

La vida en los fondos blandos

La mayor parte de la plataforma continental está cubierta por sedimentos blandos, que pueden llegar a ser muy profundos en algunos lugares. Son sedimentos acumulados durante centenares de años de erosión de la zona terrestre. La mayoría de los sedimentos de origen terrestre provienen de la erosión de las rocas terrestres y llegan a los océanos transportados por ríos, glaciares, hielo y viento. A veces, las erupciones volcánicas también producen grandes cantidades de sedimentos que llueven sobre el mar. La erosión costera aumenta la cantidad de estos sedimentos, que suelen desprenderse por los cañones submarinos hacia las grandes profundidades. A los sedimentos minerales, se añaden de manera constante los restos de numerosos organismos.

Los sedimentos de las zonas más superficiales sufren a menudo la resuspensión por parte de las olas generadas por tormentas; esto afecta tanto a las comunidades que viven en ellos como a la productividad biológica. Numerosos animales viven en los sedimentos, puesto que la mayoría de las plantas y algas crecen en zonas más limitadas.

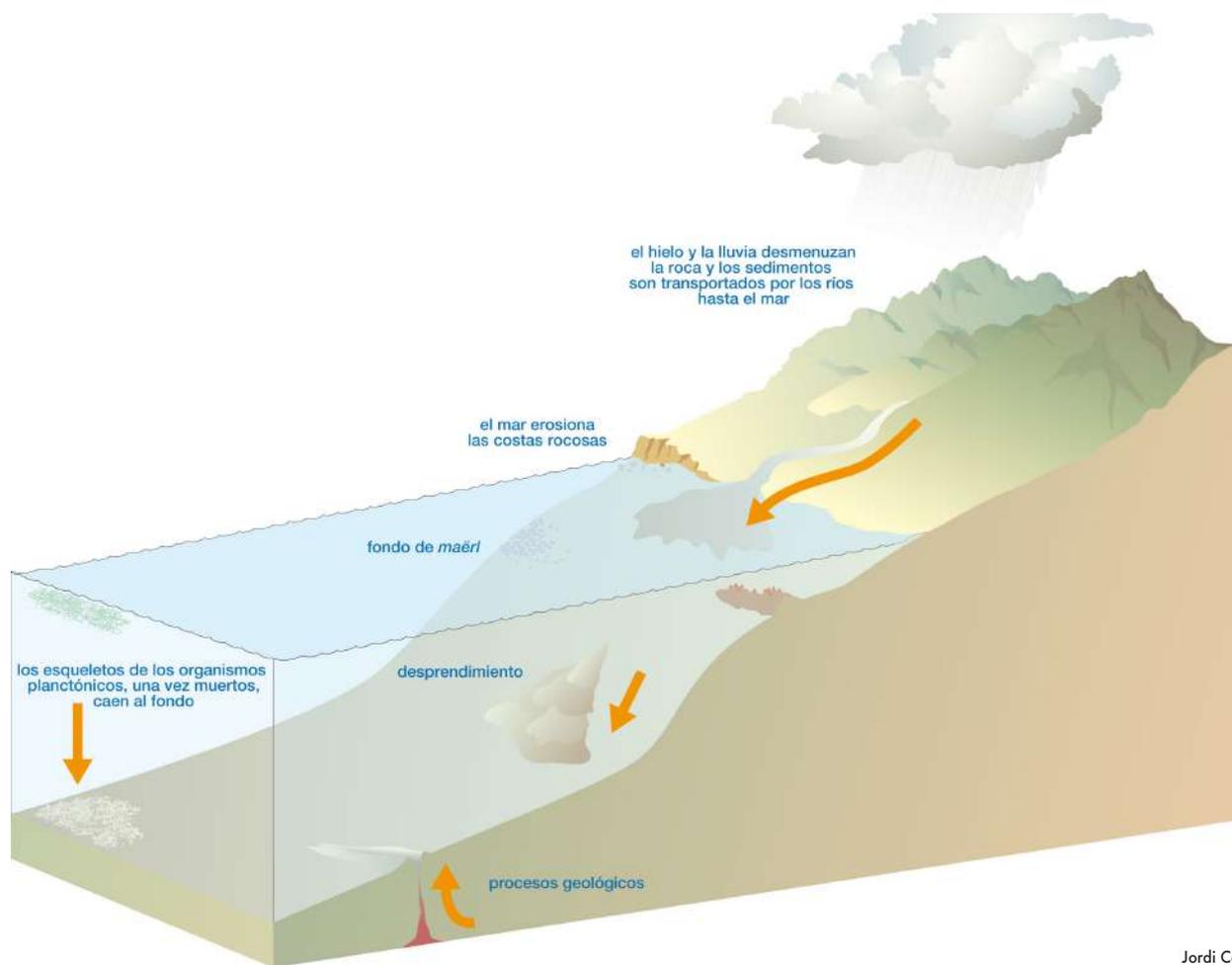


Fig. 1. A simple vista, los fondos blandos a menudo parecen desiertos.

Formación de los sedimentos marinos

Las rocas y los suelos del litoral están sometidos a procesos continuos de degradación y fragmentación denominados *meteorización*. A la meteorización le siguen procesos de erosión, transporte y sedimentación. En los fenómenos de meteorización y de erosión intervienen el impacto de las olas, la temperatura, las precipitaciones, el viento, la disolución de las rocas, diversas reacciones químicas y la actividad biológica de diferentes organismos. Los ríos van erosionando su cauce y transportan pequeños fragmentos de roca y arenas hacia el mar. También transportan res-

tos de materia orgánica procedente de bosques, prados, campos de cultivo y lugares urbanizados. Cuando llegan al mar, todos estos materiales van sedimentando por efecto de la gravedad. La sedimentación es el proceso por el cual el material sólido transportado por el agua queda depositado sobre el fondo. Los materiales más pesados llegarán al fondo antes que los más ligeros y, por lo tanto, se quedan más cerca del litoral. Por ello en las playas habitualmente hay guijarros y arena y, mar adentro, los fondos son de barros y limo.



