

Formentera

CENOZOICO

Neógeno

Mioceno Tortoniense

Arcillas rojas, arenas, brechas y calizas

Constituyen un conjunto heterogéneo cuyas principales características a nivel de afloramiento son sus tonos rojizos y sus niveles arcillosos y arenosos. Aparecen, en general con buena calidad de exposición, en el litoral NW.

Las calizas, de tipo calcarenítico, son la litología menos abundante y muestran un fuerte componente bioclástico y huellas de bioturbación por raíces. Las arcillas pueden tener aspecto noduloso y también una intensa bioturbación por raíces, siendo sus colores anaranjado-rojizos los que proporcionan a la unidad sus tonos característicos.

Los niveles arenosos no ofrecen dudas sobre su pertenencia al Mioceno cuando se hallan intercalados entre las restantes litologías; sin embargo, su semejanza con los depósitos eólicos cuaternarios provoca una cierta incertidumbre con respecto a su edad cuando sobre ellos no aparece ninguna otra litología.

En el ámbito de estudio este material aparece principalmente en La Savina y en los islotes de S'Espalmador y S'Espardell.

Calizas y calcarenitas

Constituyen la mayor parte de los afloramientos, apareciendo a grandes rasgos como un conjunto carbonatado de aspecto compacto; su espesor supera el centenar de metros.

Los afloramientos son de excelente calidad en los escarpados acantilados del litoral, pero no así en el interior, donde la unidad se encuentra afectada por intensos procesos kársticos y cubierta por extensos mantos arenosos de origen eólico. En la parte baja de la unidad predominan las calizas "wackestone-packestone" de aspecto masivo con cemento micrítico y peloidal, así como con abundantes rodolitos y fragmentos fosilíferos.

Se encuentran prácticamente en toda la zona sur del ámbito de estudio y en el islote de S'Espardell.

Cuaternario

Pleistoceno

Arcillas de descalcificación (Fondo de dolina)

Aparecen sobre los materiales carbonatados de los Promontorios de Sant Francesc y La Mola, sobre los que los procesos han dado lugar a numerosas formas exokársticas (dolinas) de diversa escala. Dentro del ámbito de estudio se encuentran en la zona S-SE y en el islote de S'Espalmador.

Las arcillas de descalcificación están ligadas a la existencia de numerosas dolinas y uvalas sobre la superficie de los promontorios. Se trata de una serie de depresiones de bordes redondeados y, en general, alargadas, con un pequeño escarpe hacia su interior.

Se caracterizan por su color rojo oscuro y por un cierto contenido limoso y arenoso, debido a aportes eólicos. También incluyen fragmentos de costras procedentes de los bordes de las depresiones.

Areniscas (Playas y dunas antiguas: "marés")

Genéricamente, se trata de restos de playas o dunas e incluso de un transporte eólico de aquéllas. El “marés” está constituido por areniscas de naturaleza calcárea y color de tonos claros.

Se localizan en el sector septentrional del Promontorio de Sant Francesc, en la base de los cordones de dunas Septentrional y Central y en el islote de S’Espalmador.

Arenas blancas cementadas (Cordón de dunas)

Se trata de arenas blancas muy cementadas, constituidas por granos de caliza y restos de conchas.

Constituyen la unidad exclusivamente eólica más antigua, aflorando por todo el ámbito de estudio y en el islote de S’Espalmador.

Limos anaranjados (Limos eólicos)

Rellenando las depresiones interdunares del conjunto anterior aparecen limos eólicos anaranjados y rojos que alcanzan gran extensión. Estos limos aparecen también rellenando algunas depresiones kársticas o tapizando los sedimentos tortenienses.

Holoceno

Arenas (Dunas)

Dentro del ámbito de estudio tienen gran representación en el Cordón Septentrional y en el islote de S’Espalmador. Son dunas actuales de grandes dimensiones y crestas alargadas, algo serpenteantes y con un desarrollo bastante espectacular. Están constituidas por arenas blancas o blanco-amarillentas sueltas, de tamaño medio.

Son dunas móviles, aunque a veces están fijadas por vegetación de pinos y arbustos.

Arenas (Manto eólico)

Son pequeñas acumulaciones de arena sin morfología y tamaño definidos, a modo de manto eólico. Se encuentran por todo el ámbito de estudio, su naturaleza es principalmente carbonatada.

Arcillas y limos con materia orgánica (Albufera)

Están constituidas por limos y arcillas con abundante materia orgánica, lo que les proporciona un color gris oscuro. La vegetación que se observa en ellas es de pequeña envergadura, característica de zonas pantanosas.

Dentro del ámbito de estudio aparecen en la costa septentrional, bordeando el Estany des Peix y el Estany Pudent.

