

## Introducción

Las pruebas que los participantes deberán resolver a lo largo de la Gymkhana de los Mares y Océanos están distribuidas según los ecosistemas que pueden encontrarse en cada una de las corrientes propuestas.

Estos ecosistemas, o también bloques temáticos, son:

- Corriente Liguro-provenzal: cañones submarinos, coralígeno, fanerógamas marinas.
- Corriente del Golfo: agua y corrientes, ecosistemas contaminados, personajes.
- Corriente de Noruega: arrecifes de profundidad, intermareal, tecnología.
- Corriente del Labrador: aportaciones continentales, hielo continental, talud.
- Corriente de Brasil: playas, dorsales, descubrimientos.
- Corriente Ecuatorial: islas, sustratos artificiales, historia.
- Corriente del Índico subtropical: litoral, lagunas costeras, clinas.
- Corriente de Benguela: columna de agua, fondos de fango, técnicas.
- Corriente de California: giros y frentes, kelp, montañas submarinas.
- Corriente de Kuroshio: manglares, arrecifes tropicales, instrumentación.
- Corriente de Perú: afloramientos, fondos anóxicos, fondos abisales.
- Corriente Circumpolar Antártica: hielo marino, necton, plataforma continental.

A continuación encontraréis una breve descripción de algunos de estos ecosistemas marinos.



JM Gili (ICM-CSIC)

### Ecosistemas marinos

#### Clinas

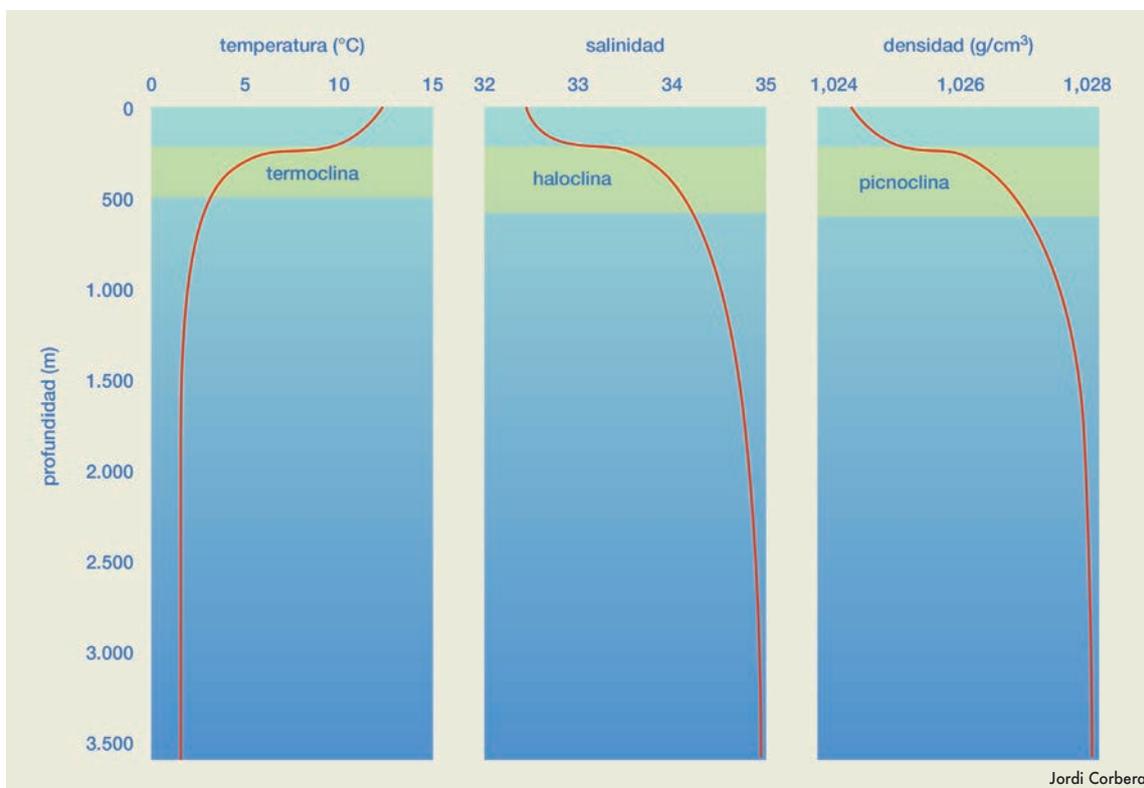
Véase la unidad temática  
«El agua de mar  
y las corrientes marinas»

Los rayos de Sol llegan a la superficie del océano y la calientan. Sin embargo, la mayoría de la luz solar se absorbe en los primeros metros, de manera que se crea una capa superficial más caliente; pero la masa de agua que se encuentra por debajo de esta capa se mantiene más fría, lo que a menudo da lugar a un cambio más o menos brusco de temperatura entre la capa superficial y las capas más profundas. Esta zona de máximo gradiente de temperatura, que separa la masa de agua más fría de la más caliente, recibe el nombre de *termoclina*. Debajo de la termoclina, la temperatura sigue descendiendo pero más gradualmente, hasta alcanzar un valor uniforme cercano a los 3 °C en el fondo de los océanos, que se mantiene prácticamente igual en casi todas las grandes profundidades oceánicas. Dependiendo de la latitud y de la estación del año, la termoclina puede darse a distinta profundidad. En las latitudes altas y los océanos polares, por ejemplo, el agua siempre está muy fría, habitualmente por debajo de los 0 °C, por lo que la termoclina es a menudo muy superficial, o incluso inexistente; en cambio, en los trópicos, la termoclina es semipermanente, ya que el calor del Sol mantiene la superficie marina cálida durante todo el año; en latitudes medias varía según la estación del año, siendo más marcada y profunda en verano.

En general, dos masas de agua de diferentes propiedades físicas no se mezclan; por eso, cuando el agua está en calma, se estratifica en capas, y la termoclina mantiene aislados el plancton de la superficie y los nutrientes que hay en las capas inferiores. Cuando el viento sopla fuerte o hay una tormenta, las aguas se remueven, la termoclina se rompe y las aguas superficiales y profundas vuelven a mezclarse, hecho que favorece la proliferación de plancton en la capa fótica. De forma similar, entre la superficie y el fondo se encuentra la *haloclina*, zona de la columna de agua determinada por el cambio brusco de salinidad entre las aguas superficiales —más saladas debido a que hay una mayor evaporación— y el agua profunda —habitualmente un poco menos salada—. Las variaciones de temperatura y salinidad hacen variar la densidad del agua, que va aumentando con la profundidad —en general, cuanto más fría está el agua, más densa es—, de tal modo que en la zona de mayor gradiente de densidad se encuentra la denominada *picnoclina*.

Termoclina, haloclina y picnoclina representan barreras para la circulación vertical del agua y de los nutrientes; también son fronteras para numerosos organismos microscópicos del plancton, que no pueden atravesarlas.

Los factores ambientales como la temperatura y la salinidad no solo son relevantes cuando forman los gradientes mencionados. La tolerancia a los cambios de estas variables en sí varía mucho de una especie a otra. Así, algunas especies pueden sobrevivir en un amplio rango de temperatura, son las llamadas *euritermas*; y otras toleran los cambios en la salinidad, son las denominadas *eurihalinas*. En cambio, otras especies solo pueden vivir a unas temperaturas muy concretas, son las llamadas *estenotermas*; y otras requieren una determinada salinidad, son las denominadas *estenohalinas*.



Jordi Corbera

**Fig. 1.** (↑) Termoclina, haloclina y picnoclina representan barreras para la circulación vertical del agua y de los nutrientes; también son fronteras para numerosos organismos microscópicos del plancton, que no pueden atravesarlas. (→) Los corales profundos, como esta *Lophelia pertusa* hallada en el cañón submarino del cabo de Creus, en Cataluña, son organismos estenotermos, que viven en un rango concreto de temperaturas, en este caso, bastante frías.



ICM-CSIC IFM-GEOMAR

## Fondos de fango

Véase la unidad temática «La vida en los fondos blandos»

Gran parte del lecho marino está cubierto de sedimentos blandos, como el lodo y el fango. Las finas partículas de lodo y fango se depositan y acumulan allí donde las condiciones son más estables, es decir donde los sedimentos son menos removidos por el fuerte embate de las olas, por ejemplo. Por tanto, los fondos fangosos suelen darse en las aguas abrigadas de bahías, estuarios y fiordos, así como en las zonas más profundas o distales de la plataforma continental y en los fondos oceánicos. Esos sedimentos finos pueden tener distintos orígenes. Algunos son fangos muy finos que provienen de tierra adentro y que, cuando llegan a la costa, son arrastrados por corrientes y mareas hacia la plataforma

continental, resbalando por el talud hasta la llanura abisal. Los desprendimientos de este material fino por el talud reciben el nombre de *asentamientos* o *slumps*. La erosión costera aumenta la cantidad de estos sedimentos, que pueden deslizarse más rápidamente por cañones submarinos hacia las profundidades. A veces, el sedimento proviene de erupciones volcánicas y se deposita en el fondo a modo de «lluvia». Por otro lado, cuando los organismos marinos mueren, sus restos caen al fondo y se van acumulando junto al sedimento, mezclándose con este y formando los llamados *fangos biogénicos*. Estos fangos son calcáreos cuando provienen mayoritariamente de los restos de caparzones de carbonato de calcio de organismos como foraminíferos, pterópodos y algas cocolitoforales; y son silíceos si están compuestos de las frústulas de diatomeas y radiolarios. Pero los fangos biogénicos no se forman habitualmente en las grandes profundidades, ya que por debajo de los 4500 m los restos calizos y silíceos se disuelven a causa de los cambios en la temperatura, la presión y la acidez.

En general, en un fondo fangoso, bajo la superficie del fango hay poco oxígeno, por lo que los animales que viven enterrados deben tomarlo del agua. Como en la capa superficial del fango hay más renovación de agua, la vida en los fondos fangosos se concentra en los primeros centímetros. A pesar de esto, los fondos fangosos pueden ser muy productivos. En su superficie pueden abundar bacterias y diatomeas, que, a la vez que descomponen los restos orgánicos, son el alimento de muchos otros organismos. Nematodos, isópodos y pequeños moluscos también viven y se alimentan en el fango. Las plumas de mar, los crinoideos y muchas esponjas, que se anclan a menudo en fondos fangosos, filtran las partículas orgánicas que se van sedimentando en el agua de las capas profundas del océano y que les sirven de alimento.

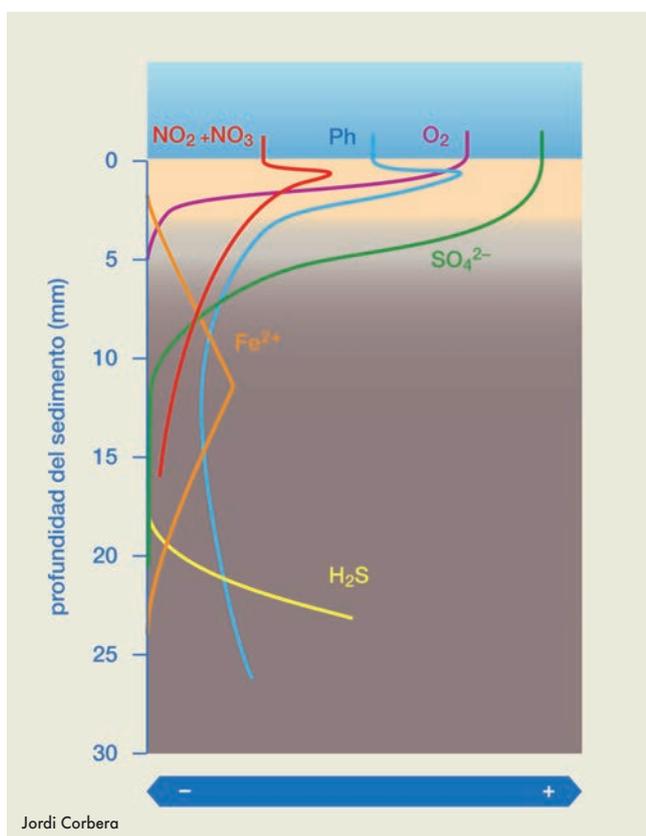


Fig. 2. Gradientes de diferentes compuestos químicos que suelen generarse dentro de un sedimento fangoso.



**Fig. 3.** Ejemplos de organismos que pueden vivir en fondos blandos, con distintas estrategias para vivir en ellos: algunos tienen las patas muy finas para no hundirse en el sedimento, otro se anclan en él con parte de su cuerpo, otros hacen madrigueras o se entierran, y otros sencillamente se desplazan por encima del sedimento.

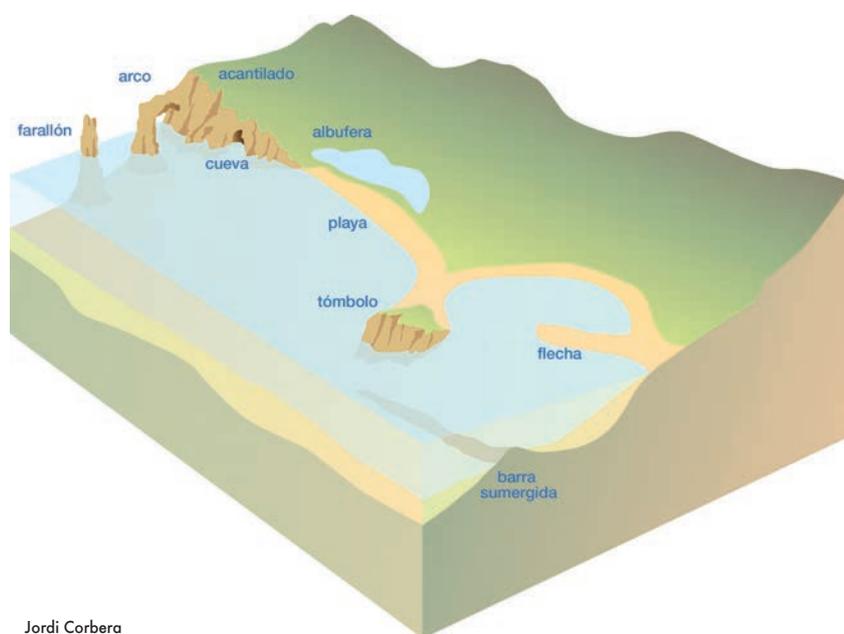
### Costas

Los ambientes costeros son muy cambiantes y están influidos por multitud de factores ambientales que los van modelando. Por ello, la morfología de las costas es tan variada y presenta diferentes tipos de accidentes geográficos, desde acantilados hasta playas, pasando por calas, bahías y cordones litorales. Los materiales de origen terrestre o marino, tras depositarse en la costa, sufren la acción de las mareas, las olas y las corrientes, es decir, erosión, transporte y sedimentación.

Las formas de erosión más características son los acantilados y las plataformas de abrasión —rampa con cierta inclinación que se forma en la base del acantilado—, causadas por el fuerte embate de las olas sobre la roca dura; la acción del oleaje puede excavar cuevas en las paredes del acantilado. La erosión continuada de estas cuevas puede acabar formando un arco; si prosigue la acción erosiva, y el techo del arco se derrumba, puede quedar un pilar aislado que denominamos *farallón*. Los acantilados y farallones pueden ser de muy diversos materiales, como lava, caliza o incluso yeso.

La sedimentación, en cambio, ocurre en lugares donde la mayor parte de la energía de las olas se disipa antes de llegar a la orilla, hecho que permite que la arena se acumule. En estos lugares, los sedimentos mayoritariamente llegan al mar transportados por los ríos, los glaciares y el viento. El factor que regula la existencia de formas de acumulación costeras, como las playas, es el equilibrio entre la cantidad de sedimentos que llegan a la costa y la capacidad de las corrientes y las mareas para transportarlos mar adentro. La deriva litoral es un mecanismo de transporte esencial para su formación. Se da cuando las olas llegan con cierto ángulo a la costa y hacen que la arena y otros materiales se vayan esparciendo por la costa y acumulando a lo largo de ella. Las formas más típicas de sedimentación son las playas, originadas por el depósito de material detrítico bastante fino, y a veces con una o más líneas de dunas en la parte más alejada del agua. A menudo se forman barras de arena paralelas a la línea de costa, que pueden estar sumergidas o emergidas; si están emergidas, pueden tener formas variadas, como flechas de arena, cuando están unidas al continente; cordones litorales, cuando una flecha se extiende a través de toda o gran parte de la entrada de una bahía o estuario; y tómbolos, en forma de pequeñas penínsulas; islas barrera, cuando están aisladas. Puede ocurrir que, con el tiempo, una formación se convierta en otra, ya que los diferentes procesos van desplazando el agua y los sedimentos continuamente a lo largo de la costa.

Actualmente, aproximadamente el 60 % de la humanidad vive a menos de 60 km de la costa. Esto implica que las zonas costeras se encuentran muy masificadas. Esta aglomeración causa importantes impactos sobre la costa, derivados tanto de la urbanización como de la construcción de puertos, diques y otras estructuras que dañan el litoral. Además, a causa de esta enorme ocupa-



Jordi Corbera



**Fig. 4.** Representación esquemática de diferentes estructuras de paisaje que podemos encontrar en las costas. Paisaje de la Costa Brava, con una bahía (bahía de Pals), unas islas (islas Medes) y un cabo (cabo de Creus) al fondo.

ción del litoral, que a menudo conlleva numerosos daños en comunidades naturales que actúan a modo de barreras costeras, los impactos de ciertas perturbaciones naturales, como tormentas o huracanes, tienen efectos aún más devastadores sobre la población humana que ocupa las costas.

