

# El redescubrimiento del Mediterráneo

Josep-Maria Gili, Susana Requena y Andrea Gori

Publicado en

INVESTIGACIÓN  
**Y** CIENCIA

Mayo 2017

## CONDICIONES Y PERMISOS

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista.

**Por consiguiente, no podrá colgarse este documento  
en ninguna página web.**

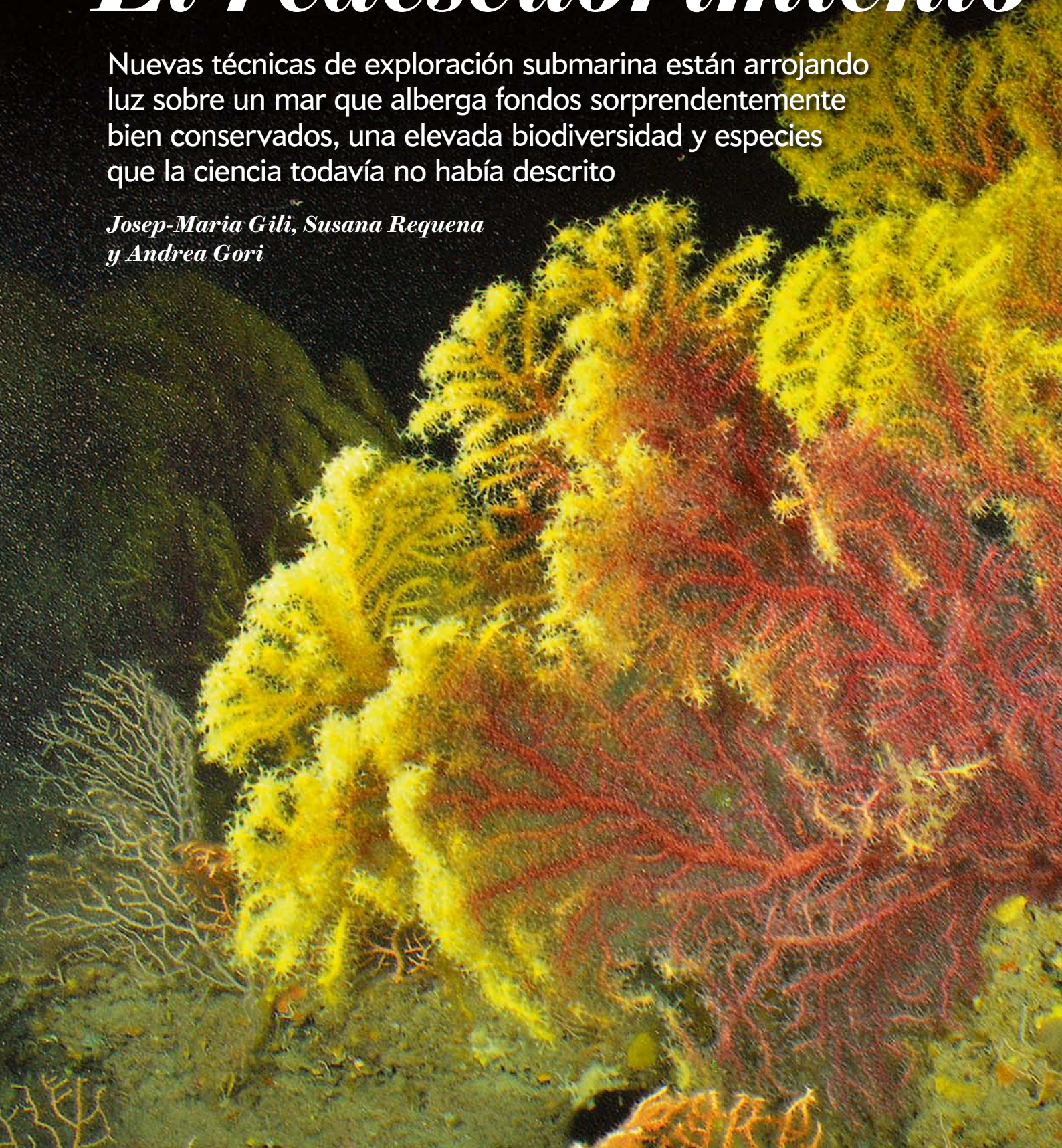


ECOLOGÍA

# *El redescubrimiento*

Nuevas técnicas de exploración submarina están arrojando luz sobre un mar que alberga fondos sorprendentemente bien conservados, una elevada biodiversidad y especies que la ciencia todavía no había descrito

*Josep-Maria Gili, Susana Requena  
y Andrea Gori*





# *del Mediterráneo*



ESTA GORGONIA ROJA (*Paramuricea clavata*) pertenece a una comunidad formada por gorgonias y esponjas hallada a 120 metros de profundidad en el talud continental del Canal de Menorca. Como otras especies formadoras de hábitat, este «arbusto submarino» contribuye con su estructura tridimensional al paisaje de los ecosistemas marinos.



**Josep-Maria Gili**, profesor de investigación del CSIC, trabaja en el Instituto de Ciencias del Mar (ICM) de Barcelona. Lleva más de cuarenta años desarrollando proyectos de investigación sobre ecología marina en el Mediterráneo y en los océanos Atlántico, Pacífico y Antártico.



**Andrea Gori** es investigador Beatriu de Pinós en el departamento de ecología de la Universidad de Barcelona. Ha llevado a cabo estudios en ecología y ecofisiología de corales en el Mediterráneo y el Atlántico norte.



**Susana Requena** es investigadora del ICM y experta en sistemas de información geográfica. Durante los últimos quince años ha participado y coordinado numerosos proyectos nacionales e internacionales para la designación y gestión de áreas marinas protegidas.