Arcillas y sales (Salinas)

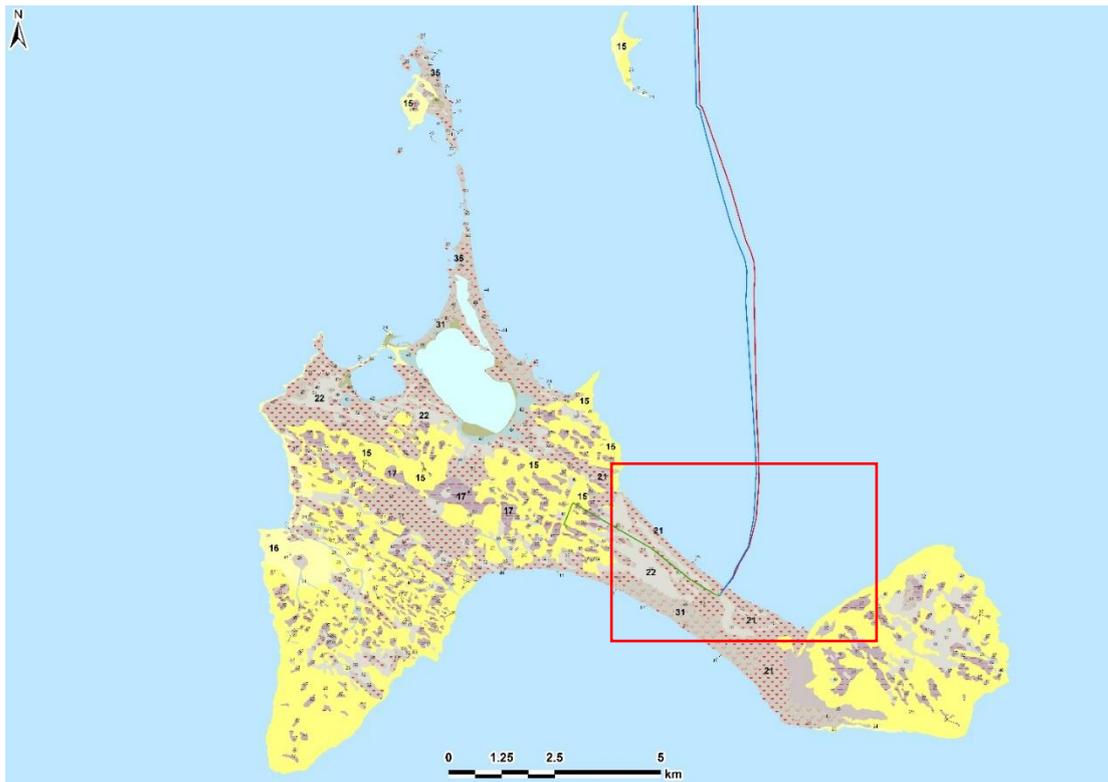
Aparecen al sur del Cordón Septentrional, adyacentes al Estany Pudent. Tiene forma alargada, encontrándose instaladas en medio del cordón de dunas, entre los parajes de Sant Ferran y Sa Pedrera.

Arenas y gravas (Playa)

Las playas actuales son frecuentes, apareciendo principalmente en la costa de los dos cordones litorales. Son largas y estrechas y están constituidas por arena de color blanco.

Depósitos antrópicos

Se han diferenciado como tales aquéllos materiales que han supuesto un incremento de la superficie insular a expensas del mar, tal como ocurre en el puerto de La Savina; corresponden a aglomerados, cementos y en general, rellenos compactos.



Fuente: Mapa geológico de Ibiza y Formentera a escala 1:100.000. Servicio ArcGis Server del I.G.M.E.

Leyenda:

Cuaternario

- Arenas (Dunas). Código 35
- Limos, arcillas y materia orgánica (Albuferas). Código 33
- Arcillas y sales (Salinas). Código 32
- Gravas, arenas y arcillas (Fondos de valle). Código 31
- Limos anaranjados (Limos eólicos). Código 22
- Arenas blancas cementadas (Cordón de dunas). Código 21
- Areniscas ("marés"). Código 18
- Arcillas de descalcificación. Código 17

Era Terciaria o Cenozoico - Mioceno

- Calizas y arcillas. Código 15

Puntos de interés geológico

El Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) del Ministerio de Educación y Ciencia en colaboración con la Conselleria de Medi Ambient del Govern de las Illes Balears ha realizado durante el período 2002-2005 un listado de los lugares de interés geológico ponderando los puntos inventariados con criterio comparativo, que destaque los lugares susceptibles de explicar la historia geológica del archipiélago y resaltar aquellos que merecen su preservación y posible puesta en valor.

Ibiza (Torrent)

Calizas con esponjas del faro des Botafoc-Punta Grossa (798078) [x: 366300; y: 4307500]: Serie jurásica (Oxfordiense-Kimmeridgiense y Lías) a base de dolomías, calizas nodulosas con esponjas y calizas tableadas. Se localiza en Punta Grossa, al SE del ámbito.

Formentera

Sucesión cuaternaria de Cala en Baster (824113) [x: 367700; y: 4285500]: Serie del Mioceno-Cuaternario en donde se aprecian los distintos sistemas de materiales eólicos aflorantes en la isla de Formentera. Su interés principal es sedimentológico.

