

Zonación

Si subimos a lo alto de una montaña desde un valle, veremos cómo, a medida que se incrementa la altura a la que nos encontramos, el paisaje cambia. Así, pasaremos por diferentes tipos de bosque, hasta una zona donde el bosque ya no crece y, en cambio, dominan las praderas y la vegetación baja. Los cambios de vegetación en la montaña se deben a las diferencias entre sustratos y, sobre todo, a los cambios de temperatura y precipitaciones que se dan conforme aumenta la altitud. Podemos decir que estos cambios, que de alguna manera hacen que encontremos franjas de vegetación diferentes a medida que subimos una montaña, conforman su zonación.

Pero la zonación no solo se observa en tierra: el mar presenta también fuertes gradientes de variables ambientales que hacen que se puedan observar diferentes comunidades a distintas profundidades (en el eje vertical). Los diferentes organismos se dispondrán a lo largo de estos gradientes según sus posibilidades ecológicas, creando zonas de distribución de especies distintas con estrategias también distintas. Los factores que determinan esta sucesión de comunidades diferentes son factores ambientales como la irradiancia, la temperatura, el hidrodinamismo, la disponibilidad de nutrientes y de materia orgánica particulada y el tipo de sustrato.

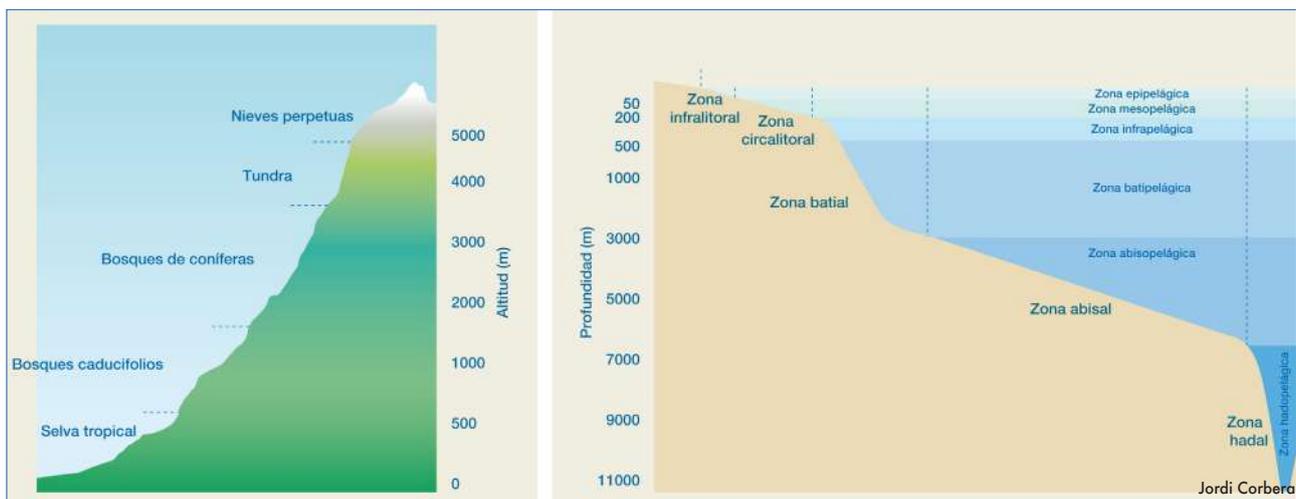


Fig. 1. La zonación puede apreciarse tanto en las montañas como en el mar. Esquema de la situación de los diferentes estratos o zonas en un perfil vertical de montaña y de mar.

El estrato supralitoral

En lugares rocosos –sustrato duro–, los cambios ambientales son mucho más notorios en los primeros metros, hecho que queda muy patente en la rapidez con que unas comunidades sustituyen las otras. El estrato supralitoral es el que limita con las comunidades terrestres y presenta un ambiente casi semidesértico. Está ocupado por organismos que casi siempre están emergidos, pero