Jordi Corbera

Fig. 2. Esquema donde se muestra la formación de distintos tipos de fondos marinos.

El tipo de arena que forma una playa nos puede dar información sobre su origen: si es arena gruesa, suele querer decir que viene del mar transportada por las corrientes; en cambio, si es de grano más fino —más terrosa— suele querer decir que procede casi directamente de los ríos; si se trata de arena muy fina y blanca, como la de las playas cercanas a los arrecifes tropicales, proviene de la fragmentación de los esqueletos de corales. Por efecto de las olas y de las corrientes marinas, todos estos materiales seguirán erosionándose y los fragmentos más pequeños continuarán dispersándose.

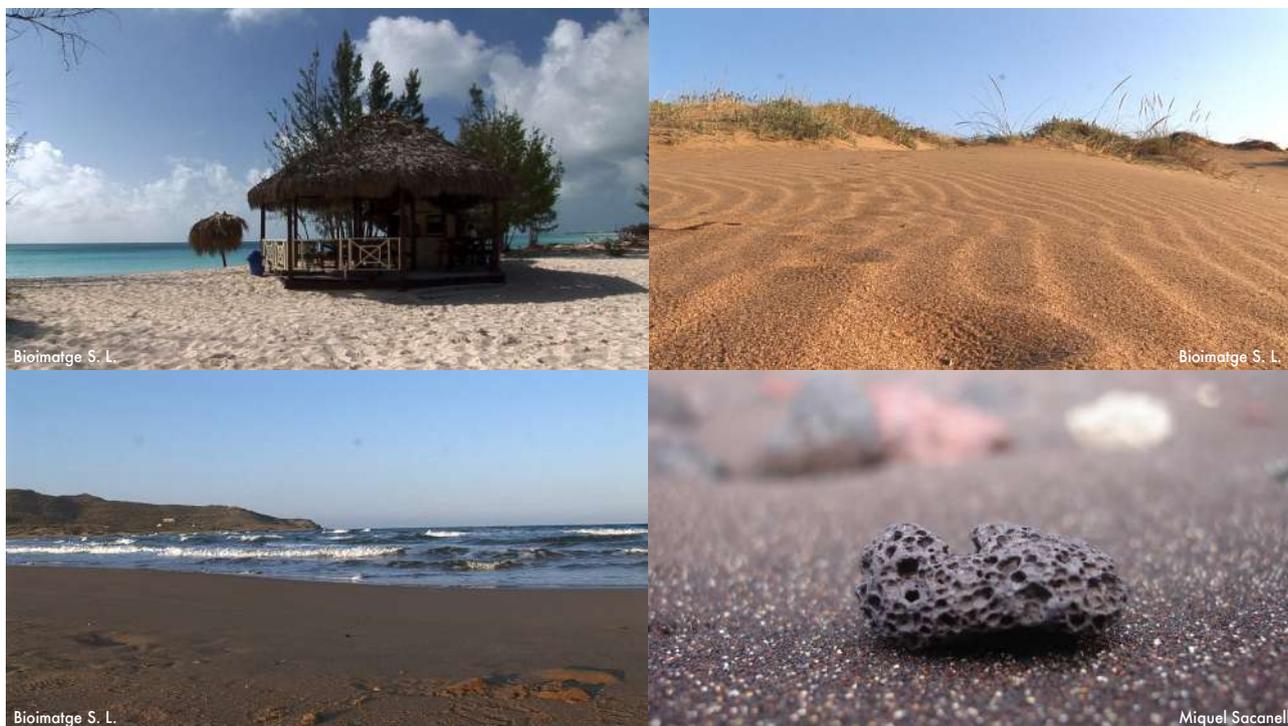


Fig. 3. Diferentes tipos de arenas.

Tipos de sedimentos

Los sedimentos están formados por diferentes tipos de partículas que se suelen clasificar por su naturaleza y por su medida. De más grandes a más pequeñas, podemos clasificarlas en: piedras (> 25 cm), guijarros (6-25 cm), gravas (0,2-6 cm), arenas (0,06-2 mm), limos (0,002-0,06 mm) y arcillas (< 0,002 mm). Los sedimentos suelen ser más finos en lugares donde hay poca corriente, y más gruesos donde la corriente es mayor; esto es debido a que la corriente ejerce el efecto de «limpiar» el sedimento, llevándose los granos más finos hacia otros lugares.



Fig. 4. ← Sedimento más grueso y → sedimento un poco más fino.

La *granulometría* es la medición y clasificación de los granos que conforman un sedimento. Una de las técnicas más sencillas y empleadas en granulometría es pasar las partículas por una columna hecha de mallas –a modo de coladores– de diferente medida de poro, con la de medida superior arriba. De este modo, las mallas actúan como filtros de los diferentes granos.