### Columna de agua

La mayor parte de la vida marina se concentra en la columna de agua lejos del fondo, es decir en la llamada *zona pelágica*. El agua salada contiene los nutrientes y sustancias necesarios para que muchos organismos puedan vivir y desarrollarse de forma permanente en la columna de agua. Se trata de un vasto entorno, cuya profundidad media es de 3900 m, pero que varía de un océano a otro. Las condiciones ambientales en la columna de agua cambian mucho según la profundidad: la luz, la temperatura y el alimento disminuyen rápidamente con la profundidad, mientras que la presión aumenta gradualmente hacia el fondo. Estos cambios imponen ciertas limitaciones a los tipos de organismos que pueden vivir a distintas profundidades. Asimismo, las variaciones de temperatura y salinidad determinan la existencia de distintas masas de agua, separadas por frentes, que también suponen barreras y condicionan la distribución de los organismos. En general, la columna de agua situada encima de la plataforma continental —llamada *zona nerítica*— es más productiva que la de mar abierto.

Las capas superficiales soleadas del océano son el hogar de gran variedad de organismos, desde algas microscópicas hasta medusas gigantes, que componen el plancton y derivan con las corrientes. Muchos organismos del plancton tienen púas, largas patas o apéndices plumosos que los ayudan a flotar. Otros organismos, los que viven en la columna de agua son grandes nadadores —y denominados en conjunto *necton*—, pasan toda su vida nadando libremente, como muchos peces, calamares y mamíferos marinos, por ejemplo. Usan su capacidad de nadar rápidamente para cazar presas, y pueden recorrer grandes distancias para alimentarse o reproducirse. Tienen diferentes estrategias, como ser transparentes, reflectantes o disponer de cuerpos finos, para no ser vistos por sus depredadores. Por debajo de los 1000 m, la luz no llega, la presión es enorme y el alimento es escaso; y muchos organismos dependen, sobre todo, de los restos de comida que caen desde las capas superiores. Los animales que viven allí son en general más pequeños y oscuros, con los cuerpos llenos de líquido y con bocas grandes de dientes afilados; y se pueden dar casos de gigantismo, sobre todo entre los carroñeros de las grandes profundidades.

Véanse las unidades temáticas

«El plancton», «El necton»

y «El plancton oceánico»



Àlex Lorente

## Islas

Las islas se definen como porciones de tierra firme rodeadas de agua, siempre de menor extensión que la de un continente. Pueden ser de muy distintos tamaños, desde pocos metros hasta varios millones de kilómetros cuadrados, como Groenlandia; cuando son muy pequeñas se las suele llamar *islotas*. Las islas pueden encontrarse agrupadas, en cuyo caso forman archipiélagos. Hay islas de distintos tipos, según su origen. Pueden ser oceánicas, volcánicas, coralinas, prolongaciones de un continente o cimas de montañas submarinas. Por ejemplo, Groenlandia es una isla que forma parte, geológicamente hablando, de un continente (América del Norte) y, por ello, se la considera una isla continental; en cambio, las islas que forman el archipiélago de Hawái, que son volcánicas, son extensiones de la corteza oceánica; y Australia está considerada una isla-continente.

Las islas continentales se encuentran sobre la plataforma continental de un continente; es decir, forman parte del continente adyacente. Un subtipo de isla continental son las islas microcontinentales, originadas de la rotura de un continente, como, por ejemplo, Madagascar. Otro subtipo son las islas barrera, formadas por las acumulaciones de arena depositadas por las corrientes marinas; estos tipos de islas pueden formarse en los deltas o en los grandes ríos. Algunas son transitorias, otras son más estables.

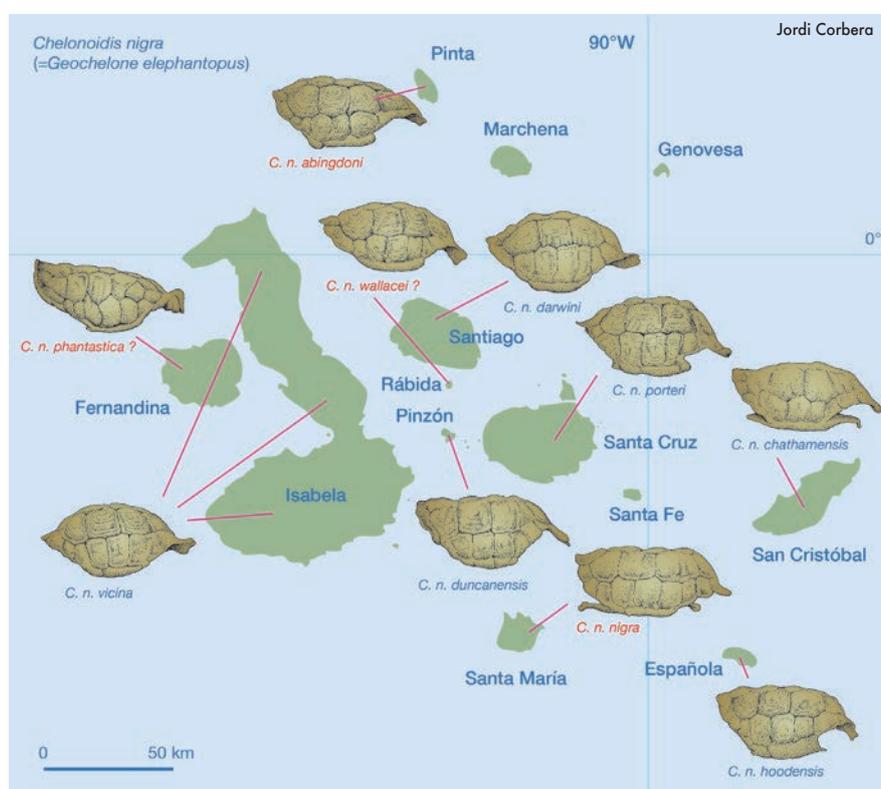


Fig. 5. Las islas actúan como barreras geográficas que favorecen los procesos de especiación. En este caso vemos la distribución de tortugas en las islas Galápagos.

En general, las islas oceánicas suelen estar alejadas de los continentes y tienen un origen distinto de estos. Pueden aparecer cuando una montaña o una dorsal submarina se eleva sobre la superficie del mar. Algunas islas oceánicas tienen un origen tectónico y aparecen allí donde el movimiento de las placas tectónicas ha levantado el fondo oceánico por encima de la superficie (como la isla Macquarie, en el océano Pacífico). Pero la gran mayoría de las islas oceánicas son de origen volcánico, como, por ejemplo, las islas Canarias o las islas de Hawái; las islas volcáni-

cas a menudo aparecen en grupo (formando archipiélagos llamados *arcos insulares*) y se siguen formando y transformando en la actualidad. La actividad de ciertos organismos, como los corales, puede originar un tipo de islas denominadas *islas coralinas*: los corales, al morir, dejan sus esqueletos calcáreos, formando una estructura que sirve de base para el desarrollo de nuevos corales. Las partes más profundas se hunden, y en las partes superficiales, donde hay más luz, siguen creciendo organismos. Un ejemplo de islas coralinas son las Maldivas, en el océano Índico.

Las islas crean hábitats a menudo bastante distantes de los continentes, lo que, por lo general, es en un buen mecanismo de especiación y genera gran cantidad de endemismos; es decir, en las islas se encuentran especies o taxones propios tan solo de ese lugar. Por ejemplo, el 50 % de las áreas donde se encuentran aves endémicas son islas. Un ejemplo conocido del fenómeno de especiación es el conjunto de especies de pinzones documentados por Charles Darwin en las islas Galápagos.

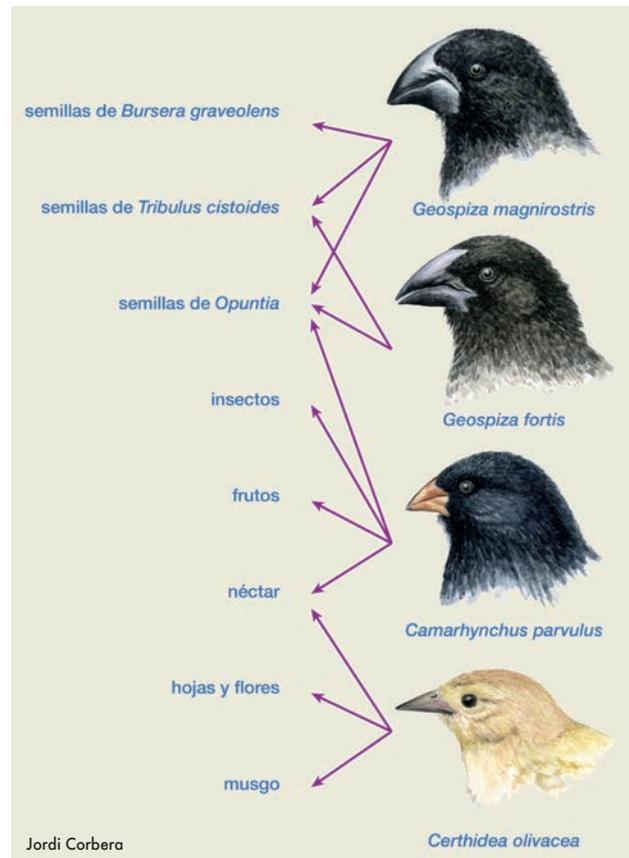
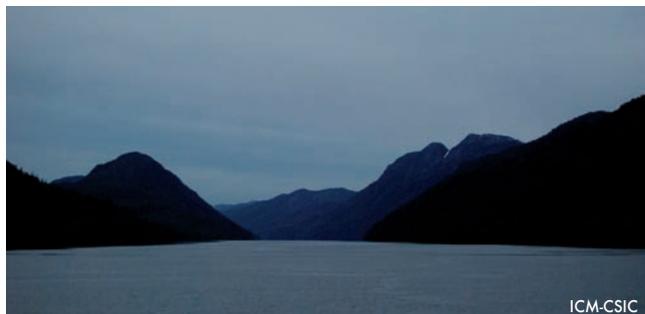
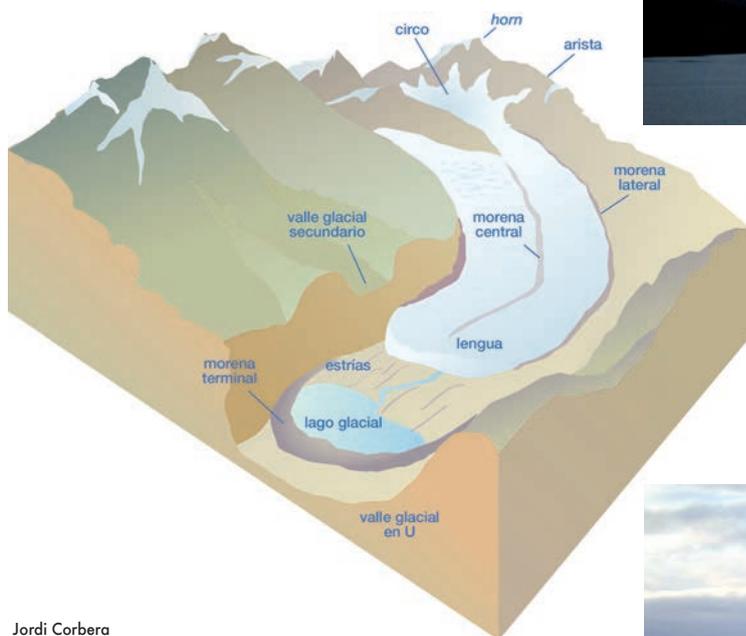


Fig. 6. Los pinzones de las islas Galápagos se especializaron en distintos tipos de comida, como muestra la forma de su pico.

## Hielo continental

Las plataformas de hielo son grandes placas de agua congelada que flotan en el mar alrededor de las zonas terrestres igualmente heladas. Se encuentran solo en la Antártida, donde rodean un 44 % del continente; en Groenlandia, y en Canadá. Se forman cuando un glaciar, que proviene de un casquete de hielo continental, se extiende hasta la costa y sobre la superficie del mar. Una parte de la plataforma está anclada al fondo marino en un punto, llamado *línea de anclaje*, mientras que el resto flota en la superficie del agua; en el borde externo de la plataforma suele haber acantilados de hielo de los que se desprenden bloques, denominados *icebergs*.

Los icebergs son uno de los agentes causantes de perturbaciones naturales que hay en el mundo. Su efecto sobre las particulares comunidades bentónicas antárticas puede ser devastador, pero, al mismo tiempo, crea nuevos espacios de colonización y causa que el paisaje bentónico presente una estructura en mosaico (de comunidades más o menos desarrolladas).



ICM-CSIC

Jordi Corbera

**Fig. 7.** En las zonas polares, muchos glaciares llegan al mar. En el esquema se representan las partes principales de un glaciar. (↑) Los fiordos son valles glaciares inundados por el mar. (↓) Los icebergs son grandes masas de hielo que se desprenden de glaciares o de las grandes plataformas de hielo.