**E**L MEDITERRÁNEO, CUNA DE CIVILIZACIONES, SIEMPRE HA DESPERTADO EL INTERÉS Y LA curiosidad de los pueblos que se han sucedido en sus costas. Entre 1200 y 800 a.C., los fenicios exploraron sus aguas para establecer una nutrida red de comercio e intercambio entre las ciudades y colonias fundadas en sus orillas, dejando numerosos registros acerca de los seres vivos que lo habitaban. Más tarde, Aristóteles (384-322 a.C.) realizó una serie de estudios que han llevado a considerarlo padre de la biología marina; entre su legado destacan abundantes descripciones verdaderamente científicas y observaciones sobre organismos marinos, en particular sobre los cetáceos.

Desde entonces, con mayor o menor empeño según la época, el Mediterráneo ha sido uno de los mares que más se han investigado. Aun así, sigue siendo en buena parte desconocido. Ello se debe a que su estudio constituye una tarea de suma complejidad, pues requiere un gran despliegue de medios humanos, técnicos y económicos. Con todo, poco a poco se van superando dichos obstáculos. Las técnicas de exploración submarina son cada vez más refinadas, y los programas de conservación, más ambiciosos. Como resultado, nuestra imagen del *mare nostrum* es cada vez más extensa y nítida. Y, conforme esta se va ampliando hacia zonas más profundas, descubrimos un mar con fondos sorprendentemente bien conservados, puntos calientes de biodiversidad y numerosas especies abundantes que todavía nadie había descrito.

#### AVANCES EN LA EXPLORACIÓN SUBMARINA

Los avances técnicos que han posibilitado el estudio científico de las profundidades marinas son relativamente recientes. Hacia los años sesenta del siglo pasado, equipos como el *soucoupe plongeante* («platillo nadador») del comandante Jacques-Yves Cousteau y la escafandra autónoma se pusieron al alcance de los investigadores y marcaron una nueva era en la historia de la exploración submarina. Sin embargo, la escafandra entrañaba ciertos inconvenientes: la capacidad de los tanques de aire

comprimido era limitada y respirar aire a presión podía causar graves complicaciones fisiológicas.

Debido a las dificultades para acceder a los fondos marinos, la visión que teníamos entonces de las profundidades del Mediterráneo era muy parcial. Se basaba en información puntual obtenida de forma indirecta, procedente de dragas o arrastres efectuados sobre el fondo. Estos métodos de exploración cubrían superficies muy reducidas, y las malas condiciones de las muestras una vez recuperadas a bordo apenas permitían atisbar cuál era el estado de los organismos en su hábitat natural o el modo en que se organizaban.

Para fortuna de los investigadores, ese escenario ha cambiado. En la actualidad contamos con medios de observación directa como los robots submarinos teleoperados (ROV, de *remote operated vehicle*), que permiten explorar y registrar imágenes de alta calidad. Pueden trabajar durante horas y cubrir distancias kilométricas. No tienen mayor limitación que la capacidad de trabajo de los técnicos y científicos, y el estado del mar. Además, no dañan los hábitats, con lo que contribuyen a la conservación del medio marino. En suma, han significado un salto metodológico importantísimo. Por fin podemos realizar estudios cuantitativos acerca de la evolución, en el espacio y el tiempo, de las comunidades y de las especies. (Los muestreos, selectivos y puntuales, ya solo son necesarios

#### EN SÍNTESIS

**En el marco** de la aplicación de la Red Natura 2000 (el principal instrumento de protección de la biodiversidad de la Unión Europea), se ha llevado a cabo el proyecto Life+Indemares, el mayor reto en el ámbito de la conservación y exploración de los mares en España. Iniciativas similares se han desarrollado en Italia, Francia y Túnez.

**Las nuevas técnicas** de robótica submarina han permitido explorar de forma exhaustiva los fondos del Mediterráneo. Sorprendentemente, se han hallado zonas muy bien conservadas, con especies abundantes que todavía no se habían descrito y comunidades que recuerdan más a los ecosistemas marinos tropicales.

**En esas áreas tan bien conservadas** no se practica la pesca de arrastre pero sí la artesanal. Ello sugiere que una propuesta fundamental para la conservación del Mediterráneo pasaría por una reconversión de la flota pesquera, de industrial a artesanal.

en el caso de que las imágenes no permitan distinguir las especies.)

Con todo, los ROV también tienen sus limitaciones. No son autónomos y dependen de un cable o «cordón umbilical» que los conecta al barco nodriza que suministra la energía y recibe la información. La longitud del cable, su peso y las posibilidades de que se enrede en cualquier estructura del fondo marino limitan la operatividad.

Por ello se recurre también a los submarinos tripulados. Permiten superar algunas de las restricciones que impone la robótica; son autónomos y pueden llegar a lugares que los ROV no alcanzan (como las paredes verticales de los cañones submarinos), deambular por debajo de cornisas o navegar por valles estrechos entre grandes bloques o montañas submarinas.

Otra posibilidad consiste en emplear robots submarinos autónomos, o AUV (de *autonomous underwater vehicle*) [véase «Vehículos autónomos bajo el agua», por Pedro J. Sanz Valero, Pere Ridao y Gabriel Oliver; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio de 2012]. Su principal ventaja es que ofrecen una gran autonomía.