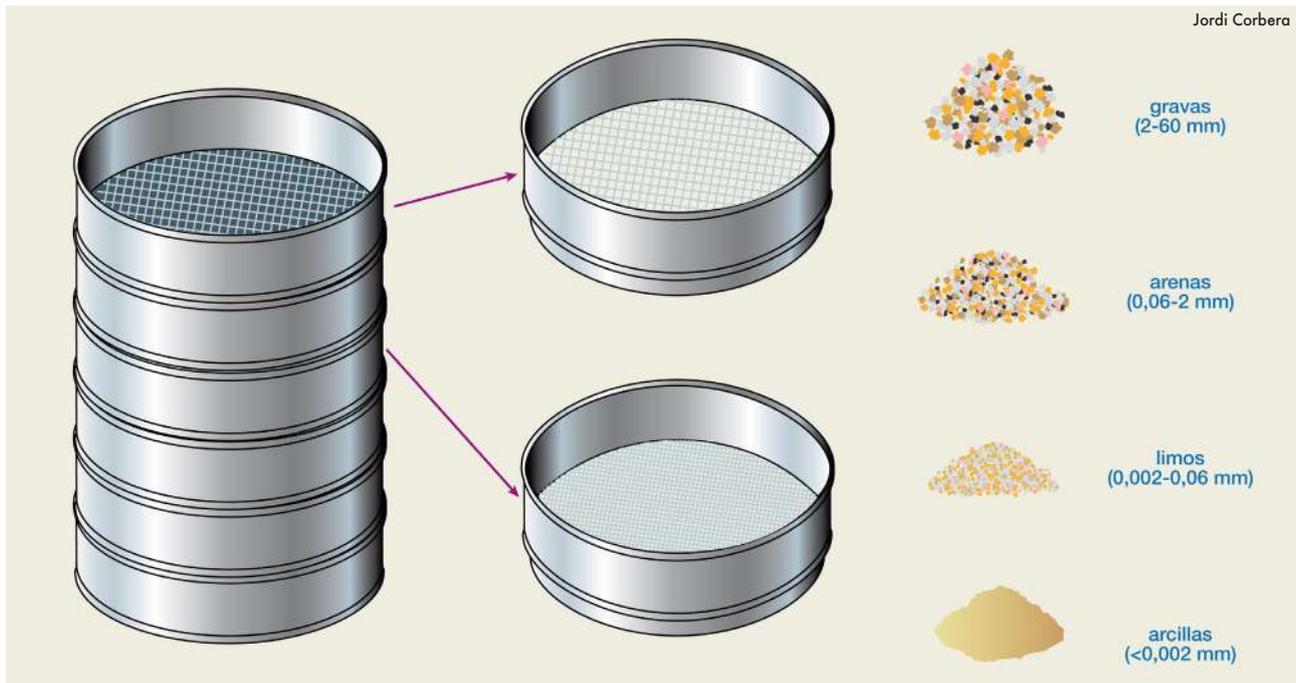


Fig. 5. Esquema de una torre de granulometría; observad cómo sirve para separar granos de diferente tamaño.

Acumulación de sedimentos

En las aguas profundas, los sedimentos tienen un grosor promedio de 450 m, que puede llegar a duplicarse en algunos lugares del mundo. Esta profundidad se mide gracias a técnicas como las ecosondas que emplean los geólogos. Cerca de los continentes, los sedimentos de origen terrestre se acumulan con rapidez y pueden llegar rápidamente a zonas muy profundas. En cambio, en mar abierto, esta acumulación es muy lenta: ¡desde un milímetro a pocos centímetros en mil años! Los sedimentos acumulados permiten conocer la historia de la Tierra en los últimos 200 millones de años, y dan información sobre la expansión del fondo oceánico, las alteraciones del campo magnético de la Tierra, la evolución biológica al mar y los cambios en las corrientes marinas y en el clima.

Los sedimentos biogénicos

Buena parte del sedimento de la plataforma continental es de origen biológico; por ello se dice que es *biogénico*. Este sedimento está formado, sobre todo, por carbonatos procedentes de los es-

queletos y caparazones de numerosos organismos microscópicos del plancton, así como de corales y otros organismos bentónicos, como algunos bivalvos o los restos de los esqueletos de los equinodermos. A veces, el sedimento incorpora cantidades de *mäerl*, una alga calcárea de aspecto similar al coral. El *mäerl* tiene una estructura muy adecuada para dar refugio a numerosos organismos. Muchas de las especies que viven semienterradas en la arena, así como las piedras o rocas solitarias que se pueden encontrar en fondos blandos, son puntos importantes para el anclaje de algunas algas y animales.



Fig. 6. El *mäerl* es un fondo calcáreo.

Se dice que los sedimentos son *calcáreos* cuando provienen mayoritariamente de los restos de caparazones de carbonato de calcio de pequeños organismos, como los pterópodos, los foraminíferos y las algas cocolitoforales. Los restos de estos organismos proporcionan información sobre la temperatura del agua y otras características de los océanos del pasado. En algunos lugares pueden observarse acantilados blancos, formados hace muchos años en el fondo del mar a partir de sedimentos biogénicos calcáreos.