que pueden vivir en ambientes bastante castigados por la fuerza de las olas y las salpicaduras de agua de mar y, por lo tanto, bastante salados. La amplitud de esta zona depende de esta exposición a las olas, pero puede medir desde menos de 0,5 m hasta 5 m. Muchos de los organismos que viven en esta franja se encuentran en estados de vida latentes, o bastante escondidos en las grietas de las rocas, donde disponen de la humedad que necesitan para sobrevivir. Así, la disponibilidad hídrica es el factor ambiental más determinante para estas comunidades. Esta disponibilidad hídrica depende a su vez de otros factores, como el grado de insolación, la altura de la costa, el grado del batir de las olas, los vientos dominantes, la inclinación del sustrato e, incluso, la orientación del mismo. La mayoría de las plantas superiores no viven en tales ambientes, y los organismos que sí que se encuentran aquí suelen ser líquenes y algas incrustantes, además de organismos animales, como algunos insectos en las rendijas de las rocas, caracoles y larvas de mosquito y numerosas comunidades microbianas en los pequeños charcos de agua salada que se forman entre las rocas.



Fig. 2. Comunidades biológicas sobre rocas del estrato supralitoral. ← La parte rocosa ennegrecida y la que queda por encima de esta marcan el límite inferior de la zona supralitoral. ↑ Si el oleaje es intenso, a veces quedan pequeñas zonas ligeramente inundadas donde se pueden desarrollar algunas algas. → En la zona supralitoral hay muy pocos animales; algunos de ellos los encontramos en huecos y agujeros de las rocas, donde hallan parte la humedad que necesitan para vivir.

El estrato mediolitoral

El estrato mediolitoral de las zonas rocosas es habitado por organismos que toleran vivir en condiciones emergidas pero que no pueden vivir siempre inmersos en el agua de mar. Está regido, sobre todo, por el oleaje y las mareas; por ello, en el Mediterráneo, no es un estrato de grandes dimensiones. Mientras que su límite superior está determinado por el grado de humedad, el límite inferior lo está por factores bióticos, como la depredación o la competencia entre organismos. Igualmente, tanto el hidrodinamismo, el tipo de sustrato o la situación geográfica —de la cual a menudo dependen el grado de insolación y temperatura— son factores que modelan las comunidades de este estrato. A menudo hay especies que dominan en estos ambientes y que forman horizontes que, a su vez, crean microhábitats donde otras especies pueden vivir. Entre los organismos dominantes de los horizontes encontramos, sobre todo, las bellotas de mar y diversas algas —algunas incrustantes—; también se observan numerosos microorganismos, cirrípedos, líquenes, caracoles, mejillones, poliquetos, cangrejos y artrópodos; y en la zona de más profundidad, esponjas, hidrarios, actinias, briozoos, poliquetos y numerosos bivalvos. Estas comunidades del

estrato mediolitoral presentan mayor recubrimiento, riqueza y diversidad en lugares donde la disponibilidad hídrica es más alta y el ambiente más estable. La mayoría de las comunidades que viven en estos ambientes tienen un ciclo estacional muy marcado, con el máximo desarrollo de los horizontes durante el invierno y a principios de primavera.



Fig. 3. (De \leftarrow a \rightarrow y de \uparrow a \downarrow) Organismos del estrato mediolitoral: bellotas de mar, cangrejos, lapas y actinias, como el tomate de mar.

En los ambientes arenosos o fangosos —sustrato blando— también observamos cierta zonación. Los estratos mediolitoral y supralitoral en estos ambientes suelen ser muy poco propicios para los organismos, puesto que, además de los factores ambientales comentados para los ambientes rocosos, se tiene que contar con la movilidad del sustrato, que hace que sea casi imposible mantener estructuras perdurables, de modo que la mayoría de las algas —excepto las microscópicas— no se pueden desarrollar. Sí que se pueden encontrar en estos sustratos algunas plantas superiores que toleran la sal, típicas de ambientes de humedales, por ejemplo. Los organismos animales que viven en estos ambientes pertenecen tanto a la macrofauna que vive sobre la arena y se entierra en ella, como a la microfauna que vive en los intersticios de los granos de arena. La macrofauna se alimenta, en especial, de detritus, formado mayoritariamente por los restos orgánicos que el agua y las oleadas dejan en la playa; y tiene, sobre todo, actividad nocturna debido a las mejores condiciones de humedad y temperatura que hay por la noche respecto al día.

En los estratos supralitorales de las zonas arenosas se pueden observar anfípodos, isópodos y algunos organismos de origen terrestre – por ejemplo, coleópteros y miriápodos– si la abundancia de detritus es importante. En los estratos mediolitorales, las especies son ya más marinas, con abundancia de poliquetos, isópodos y bivalvos.