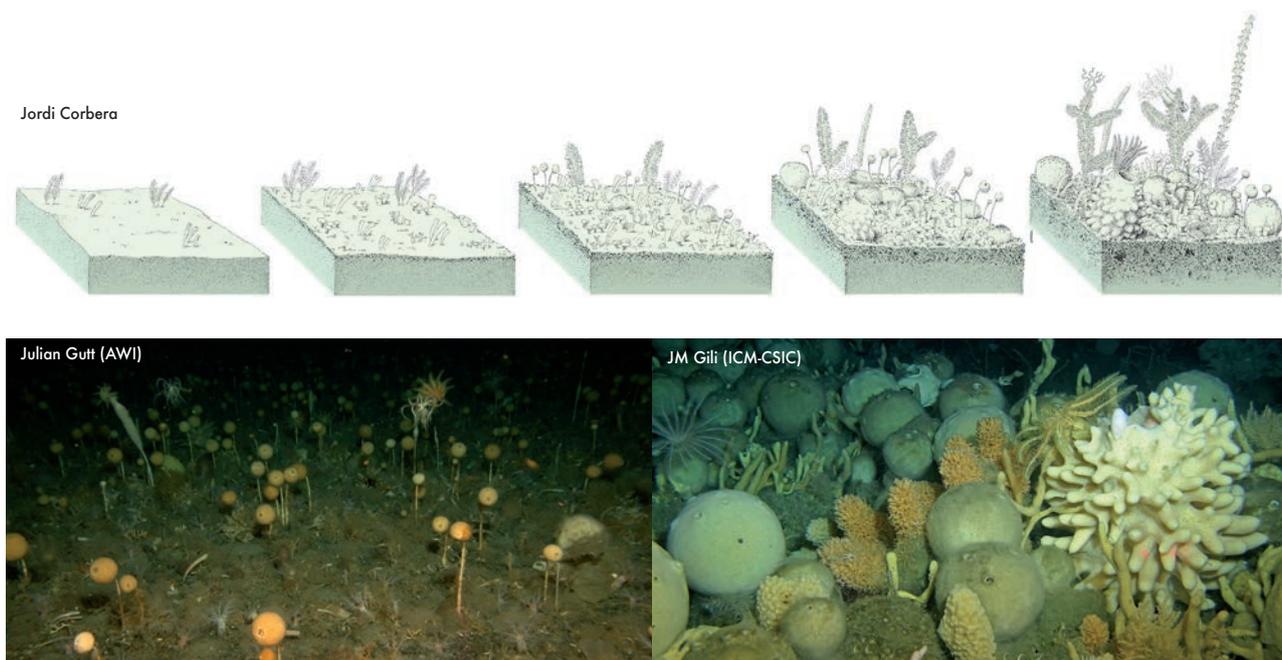
AWI ICM-CSIC



AWI ICM-CSIC



AWI ICM-CSIC

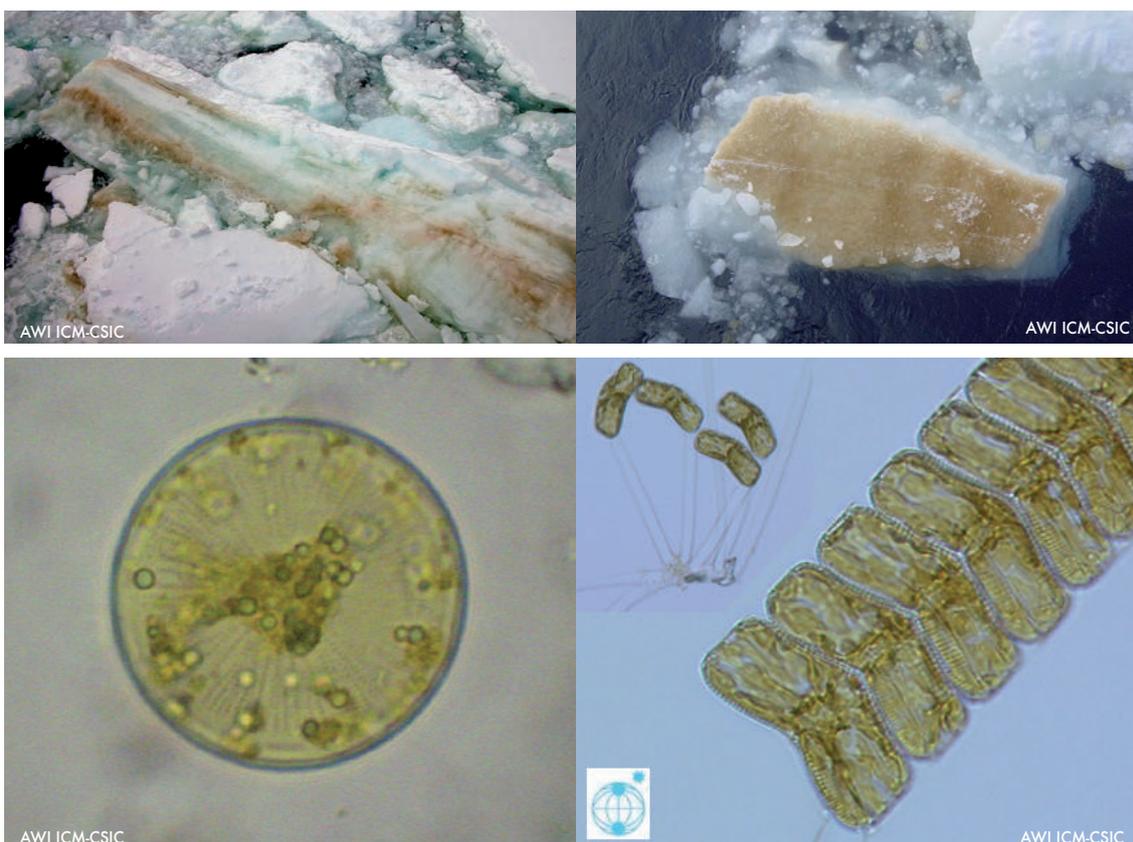
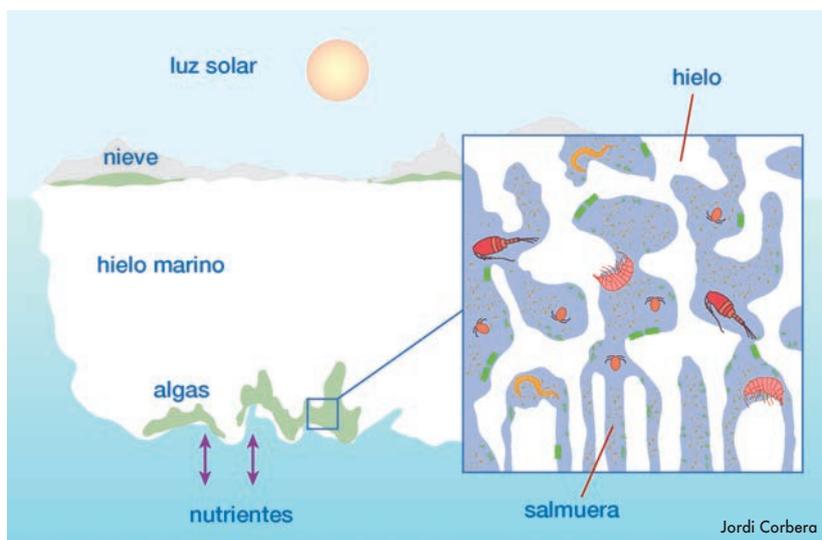


**Fig. 8.** Sobre los fondos marinos de las plataformas continentales de la Antártida, afectadas por la dinámica de las plataformas de hielo, viven extensas comunidades de suspensívoros bentónicos, sobre todo esponjas. El crecimiento de la fauna antártica es muy lento (de 2 a 5 veces inferior que en otras regiones), en parte a causa de las bajas temperaturas. Ello, junto con el hecho de que estos organismos no tienen grandes depredadores, permite que sean organismos muy longevos y que a menudo presenten gigantismo. Estas comunidades bentónicas tienen una elevada biodiversidad y un gran número de endemismos —especies o taxones propios solamente de un determinado ecosistema o lugar—. Esta elevada diversidad se explica parcialmente por la propia dinámica del sistema: una parte de la enorme producción primaria que tiene lugar durante el verano austral cae al fondo marino y contribuye a alimentar las ricas comunidades de suspensívoros bentónicos; pero, además, desde un punto de vista histórico, el aislamiento de la Antártida (por la corriente Circumpolar Antártica) y la falta de aportes continentales de los ríos, dado que el continente está helado, permitieron la conservación de una fauna única, muy antigua, que recuerda la fauna del paleozoico y que presenta un mayor número de especies respecto a otras regiones. Las ricas comunidades biológicas de las plataformas continentales antárticas pueden verse perturbadas por el desprendimiento de icebergs, que labran el fondo marino. Por ello se puedan observar comunidades con distinto grado de desarrollo y madurez, es decir, distintas etapas de la sucesión ecológica.

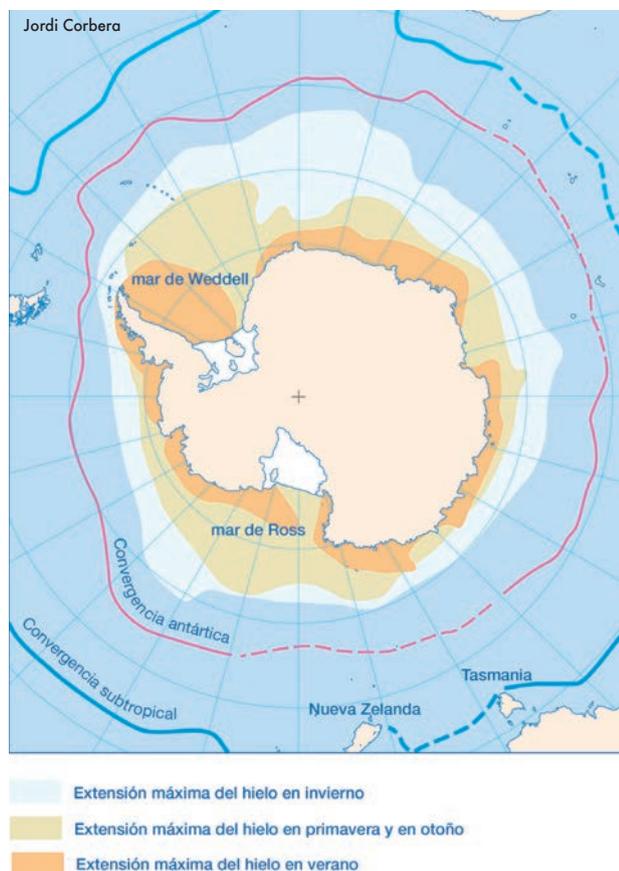
## Hielo marino

Cada año se forman millones de kilómetros cuadrados de hielo marino sobre los mares polares. Este hielo marino proviene de la congelación del agua de mar y puede llegar a tener espesores de hasta más de 3 m. El hielo marino es un hábitat en sí, puesto que multitud de organismos viven dentro de su estructura llena de canales y poros.

La formación y la fusión de este hielo marino en la Antártida influye enormemente en la circulación global del agua del océano, porque durante su formación se expulsa sal al agua circundante, lo que contribuye a crear una agua más densa (muy fría y con más contenido de sal), denominada *agua fría profunda*, que se hunde y pone en marcha, aproximadamente en un 80 %, el gran cinturón de circulación oceánica. Este hundimiento, a su vez, fuerza el ascenso a la superficie de agua profunda rica en nutrientes. En verano, el calor provoca la fusión del hielo, y, con ello, se liberan las microalgas y los mi-



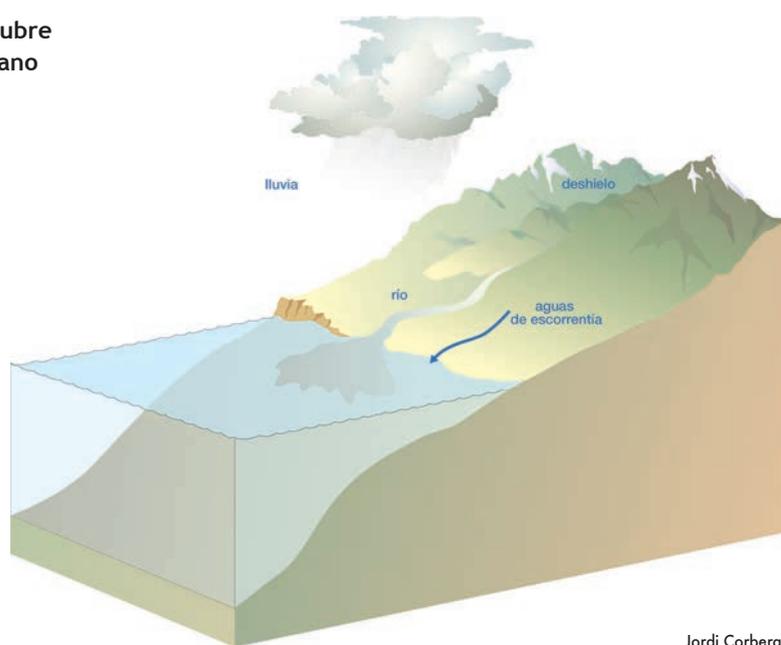
**Fig. 9.** El hielo marino presenta una estructura interna con canales y espacios donde distintos organismos —sobre todo, algas diatomeas, bacterias y virus— pueden vivir, a pesar de las extremas condiciones ambientales. Muchas microalgas acumulan grasas durante el invierno austral y dan coloraciones marrones al hielo marino. Detalle de microalga del hielo con gotas lipídicas en su interior. A lo largo del año, el hielo marino cubre en menor o mayor extensión el océano antártico.



**Fig. 10.** A lo largo del año, el hielo marino cubre en menor o mayor extensión el océano antártico.

## Plataforma continental

Es la zona que va desde el litoral hasta el límite submarino del continente, donde el talud conduce hacia las zonas más profundas. Las aguas que se encuentran encima de la plataforma continental son muy productivas y cuentan con una gran diversidad de vida y de hábitats. La plataforma continental es la zona más afectada negativamente por la contaminación y las actividades humanas, como la pesca.



**Fig. 11.** Las zonas de plataforma son las que suelen recibir más aportes continentales.

croorganismos que estaban atrapados en él; esto, combinado con el aporte de nutrientes, provoca la multiplicación masiva de estos diminutos organismos. Esta floración despierta todo el ecosistema antártico, especialmente el krill, que se alimenta sobre todo de microalgas y que tiene un papel clave en las cadenas tróficas antárticas, dado que es el alimento de numerosos organismos, como peces y ballenas, pero también de focas, pingüinos y otras aves. Durante unas pocas semanas, las aguas superficiales de la Antártida se vuelven las más productivas del planeta. Además, el hielo marino antártico más permanente es el hábitat donde crían algunas especies de focas y el pingüino emperador. Por su parte, el hielo marino de la zona ártica ejerce la misma función de descanso y cría para los animales que la habitan, en este caso focas y morsas, además de osos polares y zorros árticos, para los cuales el hielo marino representa un vasto territorio de caza.

En general, el fondo de la plataforma está a unos 200 m de profundidad, por eso se trata de una zona generalmente bastante iluminada, lo que favorece el crecimiento de algas y una rica biodiversidad. En la plataforma continental se pueden distinguir dos grandes zonas: por una parte, la zona proximal, que es la más próxima al litoral, la que recibe aportes sedimentarios continentales (sobre todo de los deltas) y donde los materiales más abundantes son mayoritariamente detríticos —aunque, en épocas de tormentas, los ríos y los torrentes pueden depositar mar adentro materiales un poco más gruesos, como arena y guijarros—; y, por otra parte, la zona distal, más alejada de las aportaciones terrígenas, por lo que a menudo las aguas son más claras y, en climas tropicales, pueden crecer distintos tipos de arrecifes coralinos.

Véase la unidad temática «La vida en la plataforma continental»



Fig. 12. Entre los aportes continentales, los mayores provienen de los ríos. En el mapa se han representado algunos de los ríos más caudalosos del planeta, los cuales aportan sedimentos y materia orgánica al mar.

### Dorsales oceánicas

Las dorsales oceánicas son elevaciones submarinas situadas en la parte central de los océanos, que pueden alcanzar más de 3000 m de altura. Surgen allí donde divergen dos placas tectónicas oceánicas: al separarse las placas, se crean fisuras en el fondo oceánico, el magma del manto terrestre brota por estas fisuras y se va depositando a ambos lados, lo que crea nuevos volcanes y nueva corteza oceánica. Debido a esto, las rocas son más jóvenes en el centro de la dorsal, cerca de las fisuras. Este flujo continuo de magma provoca que, a lo largo de millones de años, el suelo oceánico crezca y se expanda, de manera que las partes situadas a cada lado de la dorsal se van alejando entre sí, dejando un valle central, llamado *rift*. Las dorsales oceánicas forman una larga cordillera montañosa que se extiende a lo largo de miles de kilómetros. Algunas cimas de las dorsales pueden sobresalir por encima de la superficie del mar y, así, formar islas volcánicas, como Islandia. En las fisuras de las crestas de las dorsales oceánicas pueden crearse erupciones volcánicas que dan lugar a los montes submarinos. A veces, a través de las fisuras del suelo en expansión sale agua rica en minerales y se crean fuentes hidrotermales, alrededor de las cuales viven comunidades de organismos muy particulares. La dorsal más larga es la dorsal central del Atlántico, que separa Europa y África, con 16 000 km de longitud y que va desde el océano Ártico (donde emerge a la superficie y forma Islandia) hasta más allá del extremo meridional de África; es, de hecho, la cordillera más larga del planeta. Las islas asociadas a las dorsales oceánicas proporcionan zonas de cría protegidas a muchas aves marinas, que hallan alimento gracias a las corrientes que afloran frente a sus costas.

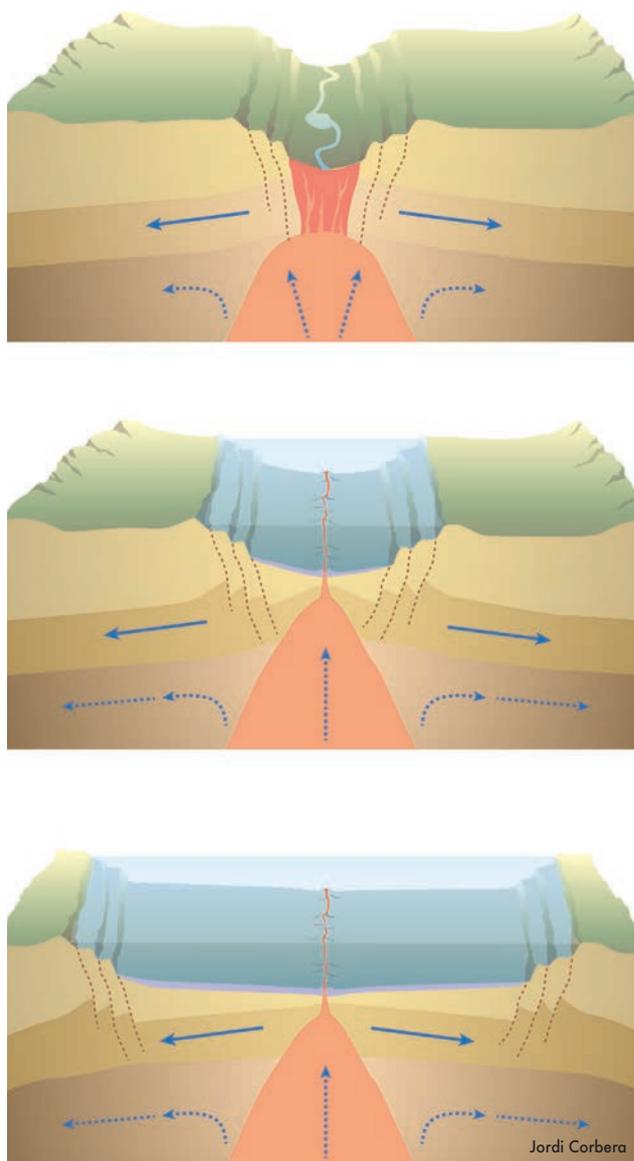


Fig. 13. Proceso de formación de un océano: en la primera etapa, se forma un rift o valle tectónico (↑), y con el paso de los años se acabará formando un océano con una dorsal en su centro (↓).

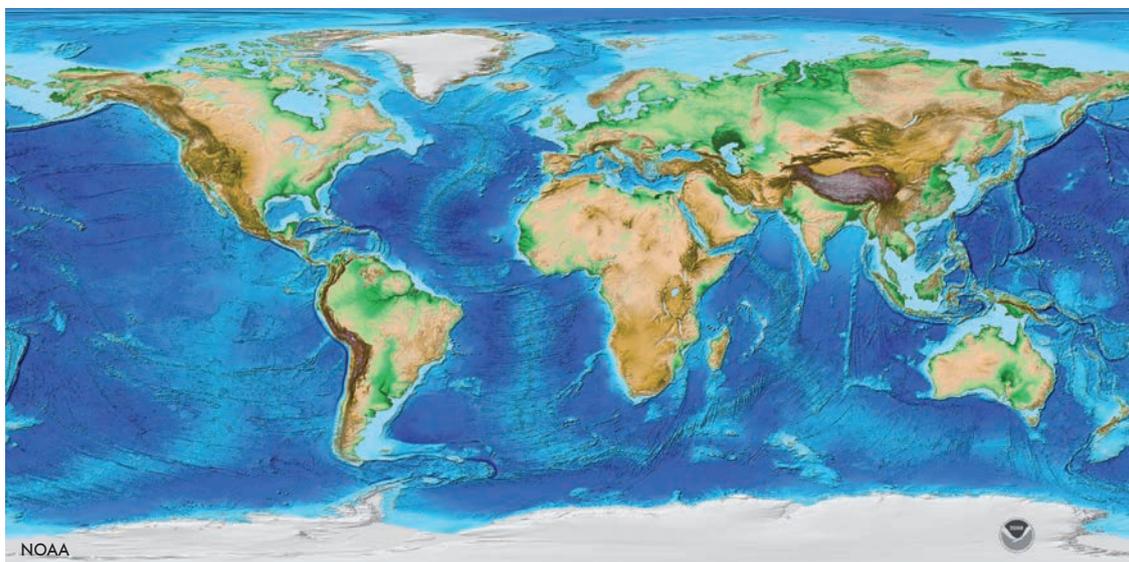


Fig. 14. Mapa de la topografía del fondo marino, donde se pueden observar la dorsal mesoatlántica, el mar Rojo y el valle del rift africano, tres lugares que muestran las distintas etapas anteriores (en orden inverso) de formación de un océano..