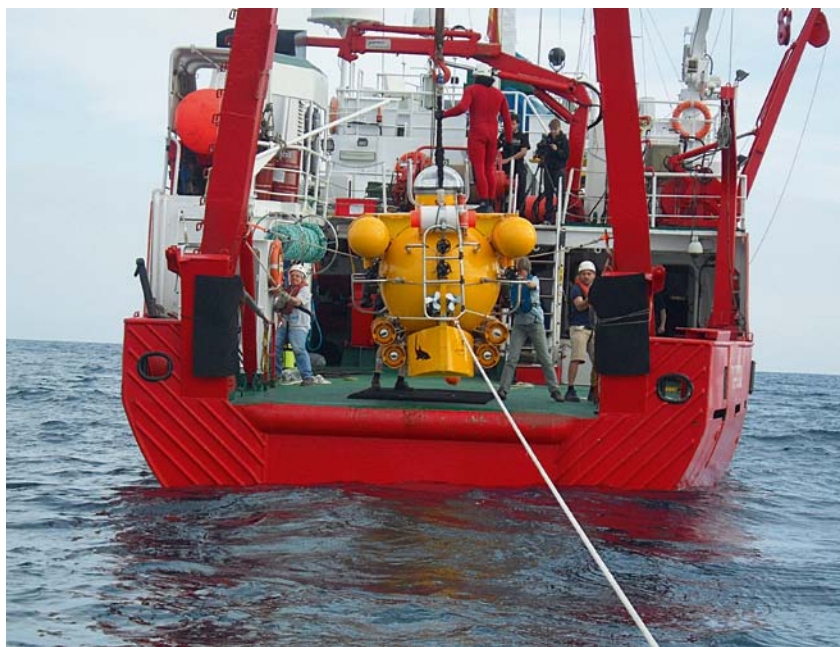
Hasta aquí un breve resumen de los factores técnicos que han limitado o facilitado la exploración submarina durante los últimos decenios. Veamos ahora otro de los elementos que han resultado decisivos para el redescubrimiento del Mediterráneo: los grandes proyectos de investigación marina y las políticas conservacionistas europeas.

### PROTEGER EL MEDIO MARINO, UNA APUESTA DE LA UNIÓN EUROPEA

La conservación de mares y océanos constituye una necesidad apremiante que requiere el desarrollo de medidas de gestión y protección. La mejor herramienta para que la aplicación de las mismas sea eficiente corresponde a la declaración de áreas protegidas. Los mares europeos, con una elevada presión antrópica y pocas áreas marinas verdaderamente protegidas, son los que, en el contexto mundial, quizá necesiten con mayor urgencia la declaración de más espacios protegidos.

En diciembre de 1993, un año después de la segunda Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, entró en vigor el Convenio sobre la Diversidad Biológica de Naciones Unidas. Dos de sus objetivos eran la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de sus componentes. En 2005, el comité científico asesor estableció la necesidad de que al menos el 10 por ciento de cada región marina y costera estuvieran conservadas. La aplicación de la Directiva Europea de Hábitats (uno de los pilares de Red Natura 2000, el principal instrumento de protección de la biodiversidad en la Unión Europea) sería el camino elegido para alcanzar ese reto. En 2010, ante el lento avance hacia el objetivo establecido, la UE publicó el Plan de Acción para la Biodiversidad. La aplicación completa de la Red Natura 2000 es parte de este plan para detener la pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos.

Un año antes nacía el proyecto Life+Indemares, centrado en la aplicación de la Red Natura 2000 en el medio marino, más allá de las zonas costeras. Su objetivo era generar el conocimiento científico necesario para que las propuestas de nuevas áreas marinas protegidas se fundamentaran en su riqueza y valor natural, estado de conservación y funcionalidad ecosistémica.



PUESTA EN EL AGUA del submarino tripulado JAGO (amarillo), del centro de investigación oceanográfica GEOMAR, en Kiel, a bordo del buque oceanográfico García del Cid, del CSIC, durante las campañas realizadas en el cabo de Creus.

Una propuesta técnicamente ambiciosa, que ha requerido la exploración y el estudio de amplias zonas de la plataforma y el talud continentales, algunas de las cuales se hallan a profundidades de hasta 500 metros.

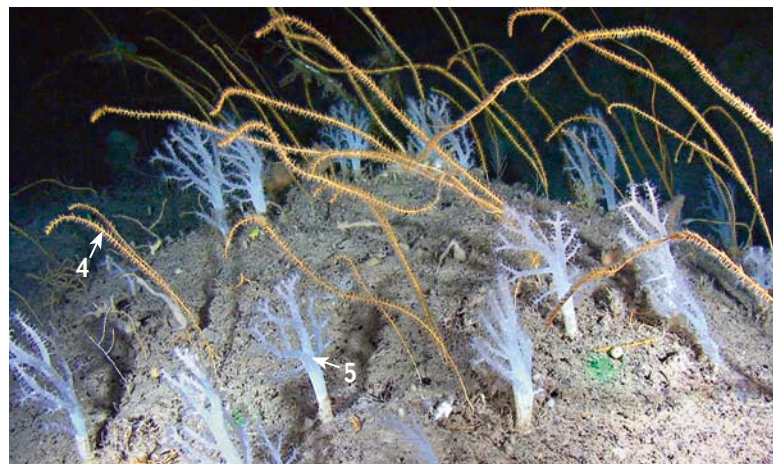
Indemares ha sido el mayor reto de la investigación marina en el ámbito de la conservación y exploración de los mares en España. Con un presupuesto de 15,4 millones de euros (el 50 por ciento de los cuales financiados por la Comisión Europea) y coordinado por la Fundación Biodiversidad (entidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente creada en 1998 para proteger el capital natural y la biodiversidad del territorio español), ha contado con la participación de numerosos científicos de varios centros de investigación y universidades.

Durante los seis años de duración del proyecto (2009-2014) se han estudiado diez grandes áreas de las regiones atlántica, mediterránea y macaronésica: el sistema de cañones submarinos de Avilés, el banco de Galicia, los volcanes de fango del golfo de Cádiz, el sur de Almería-Seco de los Olivos, el mar de Alborán, las Islas Columbretes, el sistema de cañones submarinos occidentales del golfo de León, el canal de Menorca, el banco de la Concepción y el espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura.

Como resultado del desarrollo de Indemares, en 2015 la superficie marina protegida en España se había incrementado en 7,3 millones de hectáreas. Esta extensión, sumada a la ya existente, significa la protección del 8,4 por ciento de la superficie marina del Estado.

A continuación presentamos algunos de los hallazgos principales del proyecto sobre los fondos del Mediterráneo, con especial énfasis en los que han cosechado las investigaciones llevadas a cabo desde el Instituto de Ciencias del Mar del CSIC (centro de trabajo de dos de los autores), que se encargó de explorar y estudiar el cañón y la plataforma continental del cabo de Creus (área marina del golfo de León) y la del canal de Menorca, esta última en colaboración con el Instituto Oceanográfico de Baleares del Instituto Español de Oceanografía.