Los organismos de la microfauna de los fondos blandos viven en ambientes de agua bastante salada –se mezcla agua de mar con agua dulce de la capa freática– e incluyen ciliados, nemátodos, ostrácodos, copépodos y otros organismos, muchos de los cuales se asemejan a los que se encuentran en ambientes cavernícolas.

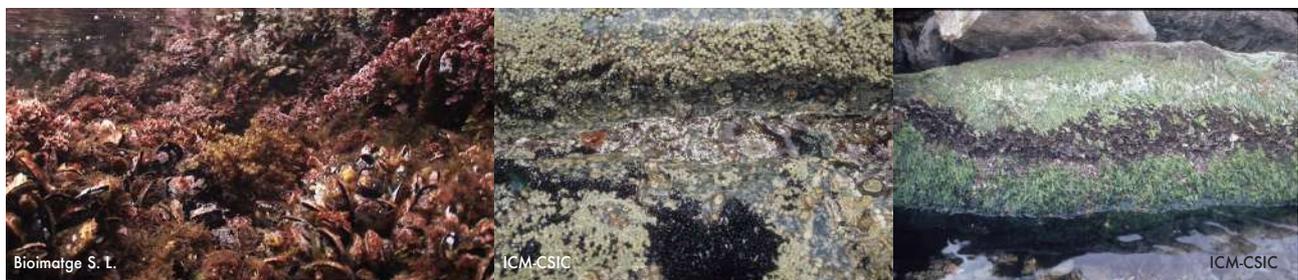


Fig. 4. ← Paisaje de zona mediolitoral. → Comunidades biológicas sobre rocas en el estrato mediolitoral.

La zona intermareal

A pesar de que en las costas mediterráneas también operan las mareas, su efecto es más patente en las costas atlánticas de la península ibérica. La zona del litoral situada entre las líneas de máxima y mínima marea se denomina *intermareal* y queda cubierta de agua durante las mareas altas y descubierta durante las mareas bajas.

Los cambios de humedad, de luz y de temperatura son notables en esta zona. Dependiendo de si el sustrato es rocoso o arenoso, encontraremos comunidades de organismos diferentes en estas zonas: el sustrato rocoso permite la colonización por parte de algas y, a su vez, proporciona lugares de refugio para diferentes organismos; en los sustratos arenosos, los organismos suelen encontrarse dentro de la arena o semienterrados. Al ser una zona expuesta tanto al aire como al agua, la fauna que se desarrolla aquí tiene que estar adaptada a estas condiciones. En ella encontramos numerosos moluscos, cirrípedos, erizos de mar, cangrejos, estrellas



Fig. 5. Zona intermareal, con pequeñas balsas de agua.



Fig. 6. Muestra de fauna intermareal.

de mar y algunas anémonas, así como otros grupos de organismos, muchos de los cuales compiten por el espacio. La alimentación de los organismos que viven en estos ambientes suele depender de los aportes del mar cuando este cubre el sustrato. La productividad de la zona intermareal es bastante elevada, hecho que queda patente a menudo por la presencia de numerosos pájaros que aquí encuentran alimento. También el ser humano ha empleado históricamente estas áreas para recoger alimento.

Factores ambientales determinantes de la composición de las comunidades sumergidas

En los ambientes sumergidos, los factores ambientales que determinan la composición de las comunidades son diferentes de los de las zonas emergidas; por ejemplo, la disponibilidad de agua deja de ser un problema. El hidrodinamismo tiene aquí una función diferente: se trata de una dinámica que ayuda a renovar el agua que rodea a los organismos bentónicos, transportando y poniendo a su alcance alimento; al mismo tiempo actúa como desestabilizador de estas comunidades cuando se vuelve demasiado intenso. La luz es otro factor determinante, y hace que las comunidades tanto bentónicas como planctónicas se dispongan a diferentes profundidades según la cantidad y tipo de luz que necesitan para vivir, con lo cual contribuye a la zonación de estas comunidades. La temperatura es también un factor ambiental importante para la estructuración y dinámica de las comunidades sumergidas, así como lo son la disponibilidad de nutrientes y de materia orgánica. Otros factores que determinan la distribución y supervivencia de las comunidades sumergidas incluyen acontecimientos catastróficos, como los temporales, o actividades humanas,

como la contaminación, el vertido de barros, la extracción de arena para regenerar playas, y la pesca de arrastre. Factores bióticos, como la depredación y la competencia, también son importantes de cara a la distribución de las comunidades, sobre todo en aquellos lugares donde las condiciones ambientales son más estables. Con el incremento de profundidad, de hecho, serán los factores bióticos los más determinantes de las comunidades y de su distribución en el espacio.