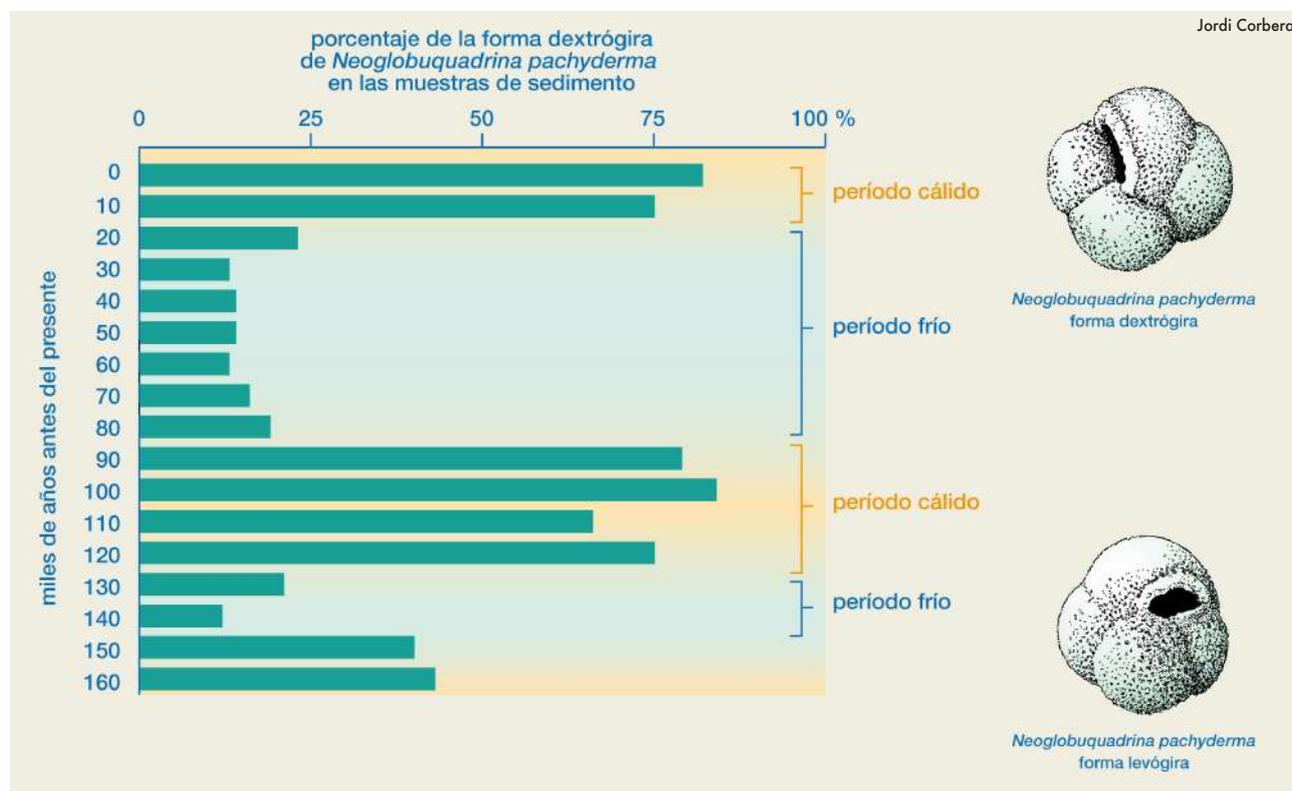
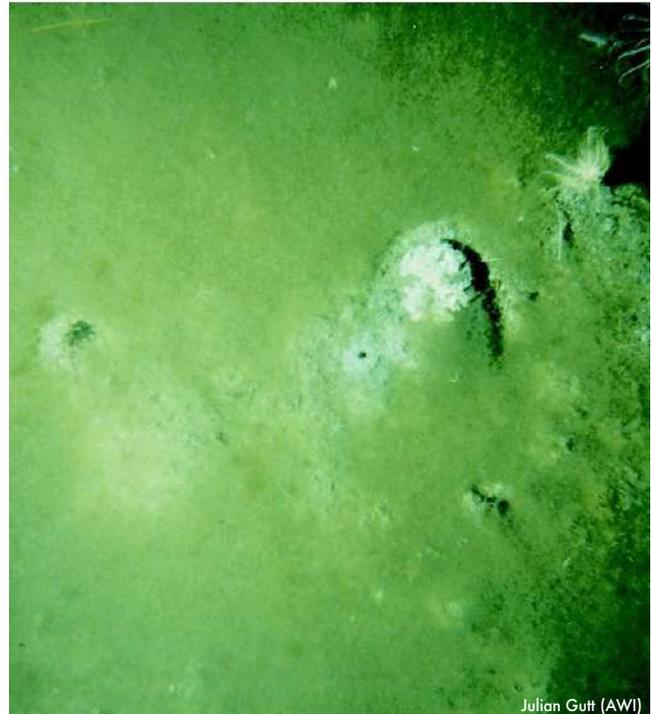


Fig. 7. Los foraminíferos que se encuentran en los sedimentos pueden proporcionar información sobre ambientes pasados.

Pero los sedimentos también pueden ser *silíceos* si provienen de las frústulas de diatomeas y de radiolarios, por ejemplo, a los cuales se pueden sumar en ciertos lugares las espículas silíceas de algunas esponjas. Estos sedimentos silíceos solo se forman en zonas donde hay mucha proliferación de organismos silíceos, porque el silicio suele disolverse fácilmente en el agua. Uno de estos lugares es el fondo marino que rodea numerosas regiones de la Antártida.

Fig. 8. Las llamadas *alfombras verdes* de la Antártida son fondos donde predominan las diatomeas todavía vivas, que dan al fondo ese color.



Julian Gutt (AWI)

Los sedimentos de las grandes profundidades

Los fondos calcáreos de profundidad se disuelven por efecto de la presión y de la acidez del agua; por ello tampoco los solemos encontrar a partir de 4500 m de profundidad, aproximadamente. Por debajo de esta profundidad, el lecho marino suele estar compuesto de arcillas. En los fondos más profundos, por debajo de los 4500 m, el sedimento principal es arcilla roja. La arcilla está hecha de finos granos de limos que provienen de los continentes y que se acumulan muy despacio: 1 mm cada 1000 años, aproximadamente. Estas arcillas contienen algunas partículas biogénicas y cuatro minerales básicos. El tipo de arcilla —la diferente proporción de estos cuatro minerales— dependerá de su origen y del clima.

La inestabilidad y la estabilidad de los fondos blandos

Los sedimentos más gruesos, originados a partir de la erosión terrestre y depositados en la costa a través del transporte de ríos y glaciares que desembocan en el mar, son un hábitat movedido, al ser fácilmente removidos por la acción de las olas y las mareas. Por lo tanto, la grava y la arena representan un hábitat móvil y muy oxigenado. Muchos animales que viven en estos ambientes, por dichos motivos, sencillamente se desplazan por el fondo, sin construir madrigueras permanentes, como numerosos crustáceos y equinodermos, además de moluscos. A medida que el sedimento se hace más estable, encontramos más cantidad de organismos.



Fig. 9. Organismos que se desplazan o viven sobre el sedimento.

La arena, la grava y los guijarros se depositan en las aguas menos profundas, pero los lodos más finos recorren más distancia, hasta sedimentar en las aguas más profundas. Las zonas donde los sedimentos son más estables son, por lo tanto, las de los lugares más profundos.