ESPONJAS, CORALES Y GORGONIAS dibujan los paisajes submarinos del Mediterráneo. Las fotografías corresponden a comunidades halladas al final de la plataforma continental e inicio del talud, en el canal de Menorca, a entre 100 y 150 metros de profundidad. A la izquierda, fondo dominado por el coral negro *Antipathella subpinnata* (1), esponjas (2) y gorgonias (3); a la derecha, fondo dominado por la gorgonia *Viminella flagellum* (4) y el alcionario *Chironomophthya mediterranea* (5), una especie nueva para la ciencia.

### BOSQUES SUBMARINOS

Los trabajos que realizaron a mediados del siglo pasado investigadores pioneros como Jean-Marie Pérès y Jaques Picard, de la Estación Marina de Endoume en Marsella, constituyen una referencia esencial para el conocimiento integral de las comunidades de los fondos marinos del Mediterráneo y su evolución reciente. Se sabe por ellos que en las plataformas continentales había praderas de pennatuláceos, crinoideos y gorgonias. En zonas donde la columna de agua es muy transparente y la luz llega a mayor profundidad, se extendían praderas de macroalgas como las laminarias.

Entre las comunidades que se descubrieron en los inicios de la exploración profunda del Mediterráneo, destacan las «rocas de mar abierto» (*roche du large*), fondos rocosos situados en el límite de la plataforma continental. Estas albergan una elevada biodiversidad, además de ofrecer refugio a numerosas especies bentónicas (propias de los fondos marinos, lacustres y fluviales) y pelágicas (las que viven alejadas de la costa). Veamos cómo se forman.

Las plataformas continentales son, por su escasa pendiente, zonas de alta sedimentación. Los aportes continentales acarrearán hacia el mar grandes cantidades de sedimentos, que se van depositando paulatinamente a lo largo de la plataforma. Las partículas más gruesas se quedan en el litoral (como las arenas o las gravas en las playas); los lodos y las arcillas, mucho más finas y ligeras, viajan hasta zonas más alejadas de la costa.

También el régimen de corrientes influye en los procesos de sedimentación. En la zona media de la plataforma, la velocidad del flujo de partículas se reduce y la fuerza de transporte del agua no logra vencer el peso de estas, que acaban depositándose. Hacia el final de la plataforma, en cambio, se produce un aumento de la pendiente y de la velocidad de las corrientes; ello vuelve a acelerar el tránsito de los sedimentos, que se ven conducidos hacia el mar profundo a través del talud continental. Es en este punto, al final de la plataforma, donde las zonas rocosas quedan descubiertas y emergen sobre un fondo sedimentario.

Esas rocas permiten el desarrollo de ricas comunidades de organismos sésiles (los que viven fijados), cuyas larvas necesitan sustratos duros y sin sedimentos donde poder asentarse

y desarrollar las colonias. Entre estos destacan las esponjas, los corales y las gorgonias, bioconstructores de un hábitat tridimensional que favorece la concentración de muchas otras especies que encuentran aquí alimento y refugio. Además de capturar partículas alimenticias (desde microorganismos a todo tipo y tamaño de plancton), las colonias erectas de estos organismos frenan el flujo de agua y, por tanto, de las partículas en suspensión, que quedan a disposición de otras especies. Así, vivir al lado o entre estos «arbustos submarinos» es una ventaja para las especies asociadas. Constituyen por ello uno de los hábitats bentónicos de mayor diversidad biológica del Mediterráneo.

Otro de los máximos exponentes de las comunidades bentónicas son los fondos de corales de aguas frías o de profundidad. Se alojan en la zona alta del talud continental. En el Mediterráneo se extienden hasta los 500 metros de profundidad o más. En su mayor parte están formadas por *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa* y *Dendrophyllia cornigera*. Aquí viven una gran diversidad de especies sésiles y vágiles (que nadan en la columna de agua) asociadas. Junto con los fondos de coralígeno litoral (la comunidad formada por el crecimiento continuado de algas rojas calcáreas, en las cuales se instalan una gran cantidad de especies animales), constituyen auténticos puntos calientes de biodiversidad del Mediterráneo.

Estudios recientes llevados a cabo por el equipo de Covadonga Orejas, del Instituto Oceanográfico de Baleares, han demostrado que los corales de aguas frías crecen mucho más deprisa de lo que se pensaba. El hecho de que medren a más de 150 metros de profundidad haría sospechar que, al igual que muchas especies del mar profundo, serían organismos muy longevos y con una baja tasa de crecimiento. Sin embargo, su desarrollo es relativamente rápido; incluso equiparable al de algunas especies de corales tropicales.

Esta información resulta esencial para gestionar la conservación de estas comunidades. Y nos permite ser optimistas acerca de su recuperación, ya que podría ser viable en décadas —no en siglos—, a partir de solo una mínima población remanente. Bastaría con aplicar medidas tan simples como evitar su perturbación; en particular, la acción de la pesca. Así, al mismo tiempo que se recuperan las poblaciones de corales, se

restaura su función de hábitat refugio y hábitat trófico para un gran número de especies, lo que permite una mejora del ecosistema entero.

### VESTIGIOS DE UN MAR TROPICAL

Las investigaciones realizadas en el cabo de Creus y el canal de Menorca, conducidas respectivamente por Carlos Domínguez Carrió y Jordi Grinyó, del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, han hallado una elevada diversidad biológica en estas dos zonas y varias especies nuevas para la ciencia. En el cabo de Creus se ha registrado la presencia de casi un tercio de todas las especies bentónicas conocidas en el Mediterráneo. Resulta sorprendente que algunas de ellas fueran consideradas raras en estas aguas hasta hace muy poco. Nos referimos a los corales blandos del género *Alcyonium*, descubiertos recientemente en el cabo de Creus y todavía en fase de descripción, o la gorgonia

*Paramuricea macrospina*, que forma densas praderas en las zonas central y profunda del canal de Menorca.