Fig. 7. Fondo iluminado permanentemente sumergido.

El estrato infralitoral

El estrato infralitoral es una zona permanentemente sumergida que depende de la transparencia del agua y que, en el Mediterráneo, puede llegar hasta unos 40 m. Es la zona donde se desarrollan la mayoría de los organismos fotófilos, como las algas verdes, o las rojas y pardas, que a menudo crecen densamente encima de las algas incrustantes que hay sobre las rocas, y que cuentan con un estrato de epífitos notable. Los animales dominantes en esta zona serán herbívoros, mientras que los suspensívoros —esponjas, cnidarios, moluscos, tunicados, poliquetos y briozoos— se encontrarán en las zonas más sombrías. Habitualmente en esta zona se observan poblaciones de erizos de mar, moluscos cirrípedos, así como también comunidades de animales incrustantes, como esponjas, briozoos o poliquetos, que recubren parte del sustrato. Hay también grupos de animales endolíticos, como el dátil de mar o algunas esponjas, y criptófilos —viven en pequeñas cavidades—, así como especies móviles pertenecientes a la microfauna —crustáceos, moluscos, picnogónidos— y a la macrofauna —cangrejos, pulpos, gasterópodos, erizos de mar, estrellas de mar y peces—. Es interesante remarcar la complejidad de relaciones entre los diferentes organismos, no solo de tipo trófico, sino también, por ejemplo, de desarrollo de estrategias de defensa.

En zonas más arenosas o de gravas se pueden encontrar praderas de fanerógamas marinas, como la posidonia (*Posidonia oceanica*), que ayudan a estabilizar el sustrato y favorecen que fauna, flora y microorganismos epibiontes colonicen sus hojas. Respecto a las algas, las fanerógamas marinas tienen la ventaja de poseer raíces, lo que les permite obtener nutrientes tanto del sedimento como del agua, y fijarse al fondo en sustratos blandos. Asimismo, suponen uno de los ambientes más idóneos para el refugio de numerosas especies de peces. Además de este papel protector y del papel de estabilizadoras del litoral, estas praderas son un sistema de exportación de materia orgánica hacia los fondos más profundos.

En los ambientes de fondos blandos en general, resulta importante tanto la tasa de sedimentación como el tipo de sedimento, pues si las tasas son muy elevadas, impedirán el establecimiento de algas, fanerógamas y organismos sésiles en general. En estos tipos de fondos solo se pueden desarrollar dos comunidades de algas: unas que pueden causar que los fondos arenosos, a veces, se tornen fangosos, y otras que conforman el denominado *grapissar* (maërl) en la Costa Brava.

En general, la zona infralitoral es muy heterogénea y de límites bastante difusos entre comunidades algales.



Fig. 8. Comunidades de algas y organismos fotófilos en el estrato infralitoral superior.

La zona circalitoral

La zona circalitoral se extiende desde el límite inferior de la zona con vegetales fotosintéticos hasta la zona donde la vida vegetal ya no es posible; en ocasiones puede llegar a los 150 m. En muchos de los sustratos de la costa catalana, se forman las comunidades de coralígeno. El coralígeno es una estructura construida por organismos, típica de los ambientes circalitorales, formada, sobre todo, por algas carbonatadas que dan hábitat a numerosas especies de animales,

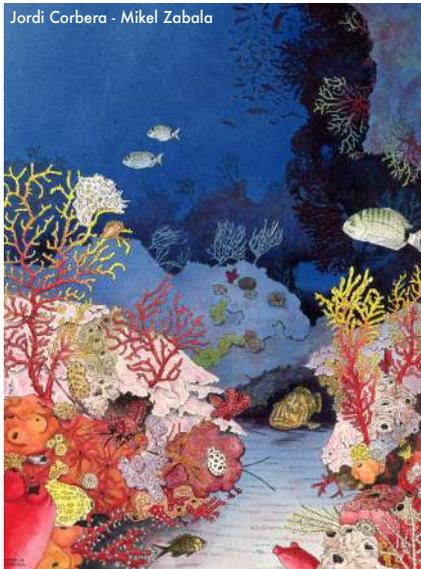


Fig. 9. El coralígeno es un ecosistema rico y diverso.