Véase la unidad temática «Los bosques submarinos»

## Arrecifes de profundidad

Los arrecifes de corales fríos conforman la mayoría de los bosques marinos profundos del planeta. Están formados sobre todo por corales pétreos, que tienen unas temperaturas óptimas de desarrollo que oscilan entre los 4 y los 13 °C. A diferencia de los corales tropicales, pueden vivir en lugares donde no llega la luz solar, ya que no dependen de los organismos simbiotes fotosintéticos; su fuente de alimento proviene principalmente de los nutrientes y organismos que filtran del agua.

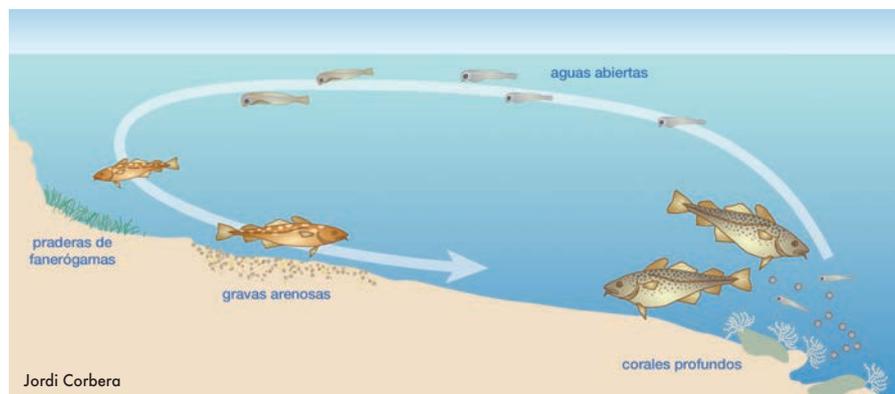
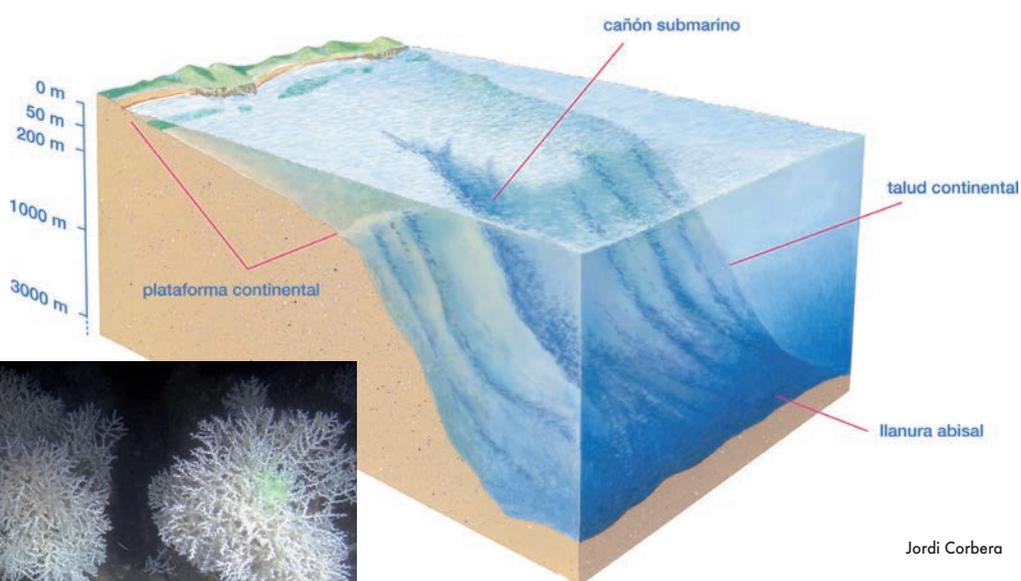


Fig. 15. Los arrecifes de profundidad del norte de Europa sirven de hábitat de cría para especies de tanta importancia económica como el bacalao. En este esquema de su ciclo vital puede observarse el papel que desempeñan los corales profundos en la protección de este pez en sus primeras etapas de desarrollo.

Estos bosques submarinos actúan como zonas de cría para numerosas especies de interés comercial y son, por tanto, ecosistemas bentónicos de elevada biodiversidad. Las nuevas tecnologías están permitiendo descubrir su importancia ecológica y poner de manifiesto que son uno de los ecosistemas más degradados y dañados por la pesca a nivel mundial.

### Cañones submarinos

Los cañones submarinos son profundos valles o canales excavados en el talud continental, que van desde zonas de plataforma hasta grandes profundidades. Muchos cañones son prolongaciones marinas de grandes ríos. Por ellos descienden a menudo corrientes de turbidez, una mezcla abrasiva de sedimentos y agua, que pueden alcanzar los 100 km/h y que contribuyen a erosionar y seguir excavando las paredes y el fondo del cañón. Los cañones submarinos actúan como canales en el transporte de partículas desde la superficie hacia los fondos marinos; este transporte de sedimento y materia orgánica se ve acentuado y acelerado por la formación de «cascadas» submarinas de aguas densas —impulsadas sobre todo por la diferencia de densidad de las aguas de la plataforma— que descienden a gran velocidad por la plataforma y el talud hasta las grandes profundidades; este fenómeno recibe el nombre de *cascading*. Por todo ello, los cañones submarinos son lugares en los que se concentra una gran cantidad de materia; además, las paredes de los cañones submarinos suelen tener una topografía muy irregular, poco accesible para la pesca. Por todo ello, los cañones submarinos conforman unos ambientes particulares, que constituyen el hábitat para ricas comunidades bentónicas, como, por ejemplo, los arrecifes de corales profundos.



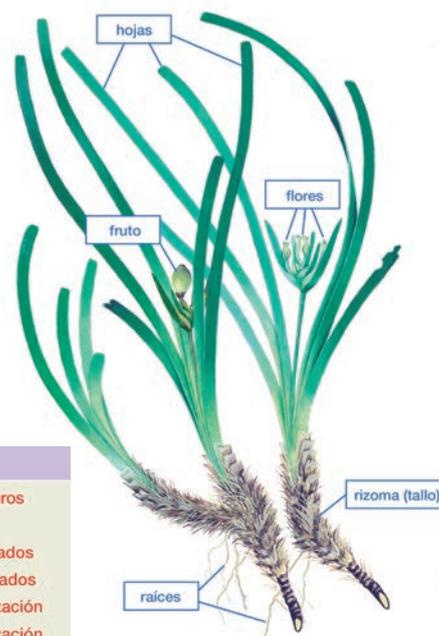
Jordi Corbera

**Fig. 16.** Los cañones submarinos son valles profundos que van desde la plataforma continental hasta grandes profundidades (↑). En algunos de ellos se pueden hallar comunidades de corales profundos, como las de esta *Madrepora oculata* (↓).

Véanse las unidades temáticas «Los bosques submarinos», «Las fanerógamas marinas» e «Impacto humano sobre el medio marino»

## Praderas de fanerógamas

En algunos fondos marinos arenosos, prosperan, a poca profundidad, extensas comunidades de plantas marinas: las praderas de fanerógamas. Se trata de plantas superiores –con raíces, tallos, hojas, flores y frutos– que conquistaron el medio marino hace millones de años. Aunque hay diferentes especies de fanerógamas marinas, quizá la más emblemática es la posidonia (*Posidonia oceanica*). Sus potentes rizomas las arraigan al sedimento y absorben nutrientes, a la vez que estabilizan la arena y, con ello, protegen la costa de la erosión; en sus hojas se fijan multitud de organismos epífitos, como algas, hidrozoos y ascidias. La enorme productividad de estas praderas y su compleja estructura física crean un hábitat idóneo para una amplia diversidad de organismos, algunos de los cuales solo se encuentran en estos ecosistemas, como las nacras (*Pinna nobilis*). En el Mediterráneo, las praderas de posidonia forman uno de los ecosistemas más ricos y complejos del litoral. Su degradación y desaparición, a causa de las actividades humanas que afectan al litoral, pueden tener efectos muy negativos en el conjunto del litoral costero, efectos que van desde el deterioro de la calidad de las aguas hasta la pérdida de biodiversidad.



Jordi Corbera

Especie	Hábitat	Tipo de indicador
<i>Ophelina acuminata</i> (poliqueto)	estuarios, bentos	contaminación por hidrocarburos
<i>Capitella capitata</i> (poliqueto)	sedimentos arenosos litorales	aguas contaminadas
<i>Haliclona tenuiramosa</i> (esponja)	bentos	contaminación por metales pesados
<i>Mya arenaria</i> (molusco)	sedimentos arenosos litorales	contaminación por metales pesados
<i>Thyasira flexuosa</i> (molusco)	sedimentos arenosos litorales	contaminación orgánica, eutrofización
<i>Corbula gibba</i> (molusco)	sedimentos arenosos litorales	contaminación orgánica, eutrofización
<i>Ulva</i> sp. (alga)	zonas costeras	contaminación orgánica, eutrofización
Enterobacterias (p.e. <i>E. coli</i> )	plancton, bentos	aguas contaminadas
<i>Egretta garcetta</i> (garceta común)	marismas litorales	organismo acumulador
<i>Thunnus thynnus</i> (atún)	aguas abiertas	organismo acumulador
Diatomeas	plancton, bentos	aguas limpias
Corales de aguas tropicales	zonas costeras, bentos	aguas limpias
<i>Posidonia oceanica</i> (posidonia)	sedimentos arenosos litorales	aguas limpias
Manglares	zonas costeras	zonas sanas
<i>Ciconia ciconia</i> (cigüeña blanca)	marismas litorales	zonas sanas
Foraminíferos	sedimentos	paleoindicador

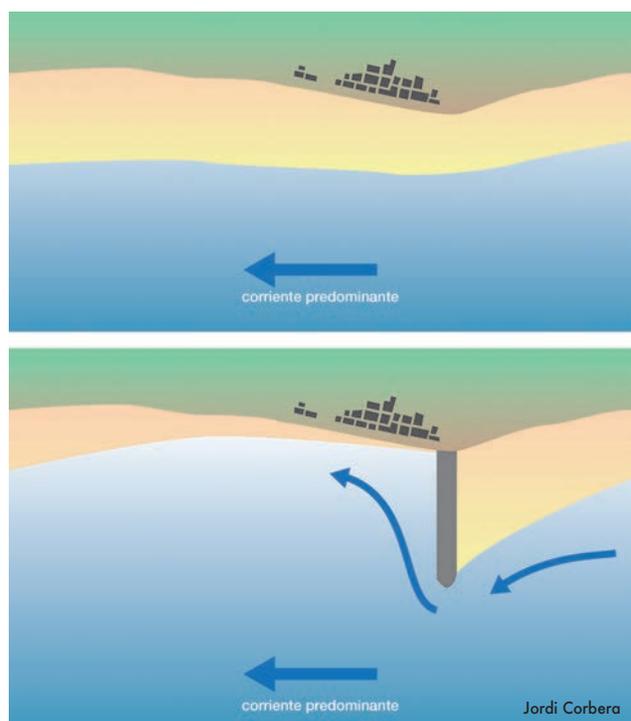
Fig. 17. (↑) La posidonia (*Posidonia oceanica*) es una verdadera planta marina del Mediterráneo. (↓) La posidonia puede actuar como bioindicador, es decir, como indicador ecológico, en este caso, de ecosistemas sanos. Adviértase que distintas especies pertenecientes a muy diversos grupos taxonómicos pueden hacer de indicadores biológicos (no obstante, han de reunir distintas características).

### Playas

Las playas son un ambiente costero formado por el depósito de material sedimentario, desde fina arena hasta rocas, que se acumula a lo largo de la costa. Para que se forme una playa, la sedimentación —acumulación de sedimentos— debe ser mayor que la erosión. La fuerza y dirección de las olas y la situación geográfica de la costa determinarán el tipo de playa que se formará. En una costa accidentada, es decir, con entrantes y salientes rocosos, la trayectoria de las olas cambia al chocar contra la costa; esto crea corrientes de deriva lateral, que transportan la arena hacia los entrantes y crean playas encajadas entre cabos (calas o bahías).

En este tipo de playas, las olas llegan paralelas a la orilla, y por ello no hay un transporte de la arena a lo largo de la playa. Cuando las olas llegan con cierto ángulo a la costa, en cambio, sí que existe un transporte de la arena a lo largo de la costa —proceso conocido como *deriva litoral*—; esto crea playas largas y rectas.

La composición de una playa depende de varios factores, como el tipo de material que llega y la fuerza de las olas. La mayoría de las playas son de arena, grava o guijarros procedentes de la erosión de las rocas y transportados por los ríos, por los glaciares y por el viento, hasta la costa; pero también hay playas formadas por los restos calcáreos de organismos marinos, como las playas tropicales. El tamaño del grano del sedimento —más grueso o más fino— va a depender, sobre todo, de la fuerza del oleaje. En una playa típica pueden distinguirse varias zonas, en función de su posición respecto al nivel del mar: la anteplaya, que se extiende por debajo de la línea de bajamar y, por tanto, queda siem-



pero también hay playas formadas por los restos calcáreos de organismos marinos, como las playas tropicales. El tamaño del grano del sedimento —más grueso o más fino— va a depender, sobre todo, de la fuerza del oleaje. En una playa típica pueden distinguirse varias zonas, en función de su posición respecto al nivel del mar: la anteplaya, que se extiende por debajo de la línea de bajamar y, por tanto, queda siem-

**Fig. 18.** La construcción de diques, espigones y otras estructuras afecta enormemente a la dinámica de las playas, pudiendo provocar la desaparición de la playa en un lado del espigón y la acumulación de sedimento en el otro. La desaparición de la arena de las playas hace que a menudo se deban regenerar artificialmente.

pre sumergida; la playa baja, que se sitúa entre las líneas de bajamar y pleamar y que comprende la zona donde baten las olas; y la playa alta, situada más cerca de las tierras interiores y que suele estar siempre seca, excepto durante las tormentas.

Esta distribución también afecta a los organismos que viven en la playa, puesto que, en función de sus posibilidades ecológicas, se disponen en las diferentes zonas, de forma que se crea un patrón de zonación. Con frecuencia la playa cambia de forma durante el año, alternando períodos de erosión —en invierno, cuando las olas son más fuertes— y de sedimentación.

Para proteger las zonas litorales pobladas de la erosión natural, el ser humano construye espigones, diques y distintos tipos de barreras contra las mareas. Estas estructuras alteran el transporte natural de sedimentos por la deriva litoral y aumentan la erosión de las zonas adyacentes. Por ello, algunas playas deben ser a menudo regeneradas artificialmente con arena de otros lugares, lo cual tiene un fuerte impacto ambiental, y, además, cuesta mucho dinero.



JM Gili (ICM-CSIC)

Véase la unidad temática «El necton»

## Necton

El necton está formado por el conjunto de organismos marinos que nadan activamente en el ambiente pelágico, con la capacidad de moverse y así no ser arrastrados por la corriente. Por tanto, son organismos, la mayoría de tamaño considerable, que disponen de mecanismos de natación que logran vencer la fuerza de las corrientes. El necton incluye muchos peces, cetáceos, tortugas y también cefalópodos y algunos crustáceos nadadores. Muchos de los animales nectónicos tienen forma de huso, ya que es una forma hidrodinámica que les facilita los desplazamientos. Otras adaptaciones a la vida en la columna de agua comprenden estrategias para no ser vistos por sus depredadores, como ser transparentes, reflectantes o tener cuerpos finos, por ejemplo. Algunos hacen

migraciones cortas y diarias para buscar alimento; otros, en cambio, realizan grandes migraciones, ya sea en solitario o en grupo, para alimentarse o reproducirse. Muchas especies nectónicas, como sardinas, boquerones, atunes, tiburones, calamares y langostas, son de gran interés pesquero.