En colaboración con el equipo de Pablo López González, de la Universidad de Sevilla, hemos descrito especies como el alcionario *Chironophthya mediterranea*, testigo viviente de lo que fue el mar de Tethys hace más de cinco millones de años, cuando el Mediterráneo era tropical. *C. mediterranea* se ha hallado en comunidades en las que también domina la gorgonia *Viminella flagellum*, un paisaje submarino que recuerda más a las profundidades tropicales del mar Rojo que al actual Mediterráneo.

Estudios paralelos llevados a cabo por Marzia Bo y Giorgio Bavestrello, de la Universidad de Génova, corroboran el carácter extraordinario de estos fondos. Estos autores han encontrado en el mar de Liguria unas comunidades similares a las de las costas españolas, dominadas por corales negros, gorgonias, esponjas y alcionarios, y otras especies nuevas para la ciencia. Ambos

### TESOROS ESCONDIDOS

## Puntos calientes de biodiversidad submarina

La exploración de los fondos del Mediterráneo que se ha llevado a cabo durante los últimos años ha arrojado luz sobre un paisaje submarino sorprendentemente rico y bien conservado. Bajo las aguas del *mare nostrum* se esconde una elevada biodiversidad, que se concentra sobre todo en tres hábitats: el coralígeno litoral, las comunidades del final de la plataforma continental y los corales de aguas frías o de profundidad.

En estos tres puntos calientes, la vida se desarrolla principalmente alrededor de comunidades de organismos sésiles (los que viven fijados a un sustrato, como esponjas, corales y gorgonias). Estos forman unas densas estructuras tridimensionales que, al frenar el flujo de agua, capturan y retienen partículas en suspensión que sirven de alimento a otras especies vágiles (que nadan en la columna de agua) y móviles (que se mueven sobre el fondo).

Al ofrecer un hábitat refugio y trófico a la vez, estos organismos sésiles desempeñan un papel ecológico de gran importancia para el ciclo de vida de numerosas especies bentónicas. También la plataforma continental cumple una función clave para el ecosistema submarino: sirve de corredor biológico a muchos peces que, como la merluza y la brótola, recorren un largo camino desde la costa hacia zonas más profundas y alejadas en busca de alimento.



#### Coralígeno litoral

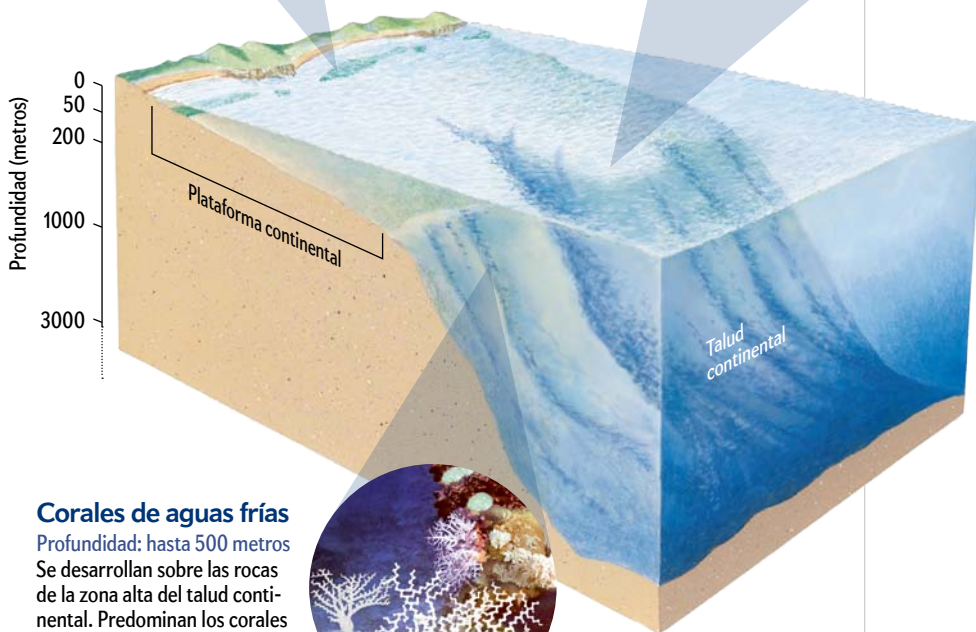
Profundidad: entre 50 y 70 metros

Se desarrolla sobre las estructuras que generan las algas calcáreas. Predominan las gorgonias (*Paramuricea clavata*, *Eunicella singularis*), esponjas (*Petrosia ficiformis*, *Axinella verrucosa*) y briozoos (*Pentapora fascialis*).

#### Comunidades del final de la plataforma continental

Profundidad: entre 90 y 150 metros

Se desarrollan sobre las «rocas de mar abierto», concreciones rocosas que emergen al final de la plataforma continental. Predominan las gorgonias (*Eunicella cavolinii*), esponjas (*Haliclona elegans*) y penatuláceos (*Pteroeides spinosum*).



#### Corales de aguas frías

Profundidad: hasta 500 metros

Se desarrollan sobre las rocas de la zona alta del talud continental. Predominan los corales como *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*.





fondos, menorquines y ligurinos, guardan mayor semejanza con los del océano Índico que con otras zonas más superficiales del Mediterráneo.