como algunos suspensívoros bentónicos que se desarrollan más en las zonas menos iluminadas, con bastante hidrodinamismo y abundancia de materia orgánica que les sirve de alimento. Entre los suspensívoros del coralígeno encontramos esponjas, ascidias y briozoos, además de gorgonias.

La estructura del coralígeno se asemejaría a la estructura de un bosque: la función estructural de los árboles la harían especies animales como las gorgonias o las esponjas, que proporcionan hábitat para otras esponjas, ascidias, briozoos, hidrarios, poliquetos y algas, así como a una fauna adaptada a la oscuridad, epibiontes y a diversos animales móviles —molluscos, crustáceos, picnogónidos, poliquetos, equinodermos y peces— que viven entre la estructura del coralígeno. Se trata de un ecosistema rico, diverso, y de una complejidad ecológica extraordinaria.

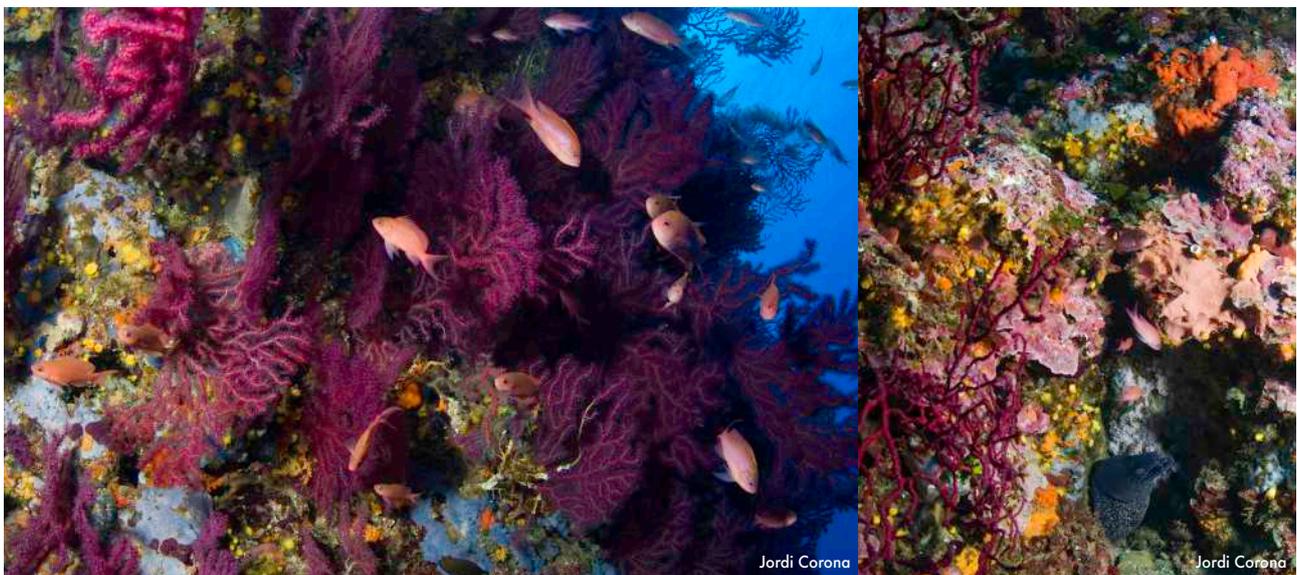


Fig. 10. ← Las gorgonias dan estructura al sistema. → Detalle de fondo de coralígeno.

La zona batial

La zona batial es la zona más profunda que encontramos en el Mediterráneo, y en ella no se hallan representantes del mundo vegetal. Aquí, en zonas de sustrato duro, las pendientes suelen ser acusadas, y se pueden observar numerosos cañones submarinos. A medida que la profundidad aumenta, los fondos duros son más escasos; por ello, las islas de roca en fondos sedimentarios ac-

túan como un oasis, donde se agrupan numerosas especies animales, similares a las de las cuevas submarinas oscuras. Entre las especies animales que se encuentran en esta zona observamos corales rojos, negros y blancos y muchas esponjas, que adquieren dimensiones considerables. Otros organismos son briozoos y braquiópodos, así como poliquetos y numerosas especies móviles, como las ofiuras, las langostas y otros crustáceos y peces.