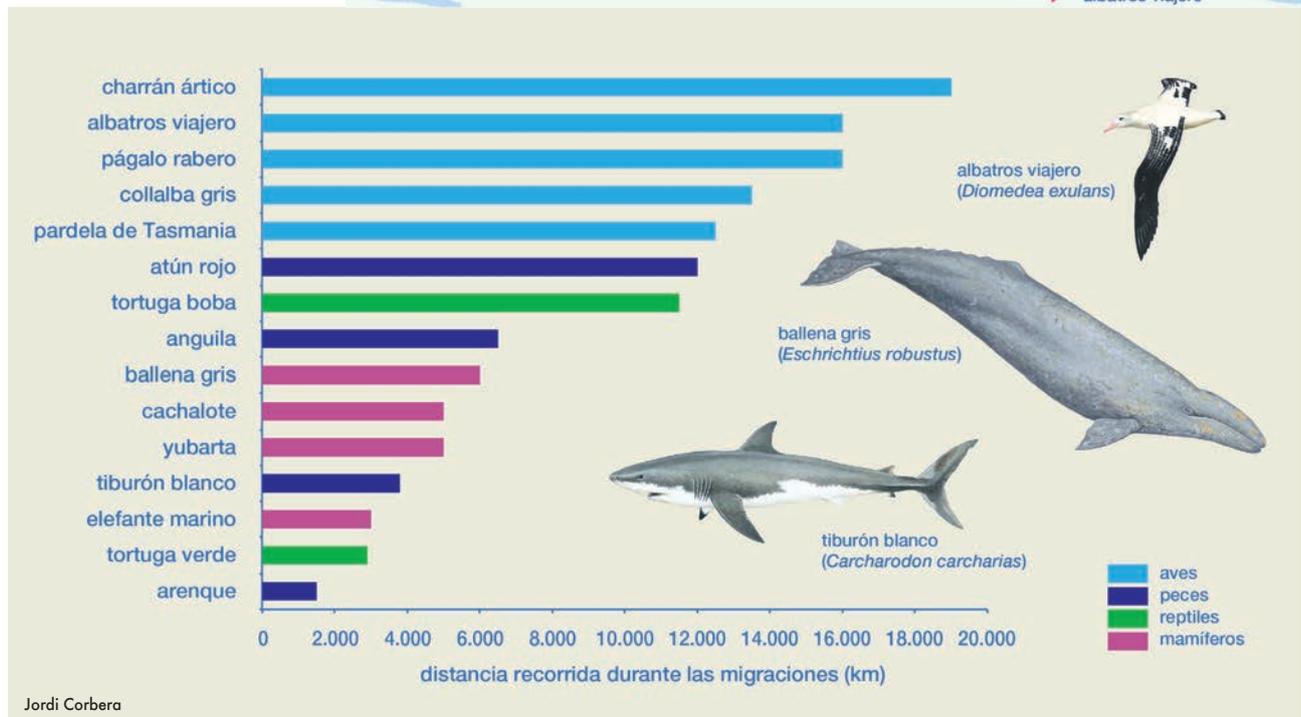
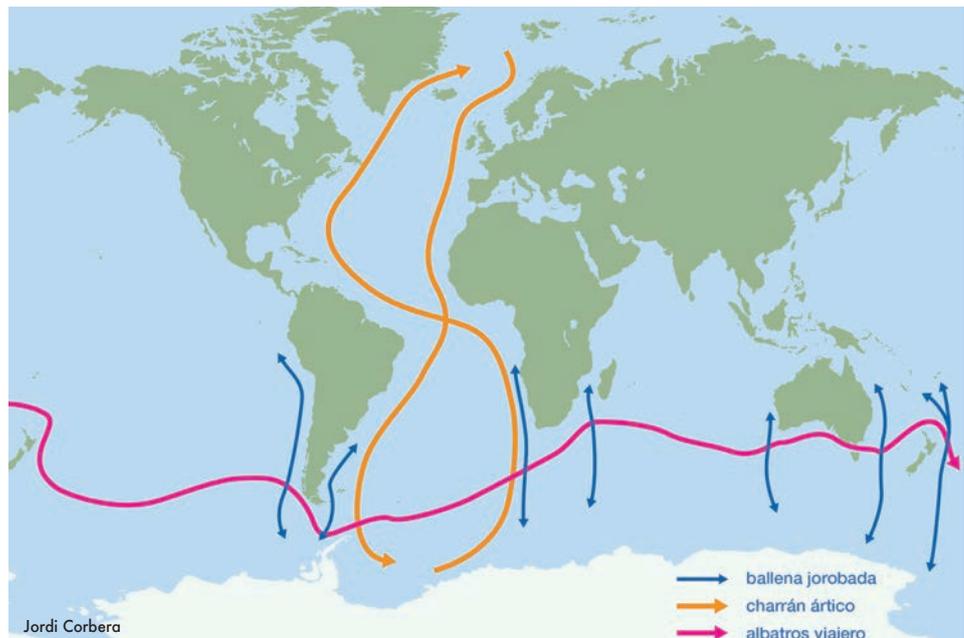
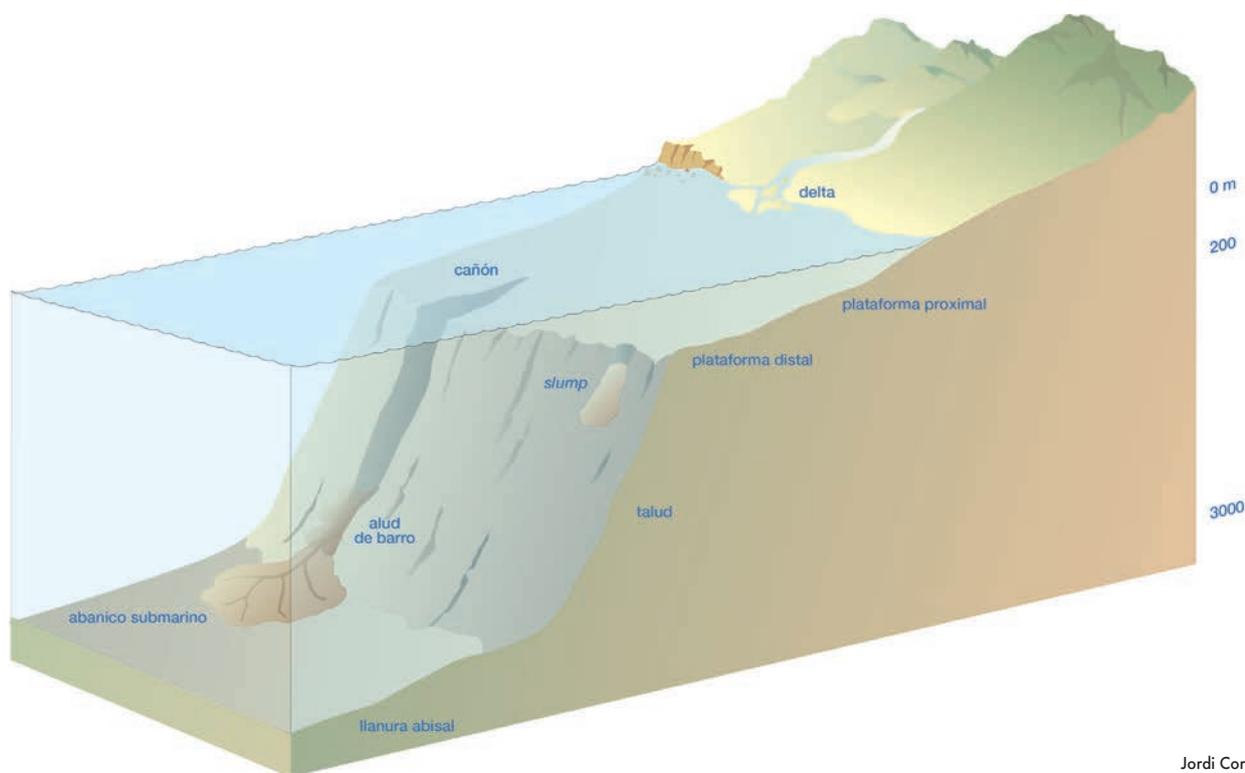


Fig. 19. (↑izq.) La forma de huso, como la del atún (*Thunnus thynnus*), es habitual en muchos de los organismos del necton porque es muy hidrodinámica. (↑ der.) (↓) Muchos de los organismos marinos que hacen grandes migraciones pertenecen al necton, como peces y mamíferos marinos.

## Talud

El final de la plataforma continental está marcado por una pendiente brusca que desciende hasta las llanuras abisales. Esta pendiente es el talud continental, que conduce mar adentro y puede llegar hasta los 4000 m de profundidad. Los sedimentos que cubren el talud son los sedimentos más finos (como limos y fangos) procedentes de tierra firme, acumulados durante millones de años. A veces pueden producirse grandes deslizamientos de los sedimentos depositados en el extremo de la plataforma continental, que descienden por la pendiente del talud; estos materiales forman unos depósitos en el pie del talud, los denominados *asentamientos* o *slumps*. En otros casos, se trata de materiales que viajan canalizados a través de cañones submarinos y que, al llegar al fondo, forman abanicos submarinos. Estos fenómenos de deslizamientos de materiales sedimentados pueden dejar al descubierto las rocas del fondo marino, alrededor de las cuales se acumulan a menudo multitud de organismos. El talud continental es rico en nutrientes procedentes de la zona costera, lo que permite la proliferación de peces tanto pelágicos como bentónicos. La sobreexplotación de las poblaciones de peces de la plataforma continental ha provocado su drástica disminución, lo que ha llevado a los pescadores a capturar especies de aguas más profundas del talud. Estas poblaciones, sin embargo, se reproducen despacio, por lo que tardan mucho en recuperarse de una actividad pesquera excesiva. Por ello actualmente están en grave declive.



Jordi Corbera

Fig. 20. En el talud, la zona de fuerte pendiente entre la plataforma continental y las llanuras abisales, se observan a menudo deslizamientos submarinos o *slumps*.

Véase la unidad temática «Zonación»

## Zona intermareal

La zona intermareal se encuentra entre las líneas de máxima y mínima marea; es decir, que queda emergida durante la marea baja y sumergida, al menos en parte, cuando la marea está alta. Esta zona está muy afectada por los cambios en la temperatura, la humedad y la luz, sobre todo. Por tanto, los organismos que viven en esta zona deben hacer frente a periodos de desecación, cuando se retira la marea, y de inundación, y también deben adaptarse a los cambios bruscos de temperatura e insolación.

Las comunidades de organismos de la zona intermareal serán distintas en función de si el sustrato es rocoso o arenoso: las rocas proporcionan un buen soporte para el anclaje de algas, por ejemplo, además de proporcionar multitud de refugios entre sus grietas (actúan como microhábitats); en cambio, la arena o los guijarros son más propicios para los animales móviles, como erizos y estrellas de mar, cangrejos y moluscos. A pesar de las variables condiciones ambientales, se trata de una zona altamente productiva.

Jordi Corbera

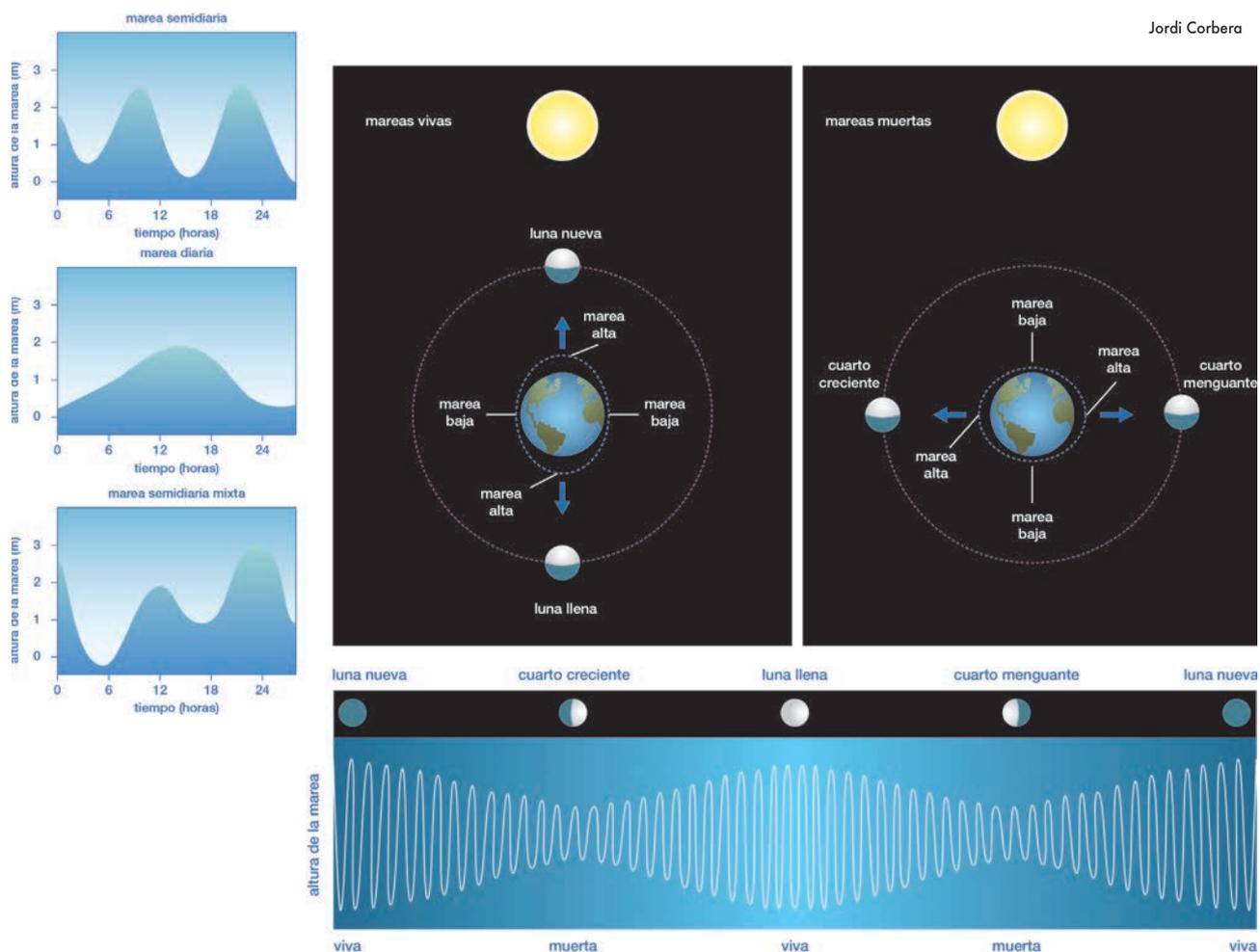


Fig. 21. En la zona intermareal se hace patente el efecto de las mareas. Representaciones esquemáticas de los distintos tipos de mareas y cómo se originan.

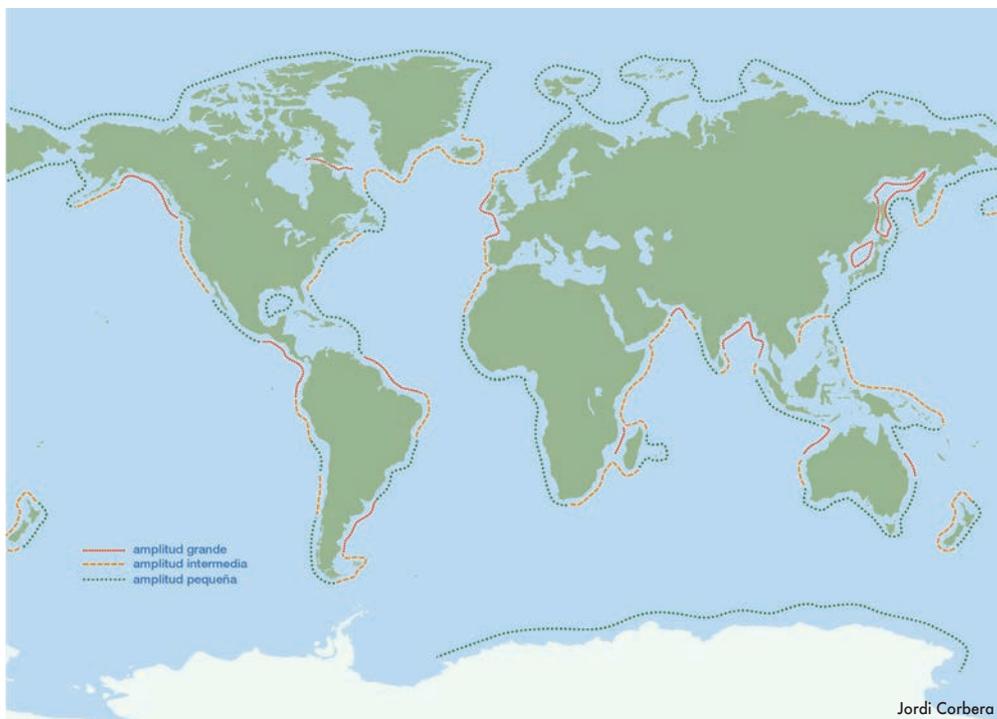


Fig. 22. Mapa del mundo con las distintas amplitudes de marea marcadas.

### Zonas de afloramiento

En algunas zonas del océano, grandes masas de agua profundas y ricas en nutrientes pueden remontar a la superficie mediante corrientes verticales, proceso denominado *afloramiento*. Este fenómeno enriquece las capas superficiales, que podrían estar empobrecidas en nutrientes debido al consumo de estos por el fitoplancton. Las causas de los afloramientos pueden ser variadas, pero, de forma general, se dan cuando una masa de agua superficial es desplazada de su lugar —debido al viento o al propio movimiento de rotación terrestre, por ejemplo—, y una masa de agua más profunda, cargada de nutrientes, asciende para reemplazarla. Si se da un afloramiento y las condiciones de luz solar son apropiadas, el fitoplancton prolifera rápidamente y tiene lugar un estallido de producción primaria, que se traduce en una mayor biomasa en los niveles tróficos superiores. Las zonas de afloramiento, que en general se encuentran en los márgenes occidentales de los continentes, son las de mayor producción biológica del océano y, justamente por ello, son muy explotadas por la industria pesquera.