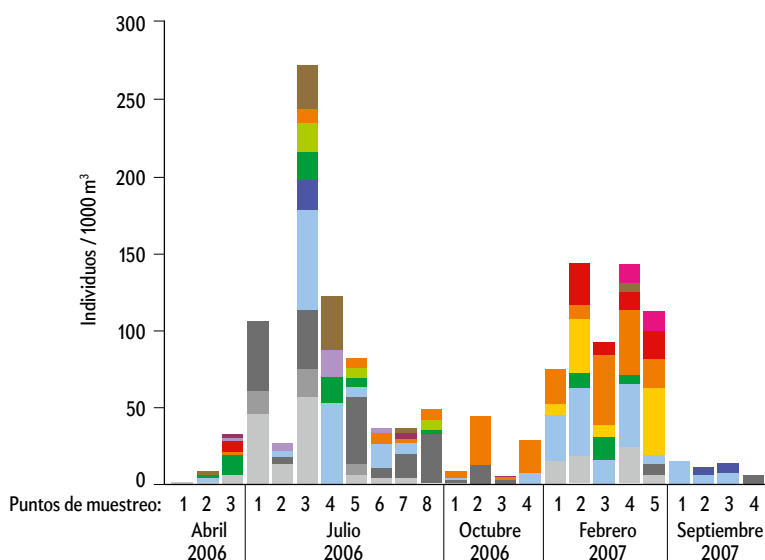
Otro ejemplo de la riqueza natural de estas comunidades semiprofundas (situadas a entre 100 y 400 metros) corresponde al arrecife de poliquetos en estado subfósil (todavía en proceso de fosilización) que se halló a unos 120 metros de profundidad en la parte alta del cañón submarino del cabo de Creus y que se dató en unos 11.000 años de antigüedad. De acuerdo con Claudio Lo Iacono, del Centro Oceanográfico Nacional en Southampton, estos restos indican dónde se encontraba el nivel del Mediterráneo durante la última glaciación. Se trata de un tipo de registros muy escasos, ya que la cota de entre 110 y 130 metros de profundidad ha sido barrida por movimientos naturales de sedimentos durante cientos de años y ha sufrido el impacto de la pesca industrial en las últimas décadas.

### FUNCIÓN ECOLÓGICA DE LAS COMUNIDADES PROFUNDAS

Además de concentrar una elevada biodiversidad, las comunidades bentónicas que medran al final de la plataforma y en la parte superior del talud continental desempeñan un papel ecológico de gran importancia. Sobre todo en el ciclo de vida de numerosas especies, incluidas algunas de interés comercial, como la merluza y la gamba.

En el cañón de Creus hemos observado grandes enjambres de los organismos que constituyen el zooplancton, como los eufausiáceos (más conocidos como krill), asociados a los bancos de corales de aguas frías. Los enjambres hallados en las paredes del cañón son de tal densidad (miles de individuos por metro cúbico) que la ventana del submarino quedó cubierta de una masa de color rojizo al ser atraídos estos pequeños crustáceos por los focos del aparato.

Las investigaciones de Ana Sabatés, del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, han confirmado una gran abundancia y diversidad de larvas de especies de peces en esta zona. Destacan las de merluza europea (*Merluccius merluccius*), hasta ahora raramente halladas en el Mediterráneo. En las capturas de plancton efectuadas con redes arrastradas muy cerca de las paredes del cañón también se recogieron larvas de especies de peces comunes en el mar profundo, como mictófidios, e incluso de especies litorales, como góbidos.



SI TE INTERESA ESTE TEMA...

Descubre *Biología marina*, nuestro monográfico de la colección TEMAS que recoge los mejores artículos de *Investigación y Ciencia* sobre las adaptaciones de los organismos marinos y su importancia en el ecosistema.

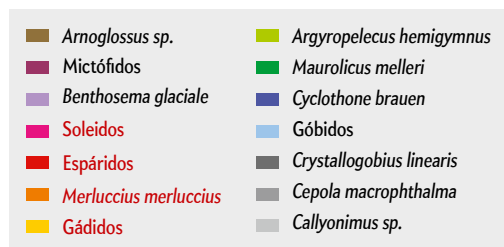
[www.investigacionyciencia.es/revistas/temas/numero/65](http://www.investigacionyciencia.es/revistas/temas/numero/65)



Es conocida también la importancia que estos cañones submarinos tienen para las ballenas. Aunque no tuvimos la oportunidad de observar ninguna durante nuestras inmersiones, estos cetáceos se adentran en los cañones para alimentarse del krill en su camino migratorio hacia el golfo de Génova y su zona de reproducción, protegida gracias al primer ejemplo de área protegida internacional en el Mediterráneo, el Santuario de Ballenas del mar de Liguria.

Desde la costa hacia mar abierto hemos observado dos zonas en las que el número de especies animales y su densidad o abundancia es máxima. La primera, más superficial, se sitúa a entre 50 y 70 metros de profundidad y se halla asociada a las comunidades del coralígeno. Aunque la luz se extingue rápidamente en el mar, a esta profundidad la energía lumínica permite el crecimiento de estructuras biogénicas formadas sobre todo por algas calcáreas. La masa coralígena alberga una gran cantidad de especies que viven en el interior de la estructura calcárea, en su superficie y asociadas a las especies sésiles de mayor tamaño que crecen encima y alrededor de las concreciones calcáreas. Este carácter de estructura «viva» hace que el coralígeno constituya (lo mismo que las comunidades del final de la plataforma mencionadas) un hábitat trófico y refugio para muchas especies de animales sésiles, vágiles y móviles (las que, como los crustáceos decápodos y los moluscos, se mueven sobre el fondo marino).

El segundo punto caliente de biodiversidad corresponde a las «rocas de mar abierto» que hemos comentado antes: las comunidades que se forman en las concreciones rocosas que emergen al final de la plataforma continental.