Fig. 11. ← Corales blancos en el cañón del cabo de Creus. → Comunidades de ofiuroides en una zona de plataforma continental.

La mayor parte de los fondos de plataforma continental están constituidos por zonas más bien arenosas o fangosas, que proporcionan fantásticos caladeros para los pescadores. La vida en estos fondos blandos es también intensa aunque a primera vista parezcan desiertos. El hecho de que el sustrato se mueva es un condicionante clave para que no se puedan desarrollar grandes estructuras formadas por organismos sésiles en estos lugares. Con todo, hay numerosos organismos que excavan galerías, que se entierran en el sustrato o que viven entre los granos de arena.

Entre los factores abióticos determinantes de las comunidades de organismos que se pueden desarrollar en estas áreas, el tamaño de las partículas que forman el sedimento es de vital importancia porque determina la porosidad —y, por lo tanto, el contenido y renovación de agua que puede haber en el sedimento—. El tamaño de las partículas viene dado por el hidrodinamismo y la distancia del lugar a la costa y a las desembocaduras de ríos; por ejemplo, si el hidrodinamismo no es considerable, las partículas finas sedimentan con más facilidad, formando un sedimento fino. Otro factor relacionado con este será la cantidad de materia orgánica y también de oxígeno disponibles en el sedimento —habrá más materia orgánica, el oxígeno será menor y se encontrará menos fauna intersticial en sedimentos finos—. El hidrodinamismo, a menudo ligado también a la estacionalidad, será determinante también para renovar el oxígeno del sedimento. En los sedimentos donde no hay oxígeno, o este es escaso, no se observan organismos aerobios, pero sí comunidades de organismos que toleran estas condiciones anóxicas, como bacterias u otros microorganismos. A veces, las tormentas y otros fenómenos naturales de carácter catastrófico pueden comportar modificaciones en la estructura del sedimento, aireándolo y afectando, por lo tanto, a las comunidades de organismos que viven en él. Las comunidades de fondos blandos, en general, se verán afectadas también por la luz, por las

características del agua que hay justo por encima del sedimento, y por factores bióticos —por ejemplo, la competencia y la depredación—, además de por los posibles factores antrópicos. En general, los organismos dominantes de los fondos fangosos o arenosos son animales, puesto que, entre los fotosintéticos que pueden vivir a profundidades más superficiales, a menudo solo se encuentran algas unicelulares como las diatomeas. Entre estos animales, hallamos los pertenecientes a la *epifauna* —viven encima del sedimento— y la *endofauna* —viven dentro del sedimento—, que, según su tamaño, se clasifican en tres categorías: microfauna, meiofauna y macrofauna. Estos organismos que viven en fondos blandos presentan básicamente dos estrategias tróficas: son sedimentívoros —sobre todo detritívoros— o suspensívoros. Entre los sedimentívoros hallamos holoturias, poliquetos y algunos bivalvos; entre los suspensívoros hay poliquetos tubícolas, bivalvos, algún gasterópodo y muy pocas esponjas y cnidarios. También encontramos muy pocos carnívoros, como moluscos, crustáceos, estrellas de mar y peces. La acción que tienen los organismos sedimentívoros sobre el sedimento es muy importante, dado que, por un lado, lo desestabilizan y, por otro, contribuyen a removerlo o airearlo.



Fig. 12. Dentro del sedimento pueden vivir numerosos organismos, que constituyen la endofauna.

Los organismos del sedimento se disponen también en gradientes verticales, de modo que aprovechan las condiciones de oxígeno, materia orgánica y de tamaño del sedimento que más les conviene. También la profundidad y las características asociadas —luz, temperatura y disponibilidad de alimento— hacen que las comunidades del sedimento varíen.