Véase la unidad temática «El agua de mar y las corrientes marinas»

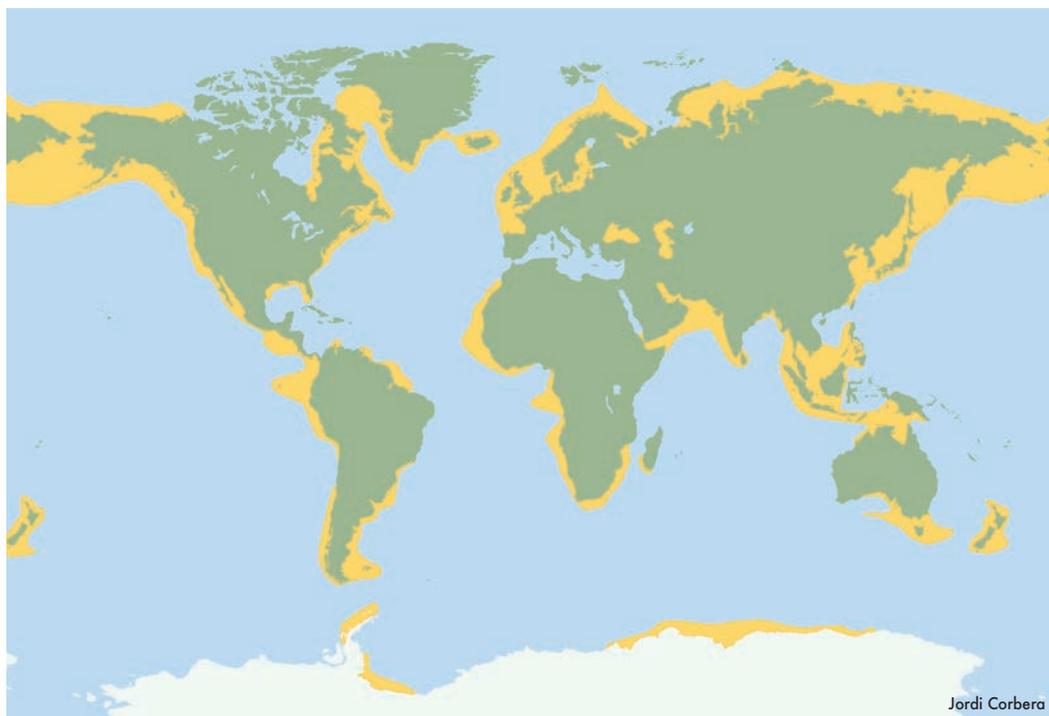
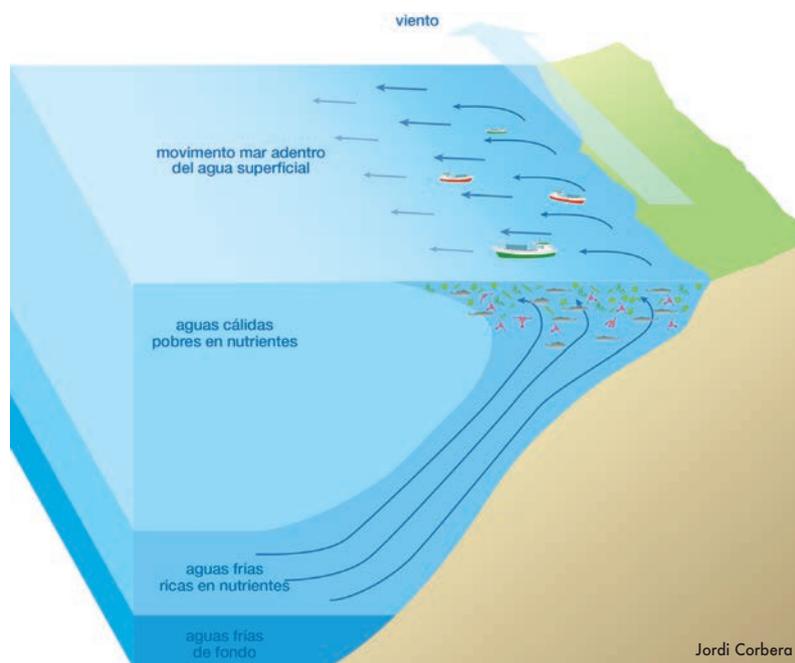


Fig. 23. (↑) En algunos lugares, como en diversas zonas de las plataformas continentales, se dan procesos de afloramiento de aguas ricas en nutrientes que provienen de zonas más profundas, que favorecen el desarrollo de comunidades biológicas. (↓) Mapa con las zonas de afloramiento del mundo.

Véase la unidad temática «El agua de mar y las corrientes marinas»

### Giros y frentes

La combinación de vientos dominantes y el transporte de Ekman —modelo que predice que, en general, el agua se moverá con cierto ángulo respecto a la dirección del viento— genera unos sistemas de corrientes circulares a gran escala, denominados *giros oceánicos*. Los giros oceánicos en el hemisferio norte rotan en el sentido de las agujas del reloj y los del hemisferio sur en sentido antihorario, debido al efecto de Coriolis. En total hay cinco grandes giros oceánicos: dos en el Atlántico, dos en el Pacífico y uno en el Índico. Estas grandes corrientes circulares están formadas, a su vez, por varias corrientes. Por ejemplo, el giro del Pacífico Norte está formado por la corriente de Kuroshio al oeste y la corriente de California al este. En general, las corrientes que se forman en la parte occidental de los giros son más cálidas, ya que transportan calor desde el Ecuador. Las corrientes del límite oriental son más frías y devuelven el agua hacia los trópicos. Las zonas donde se encuentran físicamente diferentes corrientes marinas suelen ser bastante productivas en términos biológicos y favorecen la presencia de peces, aves y mamíferos marinos.

Las aguas oceánicas sufren variaciones de temperatura y salinidad que determinan la presencia de masas de agua separadas por zonas de barrera, llamadas *frentes*. Por tanto, un frente es una zona de cambio o de gradiente fuerte en las propiedades físicas de dos masas de agua. Las masas de agua situadas a cada lado del frente suelen moverse en direcciones distintas. Dependiendo de la dirección en la que se muevan estas masas de agua, se habla de frente convergente o divergente. En los frentes convergentes, ambas masas se mueven hacia el límite del frente —la una hacia la otra—, y suelen ser zonas donde se producen hundimientos de agua; en los frentes divergentes, cada masa de agua se mueve alejándose del límite del frente —las masas se alejan entre sí—, por lo que se producen afloramientos, que provocan el aporte de nutrientes a la superficie y el crecimiento del fitoplancton. Las masas de agua de cada lado del frente tienen características de temperatura, salinidad o densidad distintas. Mientras que la mayoría de los frentes de disipan relativamente rápido, otros, como el frente causado por la corriente circumpolar Antártica, son semipermanentes. Los frentes constituyen barreras tan efectivas en el mar como las montañas en tierra, e impiden o dificultan el paso de los organismos de una masa a otra.

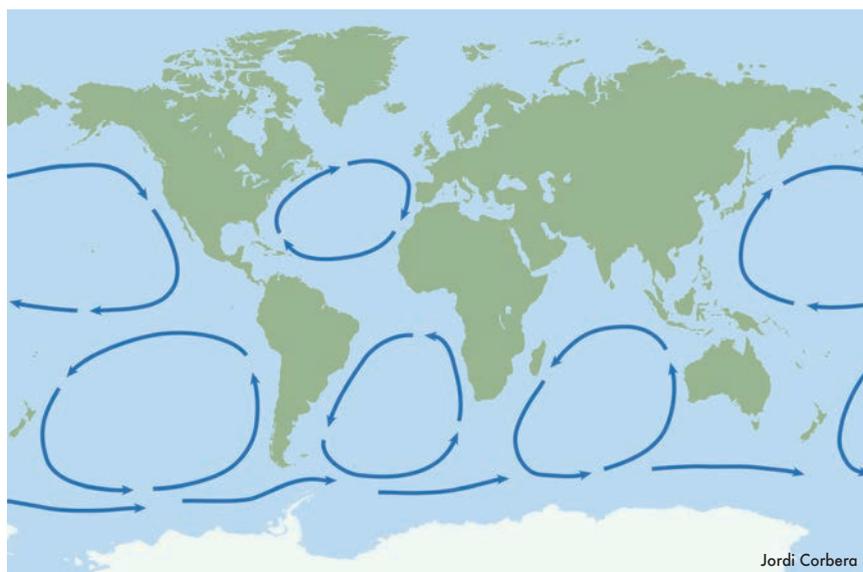
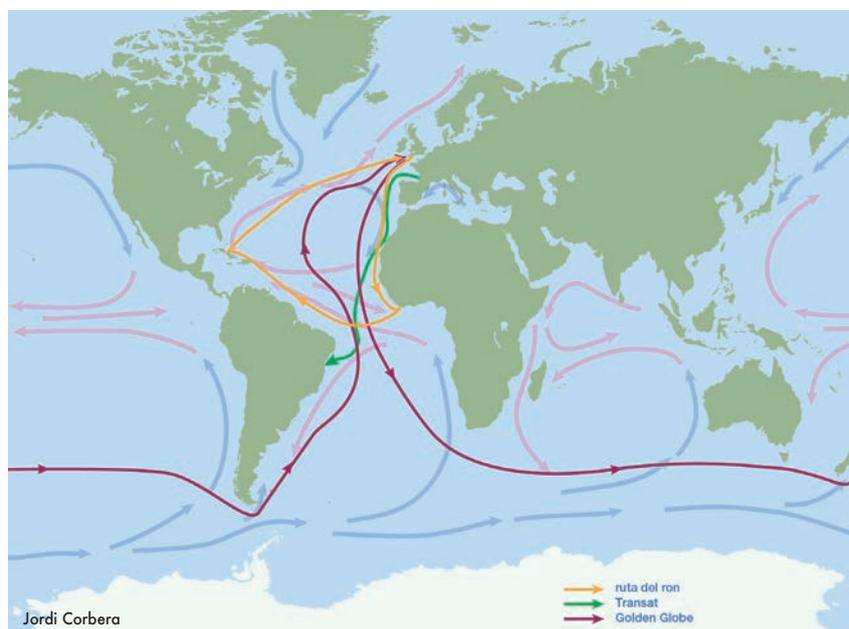
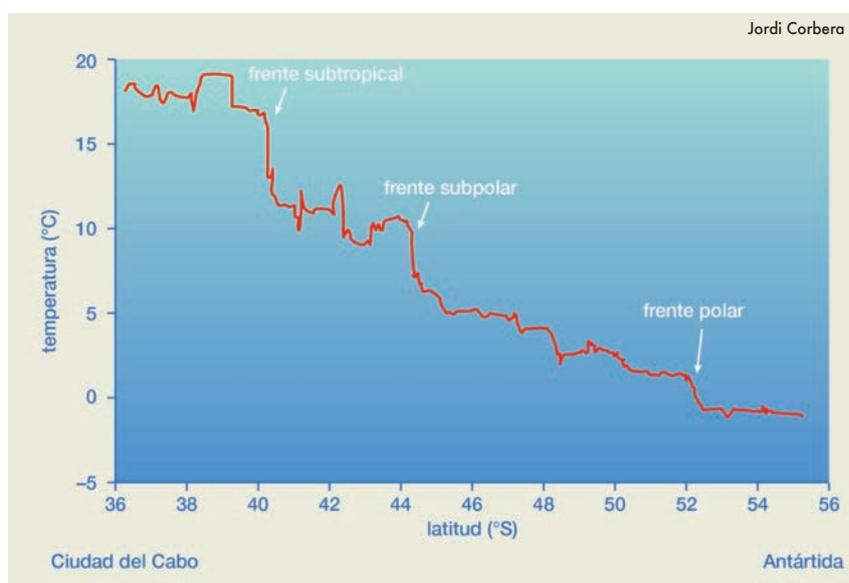


Fig. 24. Los cinco grandes giros de los océanos.

**Fig. 25.** Los grandes giros llevan asociadas distintas corrientes marinas, que han sido usadas, tanto histórica como actualmente, por la navegación.



**Fig. 26.** Los cambios bruscos de temperatura en este perfil marcan cambios en las propiedades fisicoquímicas de grandes masas de agua, en este caso, se trata de los frentes subpolar y polar.



## Arrecifes de coral de superficie

En las zonas tropicales, los arrecifes están formados por corales que viven a poca profundidad y generan grandes estructuras calcáreas gracias a que pueden fijar el carbonato cálcico disuelto en el agua de mar. Estos corales se encuentran en zonas iluminadas porque viven en simbiosis con unos organismos microscópicos fotosintéticos, las zooxantelas. Los arrecifes de coral conforman

Véanse las unidades temáticas «Los cnidarios» e «Impacto humano sobre el medio marino»

uno de los hábitats con mayor biodiversidad del planeta. Hay distintos tipos de arrecifes. Los más comunes son los arrecifes de orla, que se extienden alrededor de la costa de una isla o de un continente. Los de barrera están separados de la costa por una laguna, que puede ser muy amplia y profunda. Por su posición entre la costa y mar abierto, este tipo de arrecifes conforman barreras naturales que protegen los ecosistemas costeros. Los atolones son circulares y rodean una laguna central; suelen originarse alrededor de una isla volcánica, formando un arrecife de orla alrededor de esta; con el tiempo, el volcán se vuelve inactivo y la isla empieza a hundirse, pero los corales siguen creciendo y forman un arrecife de barrera; finalmente, la isla se hunde completamente y lo que queda es un atolón. A veces, los atolones también pueden formarse debido a la subida del nivel del mar.

La contaminación y el aumento de la temperatura de los océanos, así como su acidificación, están produciendo el blanqueo de coral, fenómeno que se debe a la pérdida de las zooxantelas que están en su cuerpo y que, con el tiempo, puede conducir a la muerte del coral.

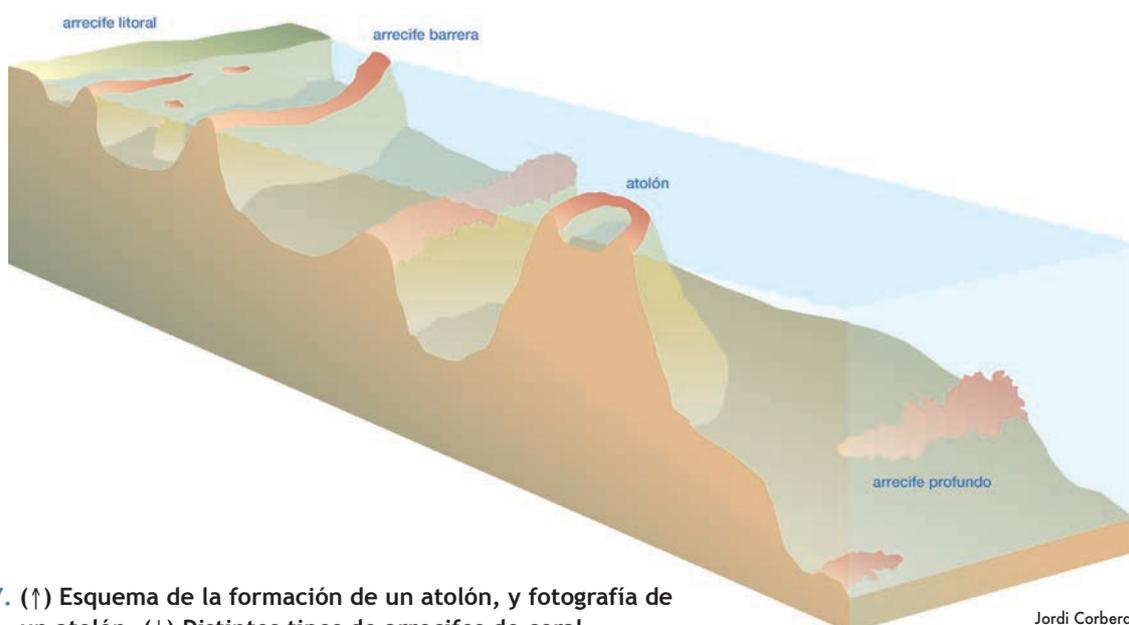
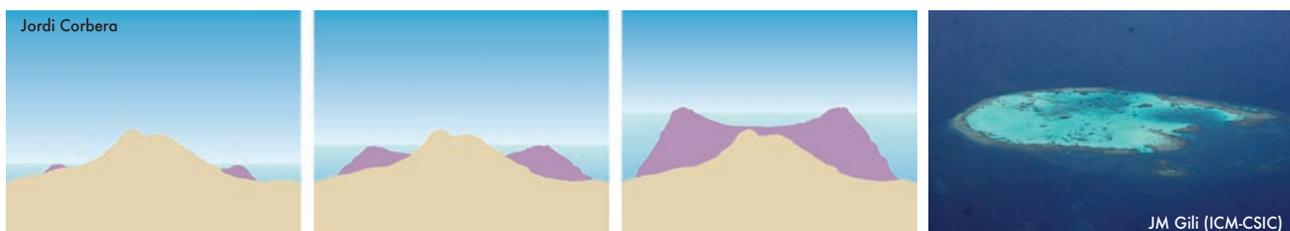


Fig. 27. (↑) Esquema de la formación de un atolón, y fotografía de un atolón. (↓) Distintos tipos de arrecifes de coral.

### Montes submarinos

Los *seamounts* o montes submarinos son montañas que se elevan desde el fondo del mar, pero que no alcanzan la superficie de este; es decir, son montañas submarinas permanentemente sumergidas. Numerosos montes submarinos son antiguos volcanes que aparecieron súbitamente desde el fondo. Se calcula que hay más de 100 000 en el mundo, aunque pocos de ellos han sido estudiados. Los montes submarinos ofrecen unos hábitats que muchas especies no pueden encontrar en las extensas áreas del mar profundo que estos ecosistemas tienen a su alrededor. Son lugares, por tanto, que atraen y concentran a numerosos organismos marinos, hecho bien conocido por la industria pesquera, y que hace que muchos de ellos sean lugares de pesca habituales y, justamente por ello, muy perjudicados por el ser humano.