A pesar de que las grandes llanuras sedimentarias parecen desiertas, bajo la superficie hay numerosos animales que viven escondidos permanentemente, en madrigueras o en tubos de los cuales salen para alimentarse y reproducirse.



Fig. 10. En muchos fondos blandos se pueden observar agujeros: son madrigueras de animales.

Las comunidades que viven en estos sedimentos blandos del fondo del mar se alimentan de los restos de algas y productores primarios en descomposición y del plancton que va cayendo desde las aguas superficiales. En estos lugares también existen numerosos depredadores, como peces y estrellas de mar.

Muchos de los peces y otros organismos de estos ambientes se camuflan con el fondo o viven semienterrados en el sedimento, para pasar más desapercibidos de sus depredadores, así como para poder sorprender a sus presas.

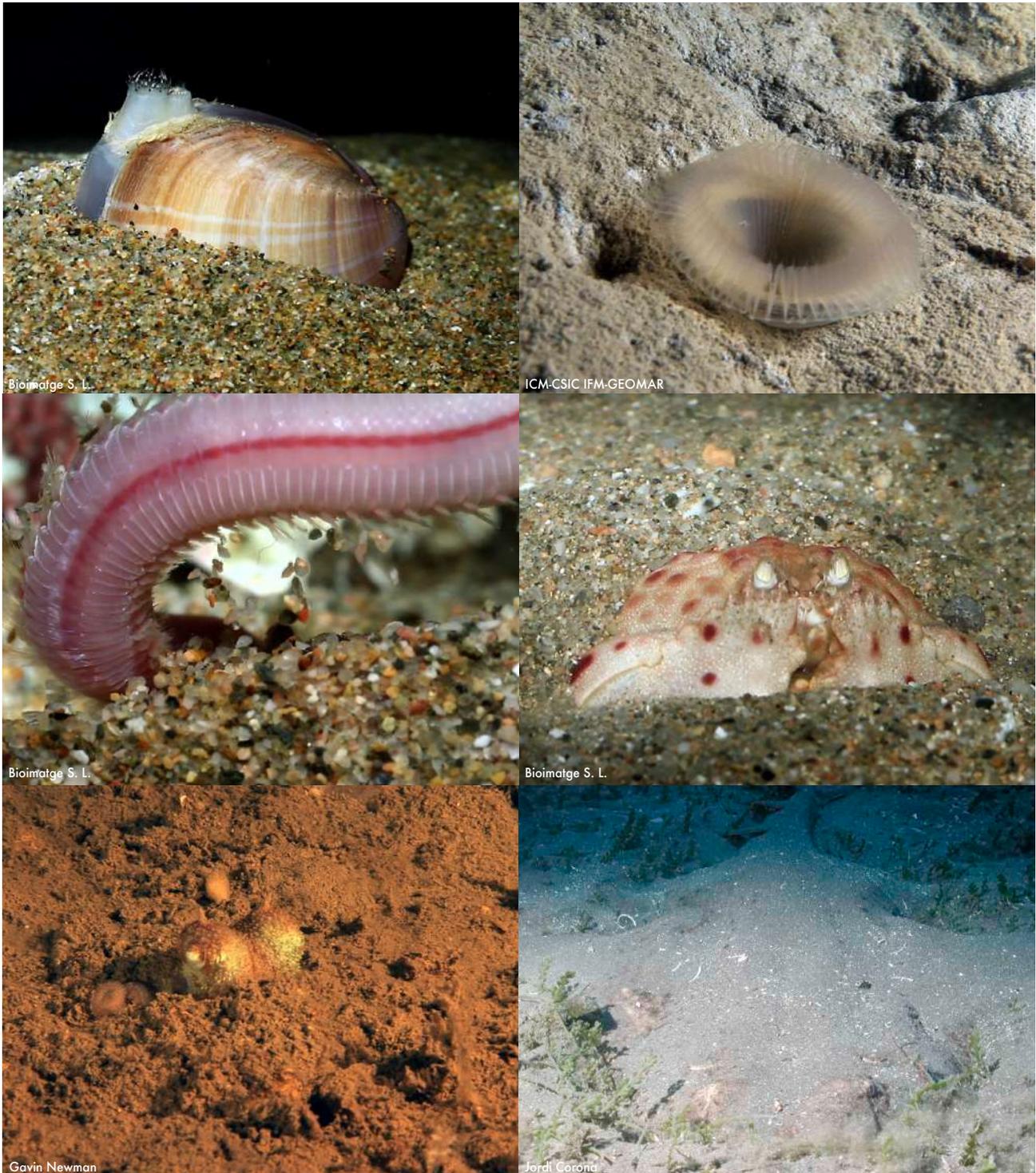


Fig. 11. Organismos semienterrados en el sedimento.

Organismos estabilizadores de los fondos blandos

Algunos organismos contribuyen a dar estabilidad a los fondos blandos. La posidonia desempeña un importantísimo papel porque da estabilidad a los fondos y atenúa el efecto del oleaje sobre algunos lugares del litoral. Igualmente, hay animales, como algunos mejillones, que pueden vivir medio enterrados y formar un tipo de superficie estable dentro del sedimento; para ello, mezclan las partículas de sedimento con ciertas sustancias que producen, y crean una especie de «cemento» sobre el que pueden establecerse ciertas sustancias. Por el hecho de generar una estructura que favorece el desarrollo de otros organismos, podríamos decir que estos mejillones son animales *bioconstructores*.



Fig. 12. La posidonia (*Posidonia oceanica*) crece en fondos arenosos y ayuda a estabilizarlos gracias a su potente sistema de rizomas y raíces.