Así, mientras que el sedimento en zonas infralitorales suele estar hecho a base de partículas más gruesas, a más profundidad será más fino y contendrá restos de materia orgánica proveniente de los organismos bentónicos. Los organismos que se encuentran en los fondos blandos infralitorales suelen ser bivalvos, crinoideos, hidrarios, ofiuras, holoturias, algunos crustáceos y peces. En las zonas batiales, por lo general de sedimento fangoso y fino —a excepción de algunas comunidades formadas por corales blancos o en los afloramientos rocosos—, hallamos mayormente esponjas, cnidarios, poliquetos, crustáceos, bivalvos, cefalópodos y estrellas de mar, así como plumas de mar, ofiuras, holoturias y ascidias. Hay, además, una meiofauna muy abundante. Los peces en estos ambientes suelen ser bastante escasos.

La zona abisal

La zona abisal es la zona más profunda, que comprende los fondos marinos de más de 3000 metros de profundidad. La fauna perteneciente a estas zonas se alimenta, sobre todo, de la materia orgánica y los restos de organismos que sedimentan desde las capas de agua más superficiales o que son transportados por corrientes horizontales. A veces, los cuerpos de las ballenas muertas que llegan a estas profundidades sirven de fuente de alimento para numerosos organismos, y se convierten así en oasis de vida en estos fondos menos poblados.

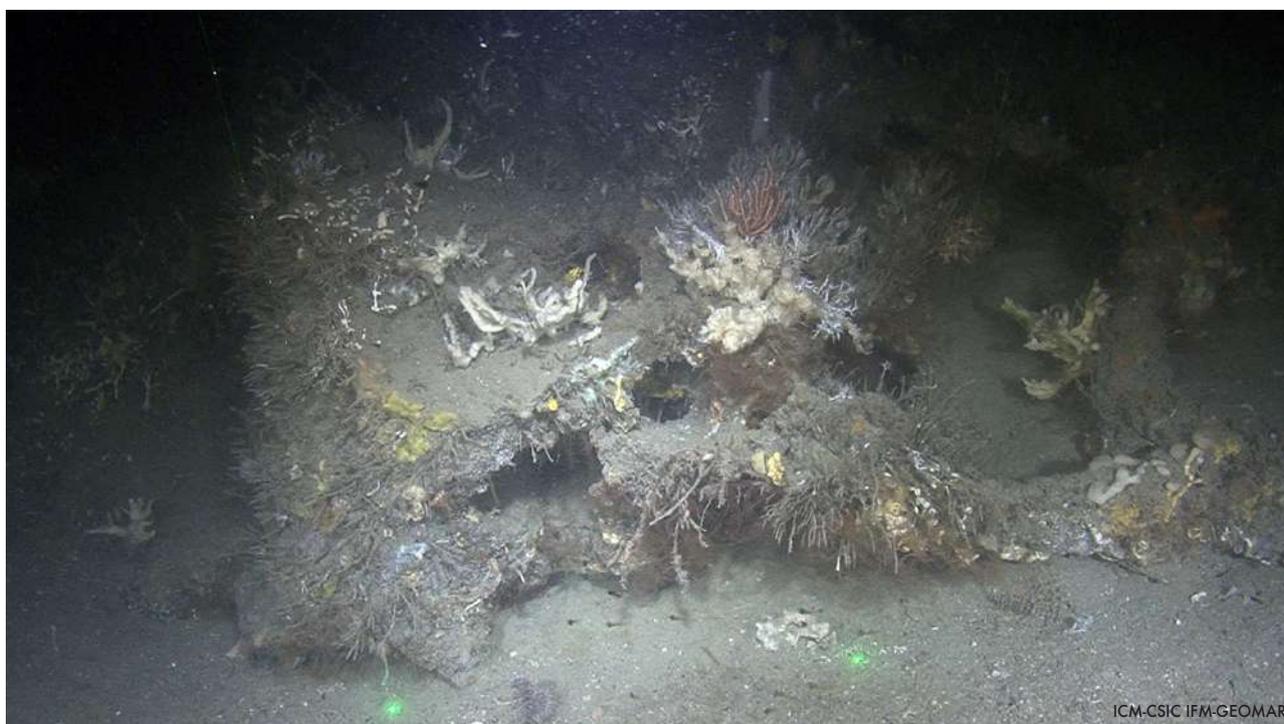


Fig. 13. Roca colonizada por numerosos animales en medio de un fondo blando de profundidad.