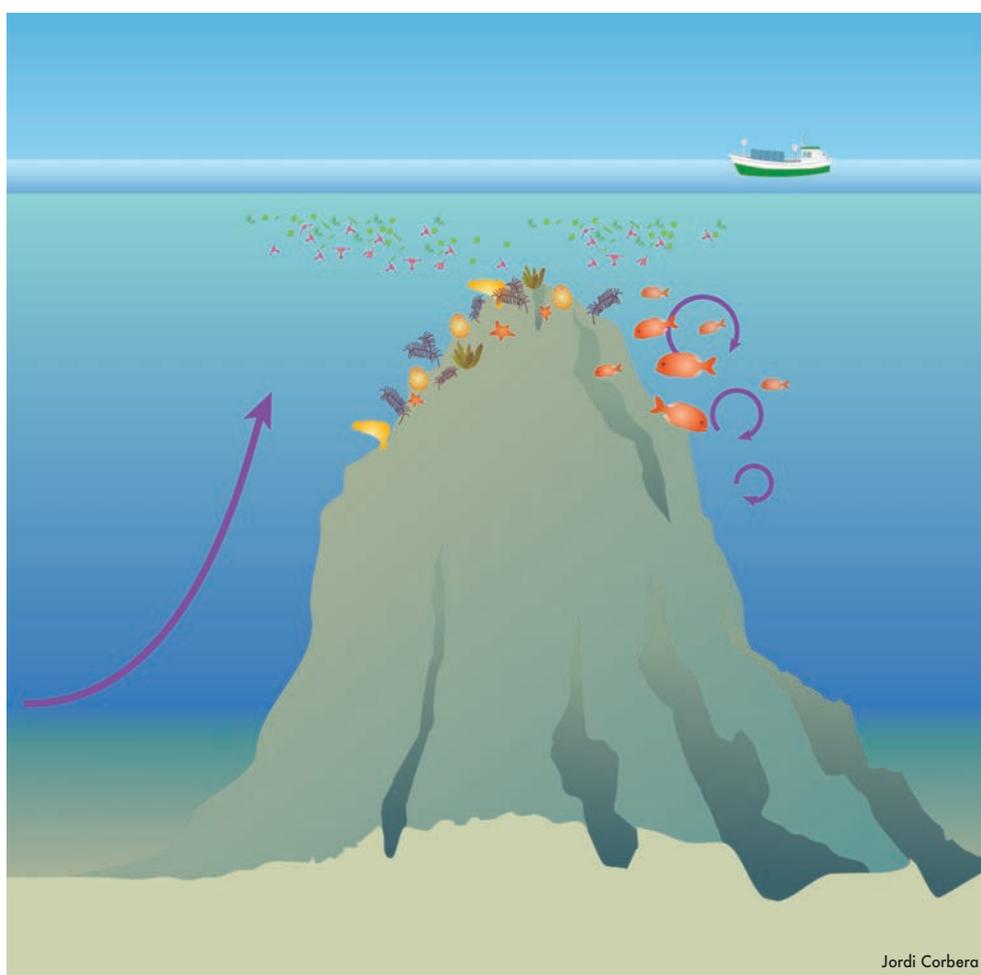


Fig. 28. Representación esquemática de una montaña submarina, donde se observa la elevada producción biológica asociada.

## Fondos anóxicos

La mayoría de los fondos marinos están formados por sedimentos acumulados en gruesas capas. En las capas más profundas, sobre todo en los sedimentos de grano más fino, como el lodo, el fango y la arcilla, las condiciones son prácticamente anóxicas, ya que el agua no puede penetrar a través del sedimento y renovar el oxígeno. En los sedimentos donde no hay oxígeno no se suelen observar organismos aerobios, pero sí comunidades de organismos que toleran las condiciones anóxicas, como algunas bacterias u otros microorganismos. Estos descomponen la materia orgánica presente en el sedimento, produciendo a menudo sulfuro de hidrógeno, causante del color negro y el mal olor de este tipo de sedimentos.

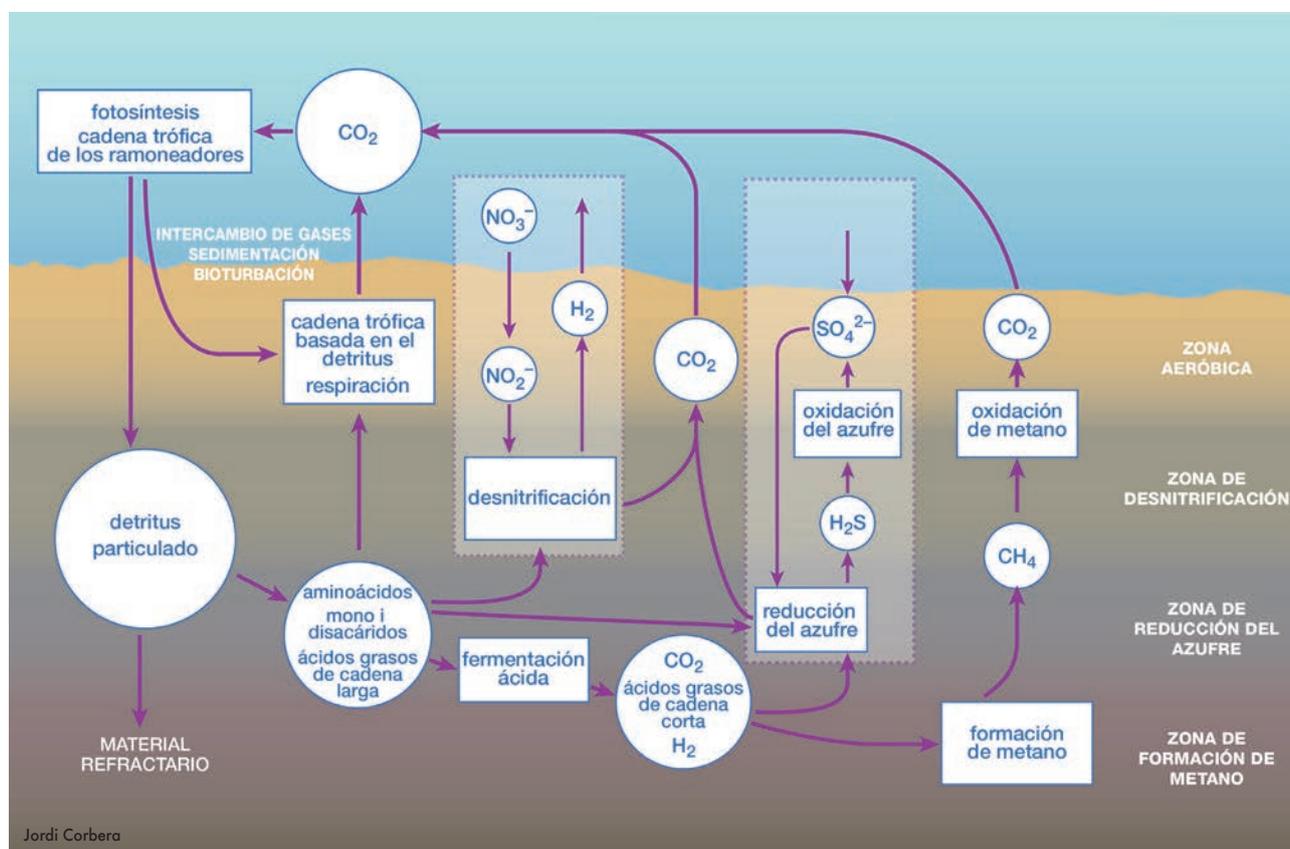


Fig. 29. En los sedimentos se dan numerosos procesos de descomposición de la materia orgánica.

Véase la unidad temática «Los bosques marinos»

## Fondos de coralígeno

El coralígeno es una comunidad típica de los ambientes circalitorales del Mediterráneo. Los componentes básicos de esta comunidad son algas rojas carbonatadas, que constituyen la base sobre la que se asientan otros organismos. El crecimiento lento y el esqueleto carbonatado de las

algas crean cavidades en las que se pueden instalar otras especies, de forma que el sistema se va haciendo cada vez más complejo. Los animales dominantes en el coralígeno son los suspensívoros bentónicos, como las esponjas, ascidias y briozoos, además de gorgonias y corales. La estructura de este ecosistema se asemejaría a un bosque en miniatura, donde la función estructural la realizarían animales como las gorgonias o las esponjas, que proporcionan el hábitat para otras esponjas, hidrarios, poliquetos, moluscos, crustáceos y peces que viven entre la estructura de coralígeno. Se trata de un ecosistema rico y diverso, de una complejidad ecológica extraordinaria.



Jordi Coronó

Fig. 30. Fondo de coralígeno en el Mediterráneo.

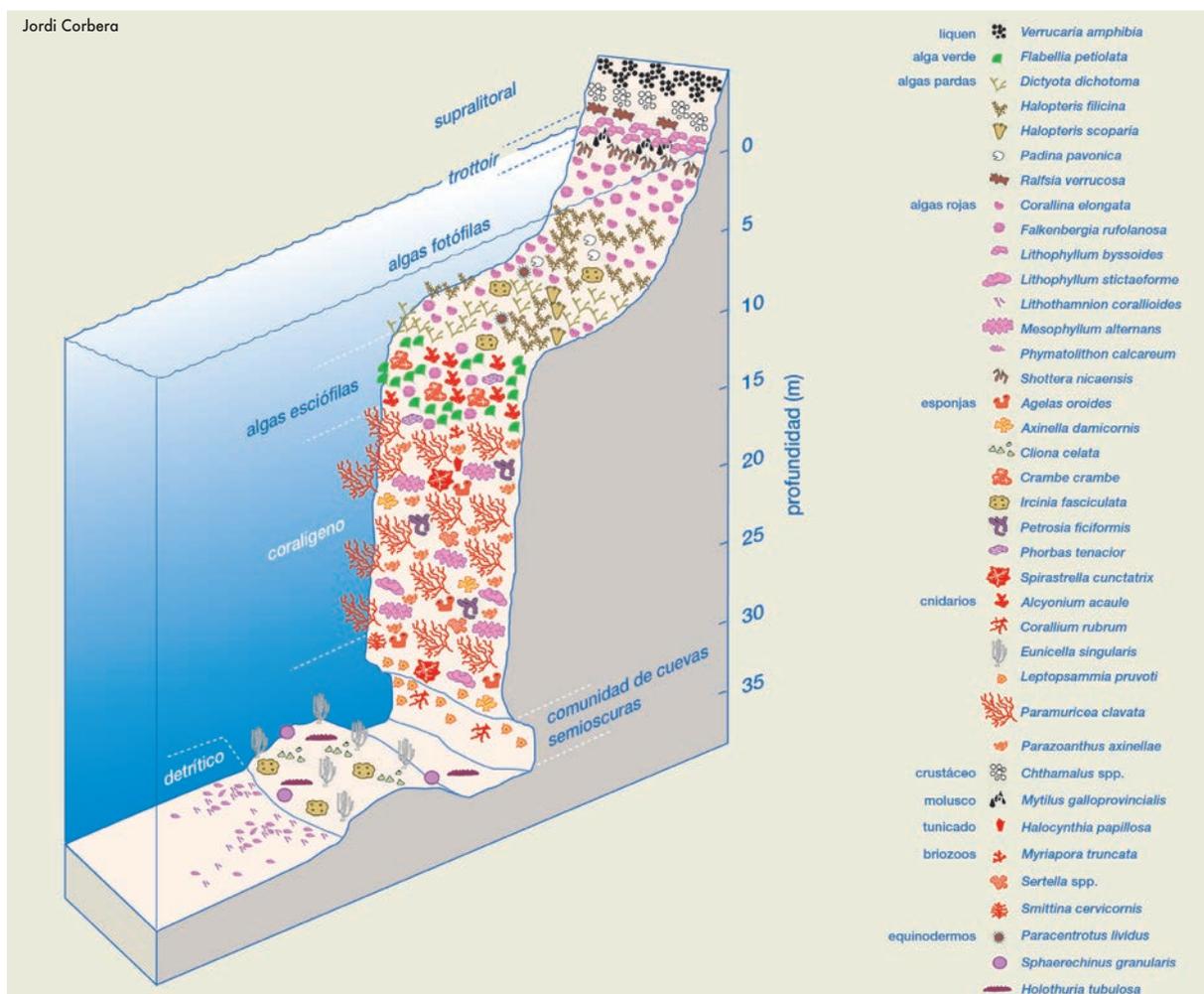


Fig. 31. Distribución del coralígeno según la profundidad en una costa rocosa mediterránea.

## Fumarolas

Las fuentes hidrotermales se encuentran a menudo cerca de las dorsales oceánicas, a grandes profundidades; son grietas en el suelo oceánico por las cuales mana agua caliente muy rica en minerales que precipitan en contacto con el agua fría del fondo del mar. A su alrededor se establecen comunidades animales peculiares, dominadas por gusanos gigantes —pueden llegar a medir hasta 2 m de largo y viven en simbiosis con bacterias que les proporcionan alimento— y determinadas especies de mejillones, almejas, cangrejos y gambas. La mayoría de estos animales viven asociados a microorganismos, como bacterias y arqueas, que son capaces de aprovechar los minerales y sustancias contenidas en el agua de las fuentes para producir materia orgánica, en un proceso denominado *quimiosíntesis*; por tanto, usan compuestos químicos para obtener su energía, en vez de luz solar como hacen los organismos fotosintéticos.

Véase la unidad temática «Fuentes hidrotermales»

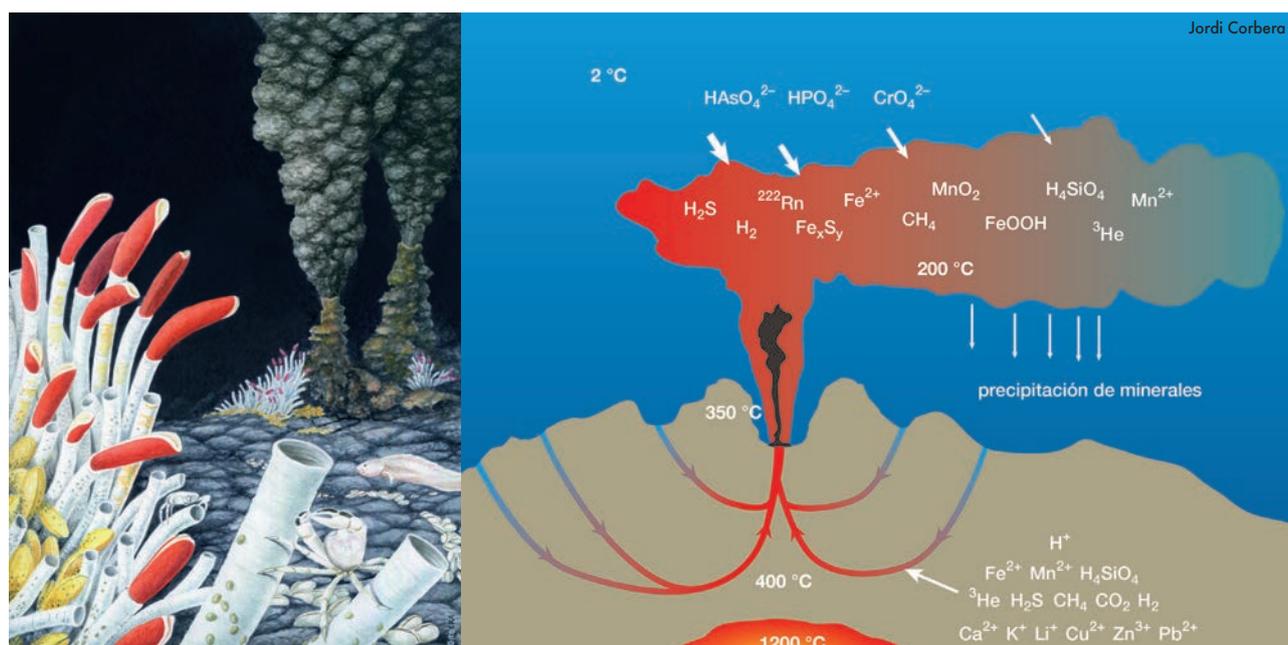


Fig. 32. (←) Dibujo de una comunidad biológica asociada a fumarolas. Los gusanos vestimentíferos *Riftia pachyptyla* tienen bacterias simbiotas que realizan quimiosíntesis. Entre los otros organismos, también se encuentra la lapa (*Lepetodrilus ovalis*) sobre los gusanos, cangrejos (*Bythograea thermydron*), el pez *Thermarces cerberus* y los bivalvos (*Calyptogena magnifica* y *Bathymodiolus thermophilus*). (→) De las fumarolas salen compuestos provenientes del interior de la Tierra, y líquido a temperaturas muy altas.

## Fondos abisales

El mar profundo es una zona oscura y fría, donde la luz solar no llega y la presión hidrostática es muy elevada. Encontrar alimento suficiente en estas condiciones es el principal problema; de hecho, los seres que habitan en el abismo oceánico dependen en gran medida de los restos de organismos y materia orgánica que sedimentan desde las capas de agua superiores. A veces, el cadáver de alguna ballena muerta puede llegar al lecho marino y ser una fuente de alimento para multitud de organismos, de modo que se convierte en una especie de oasis de abundante vida en estos fondos menos poblados. Aunque la fauna abisal es poco conocida, está formada por organismos que poseen adaptaciones para hacer frente a esas condiciones concretas, como cuerpos sin muchos espacios de aire y bocas grandes con colmillos afilados. El ambiente de esta zona del mar es bastante uniforme en todo el mundo; sin embargo, las extensas llanuras abisales presentan otros subambientes particulares, como las fumarolas (cerca de las dorsales), las fosas oceánicas y los montes submarinos.