Condiciones para la vida en los sedimentos blandos

La vida en los sedimentos depende del tipo de grano del sedimento —más fino o más grueso—, de la profundidad a la cual se encuentren, y también de características derivadas, como la disponibilidad de oxígeno. El tamaño de los materiales que forman los sedimentos también determina la cantidad de agua que hay entre los granos de los fondos. A esta agua la denominamos *agua intersticial*. Cuanto más gruesos son los granos, más agua intersticial hay, y, por lo tanto, más vida potencial. La cantidad de materia orgánica depositada en los sedimentos, así como la cantidad que haya en el agua intersticial también serán determinantes para la vida que se pueda desarrollar en aquel fondo.

A menudo, en la capa más superficial de los sedimentos hay más renovación de agua y, por lo tanto, más oxígeno disponible que en las capas más profundas y más compactas. Esto hace que en los sedimentos del fondo la vida se concentre mayoritariamente en los primeros centímetros.

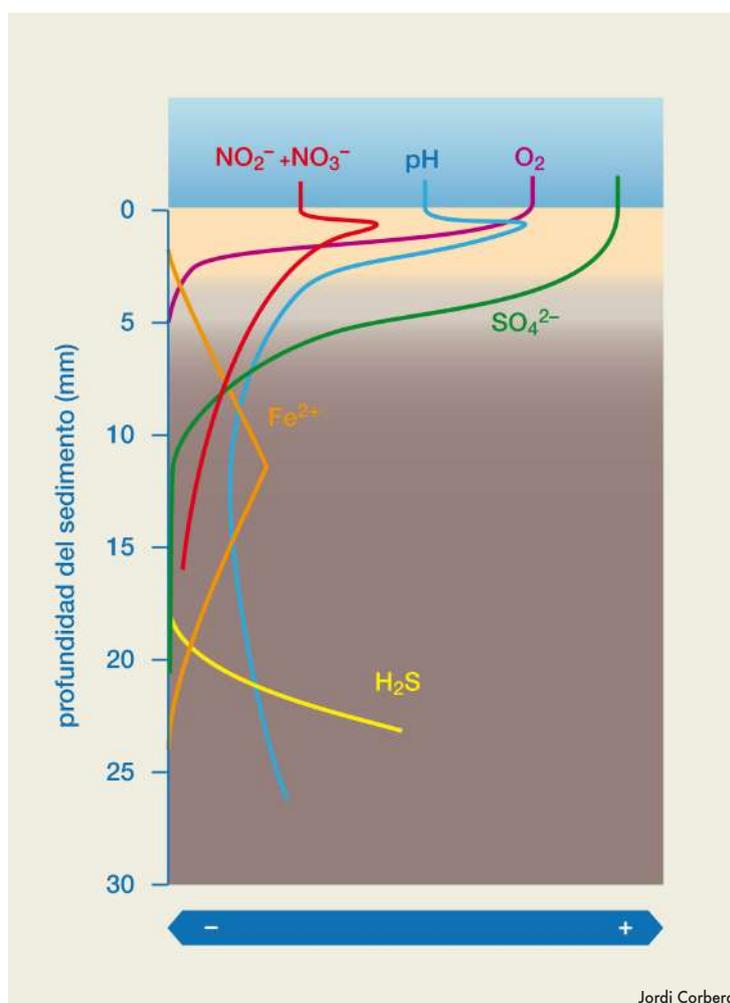


Fig. 13. Esquema donde se muestran los patrones generales de los gradientes que siguen distintas sustancias químicas en el sedimento.

Organismos de los sedimentos blandos

El tipo de fondo, duro o blando, condiciona la composición de las comunidades biológicas que se desarrollan en él: hay que tener en cuenta que las rocas proporcionan un apoyo rígido que permite la fijación de una gran diversidad de organismos y que, en cambio, en los fondos blandos, la inestabilidad y el movimiento del sedimento dificultan el asentamiento de muchas especies, tanto vegetales como animales. En los fondos blandos hay animales que viven sobre la arena —a menudo les sirve para disimular su presencia—; son los organismos que constituyen la *epifauna*.

Otros organismos, en cambio, pueden remover el fondo y vivir en su interior, ya sea construyendo una madriguera u ocupando los espacios que quedan libres entre las piedras o los granos de arena; este conjunto de organismo constituyen la *endofauna*.