Vemos, por lo tanto, cómo las comunidades de organismos se distribuyen en los fondos marinos —duros o blandos— a lo largo de unos gradientes de factores abióticos y bióticos y según sus características biológicas, conformando la zonación vertical de los fondos marinos.

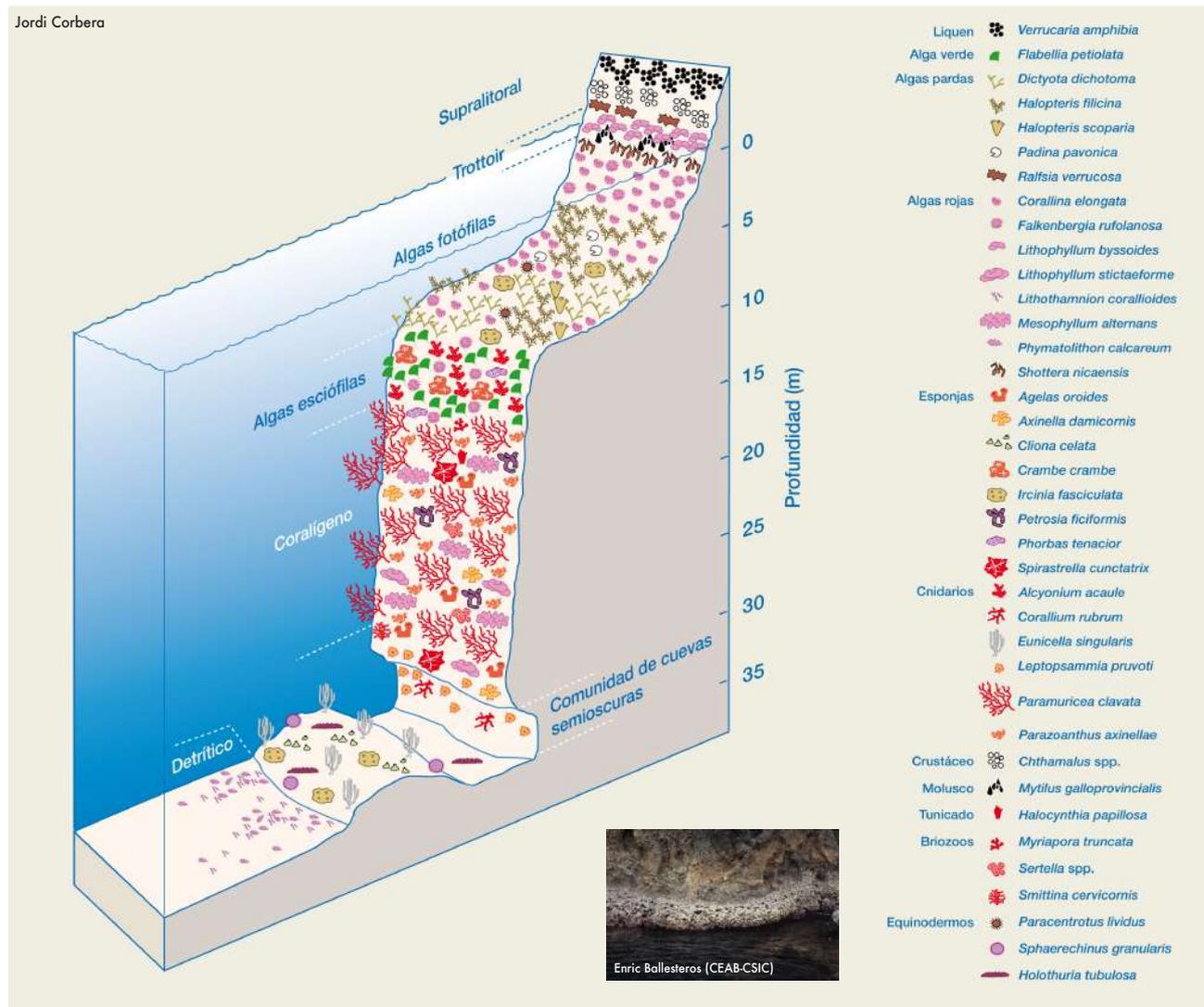


Fig. 14. Distribución de las comunidades biológicas en zonas según las condiciones ambientales, en un lugar marino rocoso. El *trottoir* (detalle) está formado por algas calcáreas que forman una especie de saliente sobre las rocas del estrato mediolitoral.