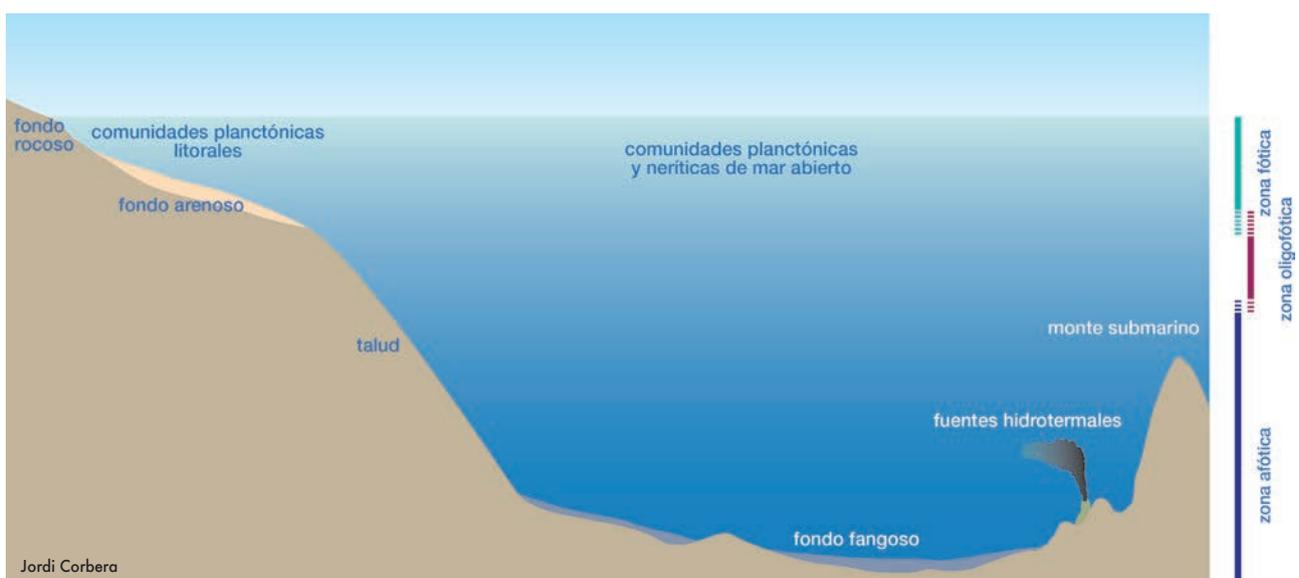


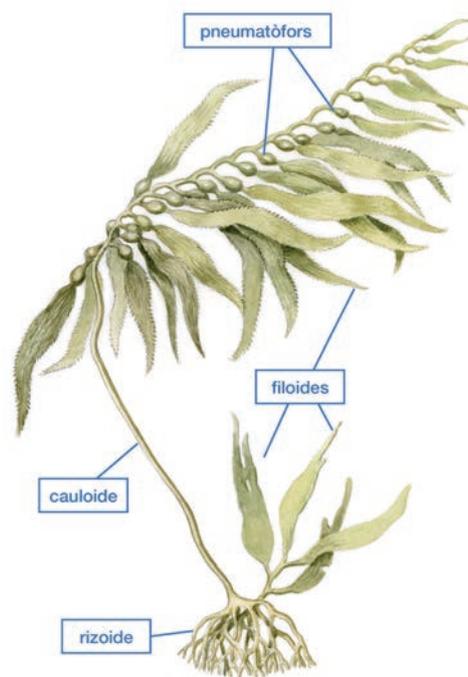
Fig. 33. Los fondos abisales corresponden a las zonas más profundas y oscuras de los océanos.

Véase la unidad temática «Los bosques submarinos»

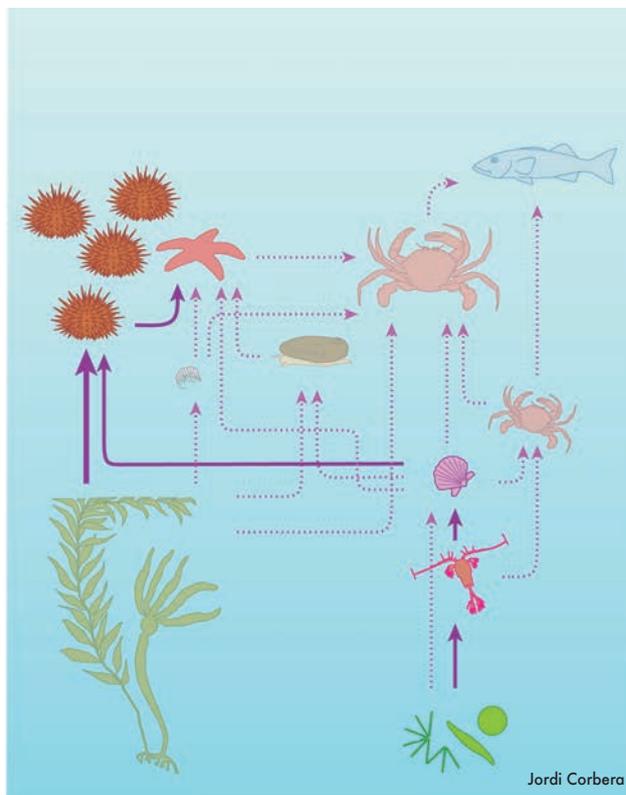
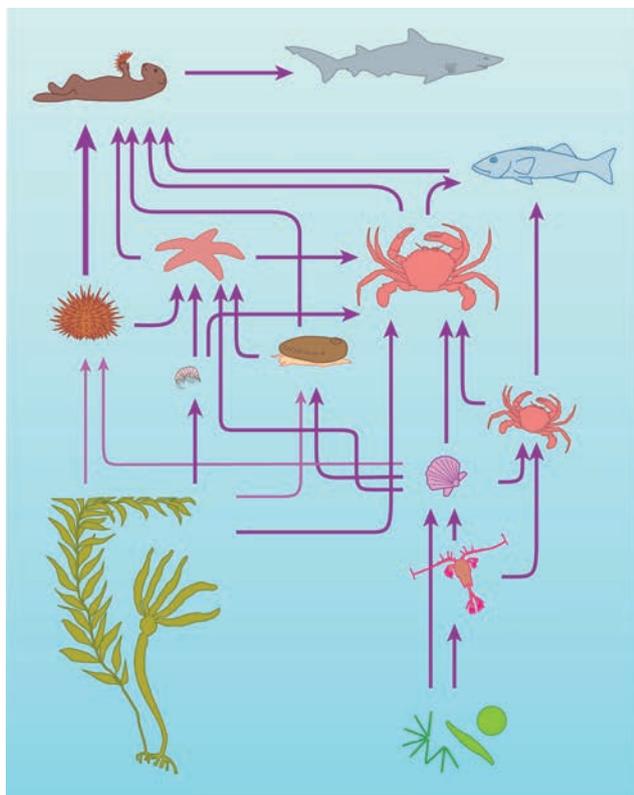
## Bosques de kelp

Algunas algas laminariales —un tipo de algas pardas— pueden alcanzar tamaños gigantes (hasta más de 30 metros) y formar auténticos bosques sumergidos: los bosques de kelp. Para hacerlo, necesitan aguas frías y relativamente claras y poco profundas, una gran cantidad de nutrientes en el agua y un sustrato rocoso en el que anclarse, ya que están sometidas al movimiento continuo del agua. Estos organismos, cuando no son perturbados, sustentan una compleja cadena trófica y forman un entorno de varios niveles, que sirve de hábitat de cría, es decir, hábitat permanente, refugio y fuente de alimento para muchas especies tanto de invertebrados como de vertebrados.

Fig. 34. (→) Representación esquemática de un kelp (*Macrocystis* sp., en este caso). (↓) En algunos ecosistemas de kelp hay especies clave, como la nutria marina, cuya desaparición (por ejemplo, a causa de la caza por parte del hombre) puede provocar graves desequilibrios ecológicos y hacer disminuir los bosques de kelp, con las graves consecuencias que ello comporta para el ecosistema.



Jordi Corbera



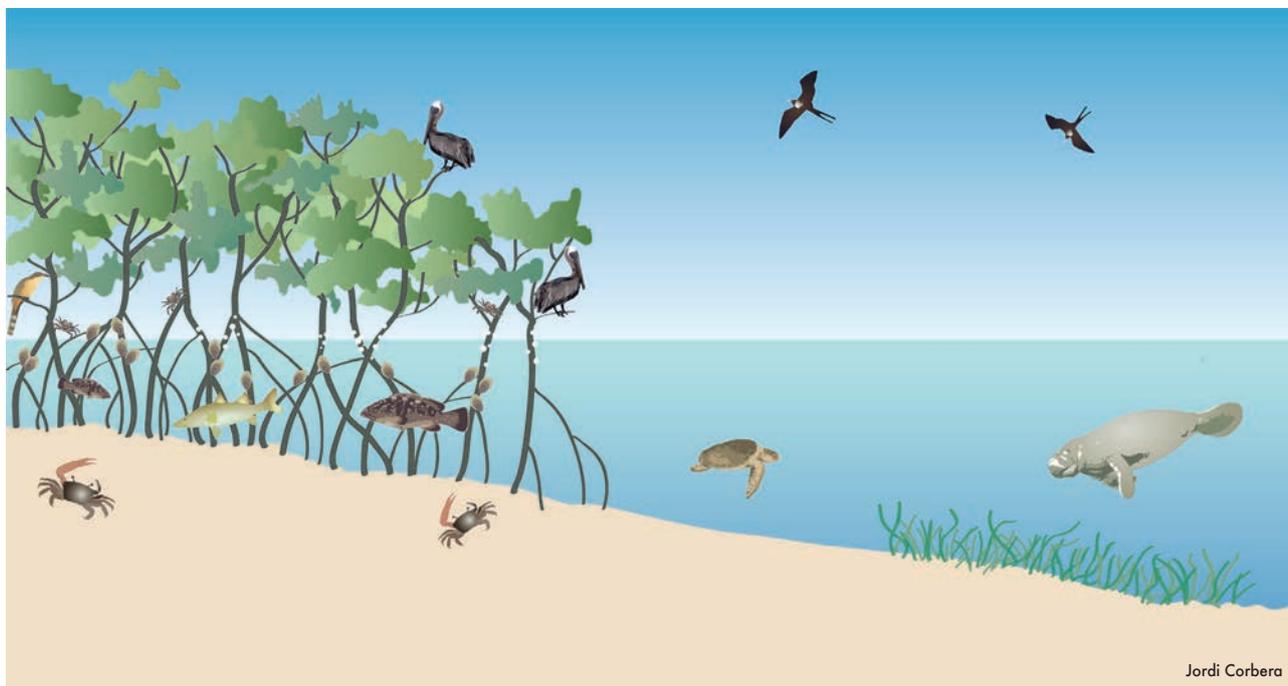
Jordi Corbera

### Manglares

Los manglares son un tipo de ecosistema costero, compuesto por un conjunto de árboles tolerantes a la sal, llamados *mangles*. Se forman en las latitudes tropicales y subtropicales del planeta, normalmente en torno a zonas intermareales, como bahías, estuarios, lagunas costeras y playas protegidas del oleaje. Aunque cubren relativamente poca superficie terrestre (un 8 % de las costas del mundo), su función es clave: proporcionan hogar a numerosos peces, invertebrados y otros organismos; son hábitats de cría de muchas especies de interés comercial y también el hábitat temporal de muchas aves migratorias. Además, protegen las costas de la erosión y actúan como filtros naturales de agentes contaminantes. Sin embargo, hoy en día son de los ecosistemas más amenazados del mundo debido a las actividades humanas que se desarrollan en la costa.



Fig. 35. Mapa de distribución de las zonas de manglares en el mundo.



**Fig. 36.** Ecosistema del manglar, donde se observa la distribución de la fauna a diferentes alturas y a distinta proximidad del bosque. Adviértase que son unos de los pocos ecosistemas donde se pueden encontrar manatíes. Lista de los nombres científicos de los animales representados: *Aratus pisonii*, *Balanus eburneus*, *Centropomus undecimalis*, *Coccyzus minor*, *Epinephelus itajara*, *Fregata magnificens*, *Isognomon alatus*, *Pelecanus occidentalis*, *Trichechus manatus* y *Uca annulipes*.

## Lagunas costeras

debido a la dinámica litoral, a menudo se crean en la costa barras de arena u otras estructuras (flechas y cordones litorales, por ejemplo) que aíslan parcialmente una extensión de agua poco profunda. A esta masa de agua poco profunda se la denomina *laguna litoral*. La mayoría están conectadas al mar por estrechos canales y reciben aportes significativos de aguas continentales. Aunque la marea esté baja, siempre conservan una extensión de agua, aislada del mar. Por tanto, las lagunas litorales tienen una salinidad variable, desde con aguas salobres hasta con aguas hipersalinas, en función de la influencia del agua de mar y de las aguas continentales superficiales o subterráneas que las alimentan, así como de las precipitaciones y de la evaporación. Son lugares donde tienden a acumularse grandes cantidades de sedimentos provenientes de los ríos o que son transportados hasta las lagunas por la acción de las mareas. Estas particularidades hacen que en las lagunas costeras se encuentren una fauna y una flora específicas.

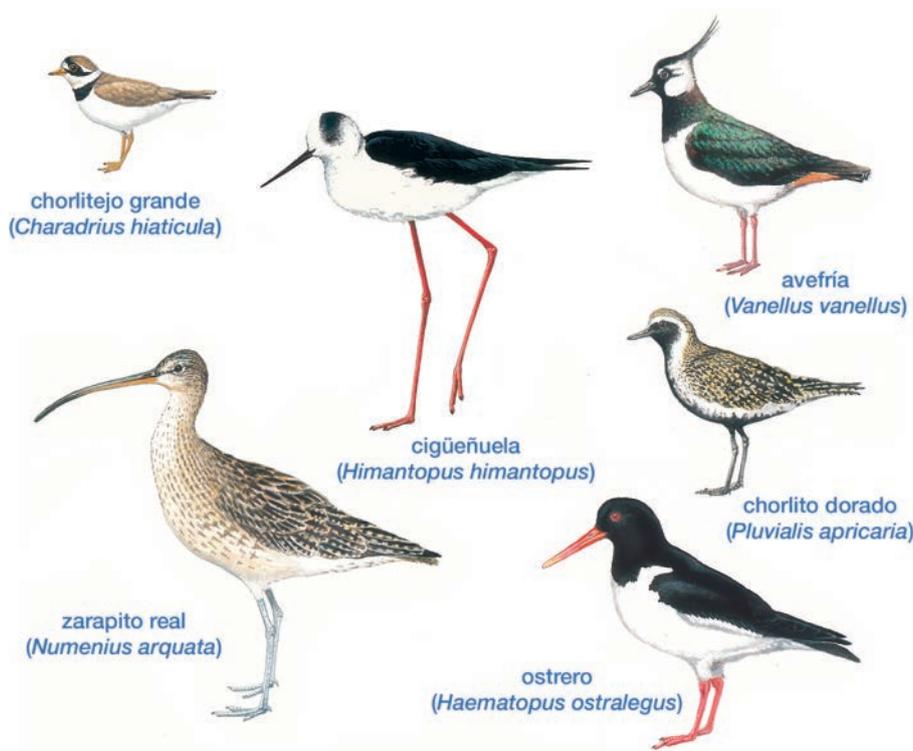
Alrededor de las lagunas pueden crearse distintos tipos de ecosistemas. A cada lado de la laguna, por ejemplo, la acumulación de sedimentos puede dar lugar a planicies, que se inundan periódicamente por la marea. Hacia la zona costera, la planicie se transforma en un terreno pantanoso, donde

se desarrolla una gran cantidad de vegetación herbácea; se trata de una marisma. Este tipo de vegetación herbácea diferencia las marismas de los pantanos, dominados mayoritariamente por árboles, y de las turberas, donde se acumula mucho material orgánico en forma de turba —material orgánico oscuro muy rico en carbono—. Las lagunas pueden también estar asociadas a sistemas deltaicos.

Las lagunas litorales son el hábitat para una gran variedad de especies, desde pequeñas algas unicelulares hasta multitud de invertebrados, peces y moluscos; en ellas se hallan numerosas aves



**Fig. 37.** (↑) Fotografía e (↓) ilustración de un ecosistema de marismas, donde se observa una gran cantidad de aves. Volando: aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), gaviota vulgar (*Larus ridibundus*), escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*); en las pequeñas playas, aguja colipinta (*Limosa lapponica*), avoceta común (*Recurvirostra avosetta*), correlimos común (*Calidris alpina*) y cormorán (*Phalacrocorax carbo*); en el agua, garza real (*Ardea cinerea*), silbón europeo (*Anas penelope*), zampullín cuellinegro (*Podiceps nigricollis*), ánade real (*Anas platyrhynchos*) y espátula común (*Platalea leucorodia*).



Jordi Corbera

Fig. 38. Los distintos pájaros tienen los picos adaptados a su tipo de alimentación.

acuáticas (azulones, cucharas, cercetas y fochas, por ejemplo), aunque también especies de aves limnícolas (como avecillas, chorlitejos y correlimos) que se alimentan de una amplia variedad de organismos que encuentran removiendo el barro y la arena con sus picos. Algunas aves marinas, como el cormorán, también acuden a alimentarse a estos ambientes.

A veces, en algunos lugares donde hay mucha insolación y la evaporación es muy intensa, el agua de las lagunas litorales puede llegar a desaparecer, con lo que se forman precipitados de sal. El ser humano modifica estos lugares y los transforma en salinas, de donde extrae sal para comercializarla. Aparte de las salinas, otras actividades humanas, como las agrícolas y, cada vez más, las turísticas, además de la caza y la pesca, están haciendo desaparecer muchas lagunas costeras o causando su contaminación debido al exceso de nutrientes y de productos químicos que llegan a la laguna por escorrentía.