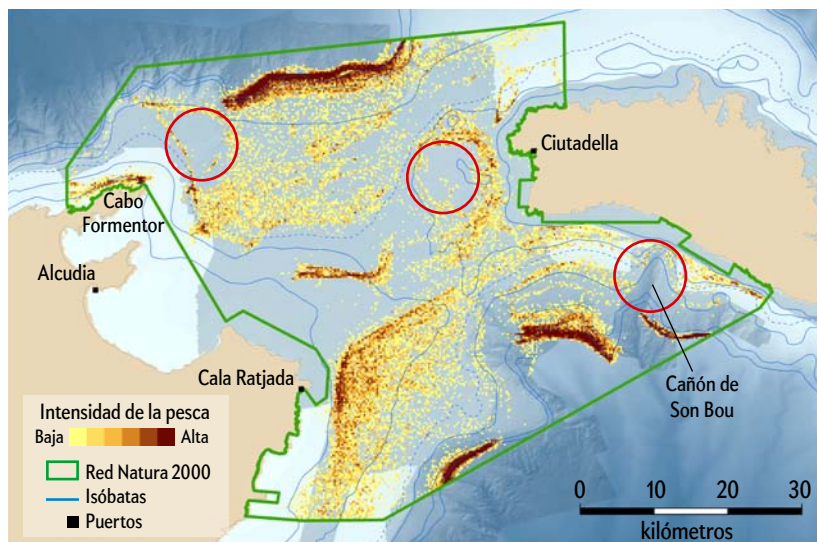


LOS ENJAMBRES DE ZOOPLANCTON que se han hallado asociados a los corales profundos del cañón del cabo de Creus presentan una gran abundancia y riqueza. La gráfica muestra la densidad y los tipos de larvas de distintas especies de peces que se han encontrado. Destaca su estacionalidad (más abundantes en verano, después del desove) y la presencia de especies de interés comercial (en rojo), como la merluza (*Merluccius merluccius*).



Entre ambas zonas de máxima diversidad se extiende la plataforma continental, una superficie que opera como corredor biológico para muchas especies en su tránsito desde las zonas costeras a las profundas. Entre ellas destaca la merluza y otras especies bentónicas que se desplazan a lo largo de las plataformas en busca de refugio y alimento. Las grandes concentraciones de krill en la parte alta de las paredes del cañón del cabo de Creus pueden ser el alimento de peces como la brótola (*Phycis phycis*), propia de hábitats más litorales pero que se desplaza a las zonas profundas para alimentarse.

La función de corredor que desempeñan las plataformas continentales en el ciclo biológico de numerosas especies justifica la necesidad de afrontar la protección y gestión de las áreas marinas con una visión ecosistémica, que contemple la dimensión espacial y la distribución de los hábitats que conectan el litoral con las zonas profundas.



MAPA DE LA INTENSIDAD DE LA PESCA DE ARRASTRE en el canal de Menorca. Las áreas en las que apenas se ha arrastrado coinciden con las que albergan las comunidades bentónicas mejor conservadas y prácticamente desconocidas (círculos rojos).

### EFFECTOS DE LA PESCA Y LA CONTAMINACIÓN

El redescubrimiento de estos fondos marinos ha permitido su estudio detallado y, sobre todo, dar a conocer un patrimonio natural que se temía desaparecido a causa del impacto de la pesca. En el transcurso de los últimos decenios, buena parte de la plataforma continental del Mediterráneo ha sido barrida por embarcaciones de pesca de arrastre. Esta técnica destruye por completo los hábitats del fondo marino y su ejercicio continuado hace casi imposible la recuperación de las comunidades bentónicas [véase «El fondo esquilado», por Lucas Laursen; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, septiembre 2014, y «Mares esquilados», por Daniel Pauly y Reg Watson; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, septiembre de 2003].

Al tener georreferenciadas las zonas del canal de Menorca con comunidades bien conservadas, pudimos establecer algunas hipótesis acerca de su existencia. Cuando cotejamos el mapa de esos puntos calientes de biodiversidad con un mapa de la presión pesquera industrial, observamos que en las zonas de alta diversidad la actividad de arrastre era casi inexistente. En cambio, en la parte media del canal, en donde se habían hallado densas praderas de la gorgonia *P. macrospina*, sí se constató el desarrollo de una actividad pesquera continuada, pero de tipo artesanal.

Parece, pues, que la pesca respetuosa con el fondo marino puede coexistir con los hábitats bentónicos. En la pesca con trasmallos, por ejemplo, la limpieza del aparejo a bordo reduce notablemente el impacto de la técnica: la fauna atrapada en las redes (colonias de gorgonias y esponjas, por ejemplo) se devuelve al mar inmediatamente, permitiendo la supervivencia de la misma en su hábitat.

David Díaz, del Instituto Oceanográfico de Baleares, ha investigado otro factor que reduce la presión sobre los ecosistemas marinos: la estacionalidad de la pesca artesanal. La de langosta, por ejemplo, se realiza solo en los meses de primavera y principios de verano. De hecho, son las mismas cofradías de pescadores artesanales las que se encargan de autogestionar la zona en la que pescan. Establecen la presión pesquera mediante la regulación del número de barcas activas y la captura permitida; asimismo, negocian la exclusividad para faenar en las zonas de interés con otros sectores como el de arrastre.

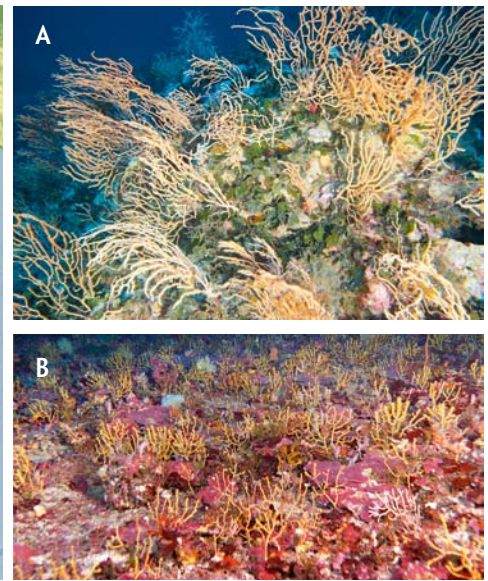
¿Es posible mantener una actividad pesquera artesanal que sea compatible con la conservación de los hábitats bentónicos en la plataforma? Esta es la pregunta que nos propusimos responder al diseñar y ejecutar ECOSAFIMED (de *Towards Ecosystem Conservation and Sustainable Artisanal Fisheries in the Mediterranean Basin*, «Conservación del ecosistema y pesca artesanal sostenible en la cuenca Mediterránea»), el estudio que continuó la línea de investigación de Indemares dentro del Instrumento Europeo de Vecindad y Asociación (también conocido por sus siglas en inglés, ENPI), el mecanismo financiero de la política europea de vecindad que permite realizar proyectos con otros países de la cuenca del Mediterráneo. Junto con la Fundación Biodiversidad y los equipos de Italia (Universidad de Génova) y Túnez (Instituto Nacional para las Ciencias y Tecnologías Marinas), estudiamos seis zonas del Mediterráneo que sufren la presión de la pesca en diferentes niveles de intensidad.

