Entre África y Europa. Historia Natural de la Isla de Alborán* (Paracuellos, M., Nevado, J.C. y Mota, J.F. eds.), pp. 25-35. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.

Templado, J., Calvo, M. Moreno, D. Flores-Moya, A. Conde, F. Abad, R. y Rubio, J. 2006. *Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la isla de Alborán*. Secretaría General de Pesca Marítima (Ministerio de Agricultura,

Pesca y Alimentación), Museo Nacional de Ciencias Naturales (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Madrid, 269 pp.

Marco de protección

Arcos, J. M., Bécares, J., Cama, A. y Rodríguez, B. 2012. *Estrategias marinas, grupo aves: evaluación inicial y buen estado ambiental*. IEO & SEO/BirdLife. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. http://www.magrama.gob.es/es/costas/temas/estrategias-marinas/o_Documento_grupo_aves_tcm7-223807.pdf

Arcos, J. M., Bécares, J. Rodríguez B. y Ruiz A. 2009. *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España*. LIFEo4NAT/ES/000049- SEO/BirdLife. Madrid.

Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D. (coords.). 2008. *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. Consejería de Medio ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 4 Tomos, 1.430 pp.

Bellan-Santini, D., Bellan, G., Bitar, G., Harmelin, J.-G. y Pergent, G. 2002. *Handbook for interpreting types of marine habitat for the selection of sites to be included in the national inventories of natural sites of conservation interest*. United Nations Environment Programme - Action Plan for the Mediterranean, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis.

Calvo, M., Templado, J., Remón, J. M., Ramos, M. y Moreno, D. 2001. La Reserva Marina de la isla de Alborán: peculiaridades y estado actual de conocimiento sobre su flora y fauna bentónicas. En: *I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas*, pp. 53-70. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Pesca, Madrid.

Casas Grande, J., del Pozo Manrique, M. y Mesa León, B. (eds.). 2006. *Identificación de las áreas compatibles con la figura de "Parque Nacional" en España*. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 399 pp.

- Consejería de Medio Ambiente.** 2001. *La isla de Alborán y sus fondos marinos. Propuesta de protección.* Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 30 pp.
- Nevado, J. C., Sola, A. J., Jiménez-Sánchez, M. L. et al.** 2006. Paraíso protegido: Los valores ecológicos, conservación y manejo. En: *Entre África y Europa. Historia natural de la isla de Alborán* (Paracuellos, M., Nevado J.C. y Mota, J.F. dirs.), pp. 221-236. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Sevilla.
- OSPAR Commission,** 2003. *Criteria for the identification of species and habitats in need of protection and their method of application (The Texel-Faial Criteria).* OSPAR 03/17/1-E, Annex 5, 13 pp.
- OSPAR** 2008a. *OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats (Reference number 2008-6).* OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic. Disponible en: http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00180302000014_000000_000000.
- OSPAR** 2008b. *Descriptions of habitats on the OSPAR list of threatened and/or declining species and habitats (Reference number 2008-7).* OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic. Disponible en: http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00120000_000132_000000_000000.
- Sánchez-Mata, A., Seva, A., Schembri, P. J. y Valle, C.** 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maërl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 65-76.
- SEO/BirdLife.** 2014. *Trabajo de aves marinas durante el Proyecto LIFE+ INDEMARES: Pasos hacia una red de ZEPA marinas consistente y bien gestionada. Informe de síntesis.* Proyecto LIFE07NAT/E/000732.
- Templado, J., Guallart, J., Capa, M. y Luque, Á. A.** 2009. 1170 Arrecifes. En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España.* Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 142 pp.

Publicaciones de la serie

Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES

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

Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES

Fundación Biodiversidad

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

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

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



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



OCEANA

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

60 años
SEO
BirdLife