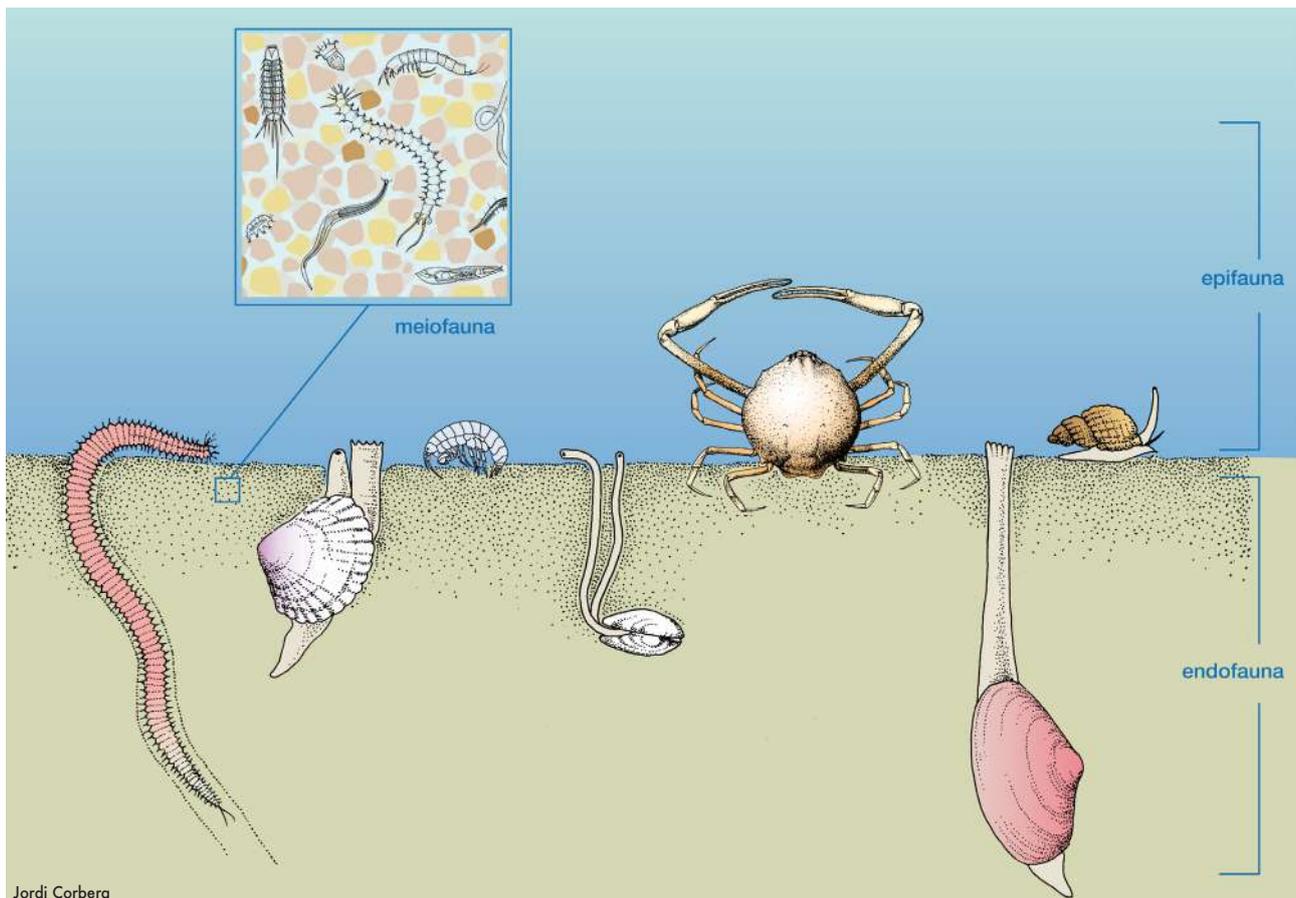


Fig. 14. Representación gráfica de la situación de la epifauna, la endofauna y la meiofauna.

Numerosos lugares de fondos arenosos son adecuados para el desarrollo de praderas de fanerógamas marinas, como la posidonia, la cimodocea o la zosteria. Si forman comunidades densas, ayudan a dar estabilidad al sustrato y conforman un hábitat idóneo para muchos animales.

La gran mayoría de los sedimentos de la plataforma continental presentan una mezcla de materiales finos y gruesos, que contiene numerosos fragmentos calcáreos de conchas y esqueletos de diferentes organismos. Estos sedimentos proporcionan a numerosos animales constructores de estructuras, como tubos y madrigueras, un material adecuado para sus construcciones y, además, son fáciles de atravesar, lo que resulta idóneo para los organismos que quieren esconderse.

Muchos hidrozooos y algas viven en estos fondos, aferrados a piedras y caparazones de otros organismos. Se pueden observar numerosos gusanos, anémonas y ofiuras, que se esconden en el sedimen-

to ante una amenaza. Bajo la superficie del sedimento hay numerosos crustáceos y bivalvos, de los que se alimentan depredadores como las estrellas de mar, peces y algunos cangrejos.

Los organismos que recorren el fondo marino absorbiendo sedimentos y extrayendo su contenido orgánico, como los pepinos de mar y las ofiuras, se denominan *sedimentívoros*.

Los organismos que perturban el sedimento al alimentarse, defecar y realizar su actividad vital se denominan *bioturbadores*, y su papel en el reciclaje de nutrientes es fundamental.



Fig. 15. Las holoturias o pepinos de mar son animales sedimentívoros. En la fotografía observamos sus defecaciones en primer plano.



Fig. 16. Los organismos bioturbadores perturban el sedimento, aireándolo y participando en el reciclaje de nutrientes.

Los sedimentos menos removidos están habitados por animales más tolerantes a concentraciones bajas de oxígeno, que a menudo forman madrigueras permanentes. En las zonas más profundas de la plataforma continental, las partículas de sedimento más finas se depositan en forma de lodo. Las partículas más finas pueden bloquear las branquias de las larvas asentadas en estos lugares y, en consecuencia, causarles asfixia. Los niveles de oxígeno son bajos en el interior del lodo, por ello viven menos animales —a pesar de que pueden encontrarse numerosas bacterias—. Algunos de los

animales que viven en el lodo presentan estrategias para atraer el agua de mar a fin de obtener alimento y oxígeno; otros filtran el agua y otros aspiran el sedimento. Asimismo, en la superficie del lodo también vive una multitud de bacterias y de diatomeas, que son el alimento de numerosos animales del fondo.

Entre los granos de arena viven muchos organismos de pequeño tamaño: es la llamada *meiofauna* o *fauna intersticial*, que cuenta con representantes de muchos grupos de invertebrados, como, por ejemplo, pequeños moluscos, crustáceos o gusanos, además de numerosos organismos unicelulares, como bacterias y protistas. Para moverse, los organismos aprovechan los espacios libres y la posibilidad de abrirse camino moviendo las partículas; así pueden buscar los lugares donde se halla el alimento que necesitan o los lugares que presentan las mejores condiciones para vivir. Las bacterias que viven dentro de los sedimentos se encargan de descomponer los restos orgánicos. Estas bacterias, junto con la materia orgánica, constituyen el alimento de numerosos organismos, como nemátodos, isópodos y bivalvos.

Las esponjas silíceas, las plumas de mar y los crinoideos que observamos anclados al sedimento, pero con los cuerpos extendidos en el agua, son suspensívoros; es decir, filtran el agua reteniendo las partículas orgánicas que les sirven de alimento. Entre otros macroinvertebrados, las anémonas de mar y las plumas de mar entierran los pies basales en el lodo y levantan los pólipos y tentáculos en el agua para recoger partículas de alimento y capturar pequeñas presas. La nieve marina formada por los restos calcáreos y silíceos que sedimentan hacia el fondo es la fuente primordial de alimento de los organismos que viven en el sedimento.