La respuesta no es sencilla. Obviamente, depende de cómo, dónde y cuándo se pesque. Depende de que la pesca sea no solo sostenible, sino también responsable y respetuosa con el sistema marino. Innovar en técnicas y aparejos sin duda contribuirá a la viabilidad futura de esta actividad.

En el cabo de Creus también hemos encontrado comunidades en un estado de conservación excepcional. En este caso son los factores geomorfológicos y ambientales los que han impedido la extensión de la actividad pesquera en la zona. En las proximidades de la parte alta del margen del cañón y en la misma plataforma continental, las barras de roca emergente dificultan el trabajo de las redes del arrastre y entrañan un grave riesgo de pérdida del aparejo. Solo algunos patrones muy diestros en el manejo de sus artes se atreven a faenar en estas zonas. Asimismo, la frecuencia y la intensidad de fuertes vientos de componente norte, como la tramontana, hacen muy difícil salir a pescar en determinadas épocas del año, sobre todo a pocas millas de la costa. Todo ello favorece la preservación de los hábitats del fondo.

Pero la actividad pesquera no es el único factor responsable de la destrucción de la biota de las zonas costeras o de plataforma. También la contaminación resulta dañina: nos referimos





ÁREAS ESTUDIADAS EN EL PROYECTO ECOSAFIMED (ENPI-UE) en las que se han encontrado comunidades muy bien conservadas. Se trata de zonas donde no hay pesca industrial, aunque sí artesanal. Las fotografías corresponden a fondos del archipiélago de Ponza (A) y del archipiélago de la Galite (B), ambos dominados por esponjas y gorgonias a entre 90 y 100 metros de profundidad.

al aporte de sedimentos y basuras procedentes de la costa, que llegan a través de descargas fluviales y de emisarios [véase «Basuras a mares», por Miquel Canals y Galderic Lastras; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, octubre de 2016]. El resultado es un paisaje fragmentado, formado por pequeños parches de la biota originaria en una matriz de un fondo marino más o menos degradado.

#### UNA APUESTA DE FUTURO

Según los resultados del proyecto Life+Indemares, más del 25 por ciento de las áreas estudiadas en el cabo de Creus y el canal de Menorca corresponde a zonas que hoy en día aún gozan de un buen estado de conservación. Sin desatender al resto de la extensión de estos Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), estos núcleos merecen una gestión específica como gérmenes de recuperación a partir de los cuales podría restaurarse gran parte del hábitat degradado.

Es necesario dar un salto hacia adelante en la gestión de los espacios marinos protegidos. Además de conservar el patrimonio natural existente, debería contemplarse la recuperación de las zonas degradadas. Para ello resulta fundamental la aplicación de planes de gestión orientados a reducir las actividades humanas responsables de esa degradación. En muchas ocasiones, esto es ya de por sí suficiente para que se inicie espontáneamente la recuperación del medio.

En paralelo, acciones de restauración ecológica pueden facilitar la ocupación del espacio e incrementar la velocidad de regeneración. Estas estrategias se han ensayado con éxito en zonas tropicales como las Seychelles, el Caribe, Hawái y Australia, donde se está llevando a cabo el trasplante masivo de corales en áreas degradadas con la finalidad de restablecer arrecifes dañados.

Una técnica parecida se ha empezado a implementar en el cabo de Creus, en el marco del proyecto ShelReCover de la Universidad de Barcelona y el Instituto de Ciencias del Mar del CSIC financiado por la Fundación BBVA y con la colaboración de la Fundación Biodiversidad. Gracias a la colaboración con algunos de los pescadores artesanales de la zona, se han ido

recogiendo y manteniendo vivas las gorgonias que de vez en cuando se quedan enganchadas en las redes de pesca. Estas se han trasplantado sobre unas estructuras artificiales que se han vuelto a colocar en el fondo de la plataforma continental, a unos 85 metros de profundidad. Mediante un ROV del equipo Vicorob de la Universidad de Gerona, se está estudiando la supervivencia de las gorgonias recuperadas, así como su posible función en la recolonización de las zonas limítrofes.

Todos estos proyectos están explorando nuevas maneras de definir, gestionar y conservar los ecosistemas del fondo del Mediterráneo, contribuyendo a restaurar los hábitats originales y su función ecosistémica. Tenemos medios y esperanza en los resultados.

#### PARA SABER MÁS

**Deep coral oases in the South Tyrrhenian Sea.** M. Bo et al. en *PLOS ONE*, vol. 7, e49870, 2012.

**Bathymetrical distribution and size structure of cold-water coral populations in the Cap de Creus and Lacaze-Duthiers canyons (northwestern Mediterranean).** A. Gori et al. en *Biogeosciences*, vol. 10, págs. 2049-2060, 2013.

***Chironephthya mediterranea* n. sp. (Octocorallia, Alcyonacea, Nidaliidae), the first species of the genus discovered in the Mediterranean Sea.** P. J. López-González et al. en *Marine Biodiversity*, vol. 45, págs. 667-688, 2015.

**Diversity, distribution and population size structure of deep Mediterranean gorgonian assemblages (Menorca channel, western Mediterranean Sea).** J. Grinyó et al. en *Progress in Oceanography*, vol. 145, págs. 42-56, 2016. Página web del proyecto Life+Indemares: [www.indemares.es](http://www.indemares.es)

#### EN NUESTRO ARCHIVO

**La salud de mar mediterráneo.** Joandomènec Ros en *IyC*, agosto de 1994.

**Pesca sostenible.** Carlos Domínguez, Josep Maria Gili y Jordi Grinyó en *IyC*, enero de 2011.

**El Mediterráneo, un delicado océano en miniatura.** Javier Ruiz Segura y Joaquín Tintoré en *IyC*, abril de 2016.