Fig. 17. La meiofauna, o fauna intersticial, es la fauna pequeña que vive entre los granos del sedimento.



Fig. 18. ← Plumas de mar, como este *Pteroeides spinosum*, y → ceriantarios, como este *Cerianthus* sp., son suspensívoros que pueden vivir en fondos blandos.

Los peces planos se han adaptado especialmente bien a la vida en los fondos arenosos, y muchos presentan estrategias de caza que combinan el camuflaje con el fondo –como la pastinaca–, y el establecimiento de trampas para las presas –como el rape–.

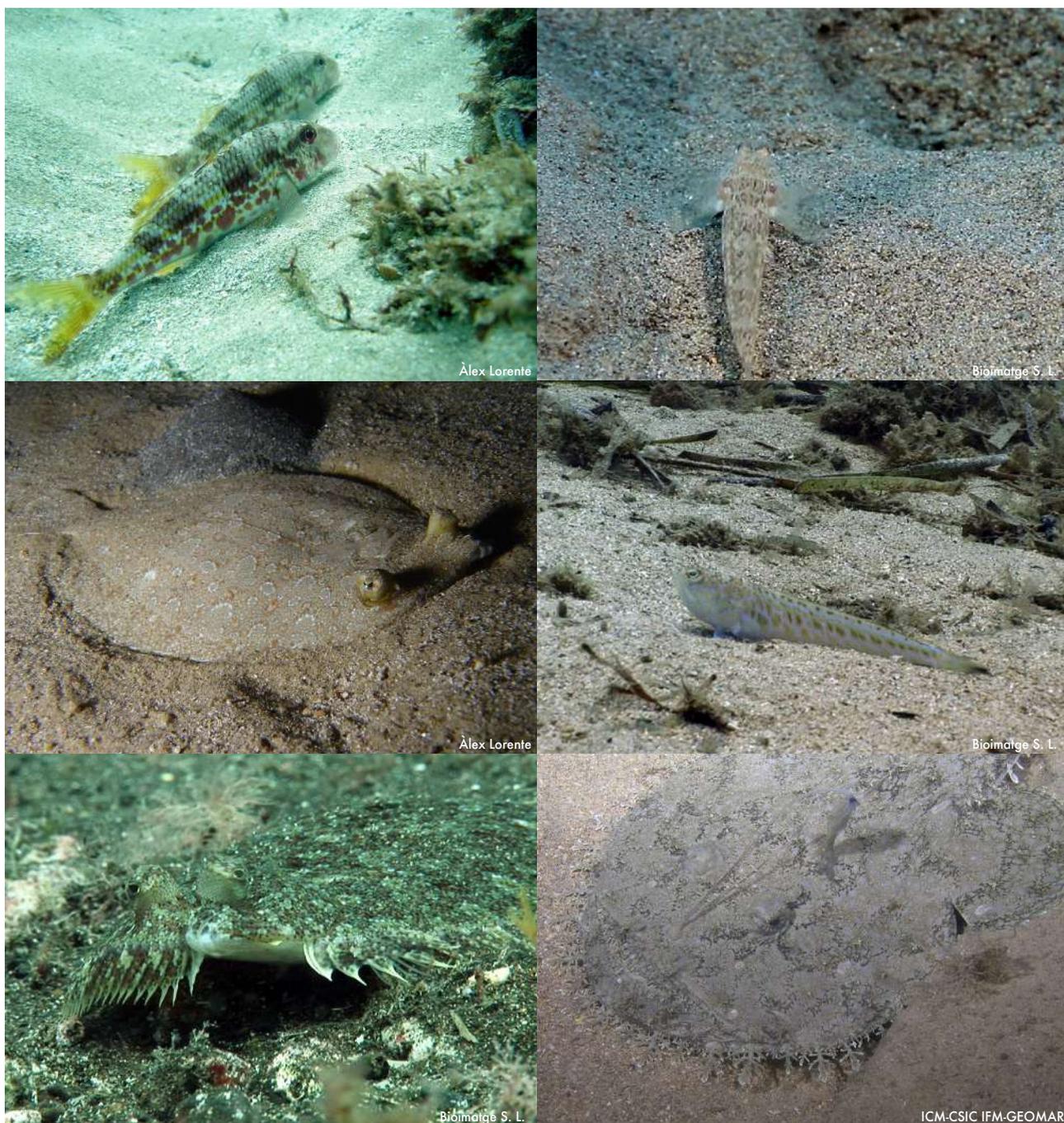


Fig. 19. Peces mimetizados con el fondo blando sobre el cual viven.

Algunos peces, como las anguilas, viven en agujeros en la arena, de los cuales salen para alimentarse de plancton. Numerosos peces pequeños se entierran en la arena para evitar ser vistos por los depredadores.



Fig. 20. Peces que suelen enterrarse en la arena.

A veces, en los fondos blandos no degradados por la pesca se pueden observar agrupaciones de invertebrados de la misma especie, hecho que favorece su reproducción, así como la retención de las partículas de materia orgánica transportadas por las corrientes.



Fig. 21. Acumulaciones ← de crinoideos (*Leptometra* sp.) y → de ofiuras (*Ophiotrix* sp.) en fondos blandos de profundidad.

En la zona profunda de la plataforma, en medio de fondos blandos, también podemos encontrar algunas rocas que quedan descubiertas, sobre todo en lugares con cierta pendiente, por la que los sedimentos se deslizan fácilmente. Estas rocas suelen ser rápidamente colonizadas por numerosos invertebrados de profundidad.



Fig. 22. Rocas solitarias colonizadas por numerosos organismos, en medio de fondos blandos.