Marés de Punta de Sa Pedrera (824117) [x: 360650; y: 4288700]: Depósitos calcareníticos cuaternarios de origen eólico explotados en canteras. Su interés principal es sedimentológico.

Estany des Peix (824118) [x: 361400; y: 4288000]: Albufera constituida por la progradación de una flecha litoral que prácticamente ha cerrado la depresión primaria originada por colapso kárstico. Su interés principal es geomorfológico.

6.1.1.2.4. Edafología

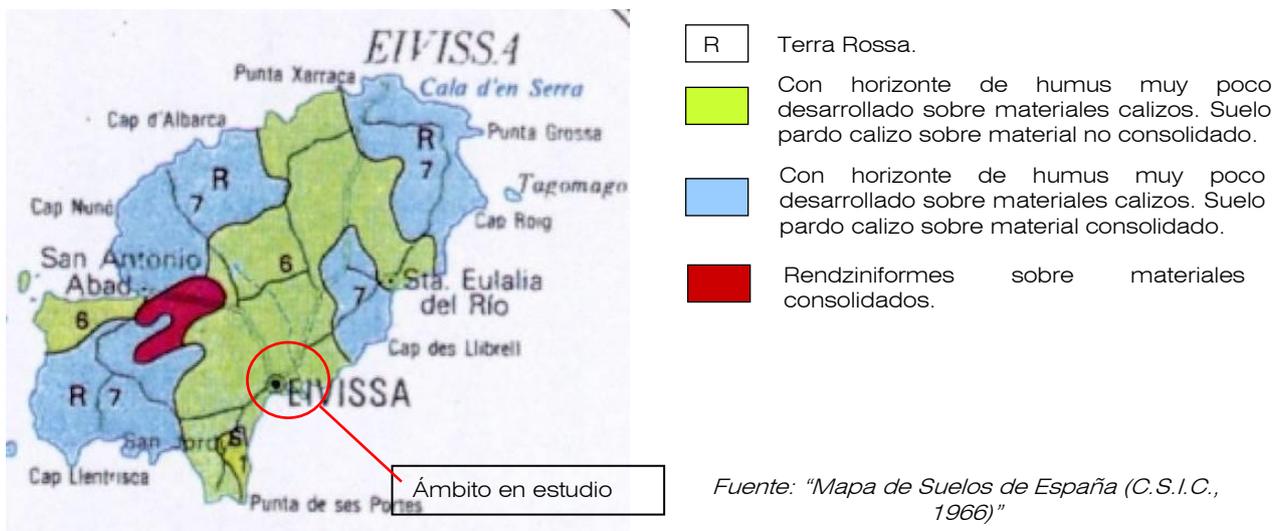
Ibiza (Torrent)

En el caso de la zona de estudio, así como de toda la isla de Ibiza, los suelos presentan un régimen de humedad xérico en la mayor parte del territorio, pasando a veces a ser arídico.

En la zona de estudio se encuentran los siguientes suelos (sistema de la USDA Soil Taxonomy System):

Entisol/Psamments: Se localizan en todo el área de estudio. El orden de los entisols agrupa suelos jóvenes, poco evolucionados, que no presentan un perfil diferenciado (A/C). Los *psamments* son los típicos suelos que se localizan en los recientes arenales y dunas de la costa donde la granulometría de los materiales es arenosa. La presencia de arena es tan importante que condiciona la estructura y la permeabilidad.

Según la clasificación clásica, los suelos que predominan en el área de estudio son suelos con perfil A/(B)/C sobre materiales calizos con horizonte de humus muy poco desarrollado, constituyendo suelos pardo-calizos sobre material no consolidado.



Distribución de suelos en la Isla de Ibiza.

Formentera

Las especiales características climáticas y litológicas de Formentera, con un notable grado de aridez y presencia de importantes campos dunares y de eolianitas, provocan un predominio de los suelos recientes y poco evolucionados, los cuales no muestran ningún desarrollo definido de perfiles.

Tanto en Ibiza como en Formentera, la presencia de importantes áreas salobres provoca extensas zonas con suelos salinos ('solontxacs').

A continuación se citan los tipos de suelos detectados según el Sistema Español de Información de Suelos, que se rige por el sistema de la Soil Taxonomy:

Entisol/Orthent/Xerorthen/Calcixerept-Haploxerept. Ocupan la totalidad del ámbito de estudio y de la isla. Son suelos con horizontes débilmente desarrollados; es el orden de suelos con más baja evolución. Su perfil es A+C, en algunas ocasiones existe B (pero sin que tenga el suficiente desarrollo como para poder ser horizonte diagnóstico).

6.1.1.2.5. *Riesgos geológicos*

El concepto de riesgo geológico se asocia a la probabilidad de que en una zona tengan lugar fenómenos del medio geológico que constituyan un peligro potencial para las personas o para los bienes.

- **Inundabilidad**

Las zonas inundables están directamente relacionadas con el curso de las distintas ramblas y barrancos que surcan el territorio, cuyo régimen es marcadamente torrencial.

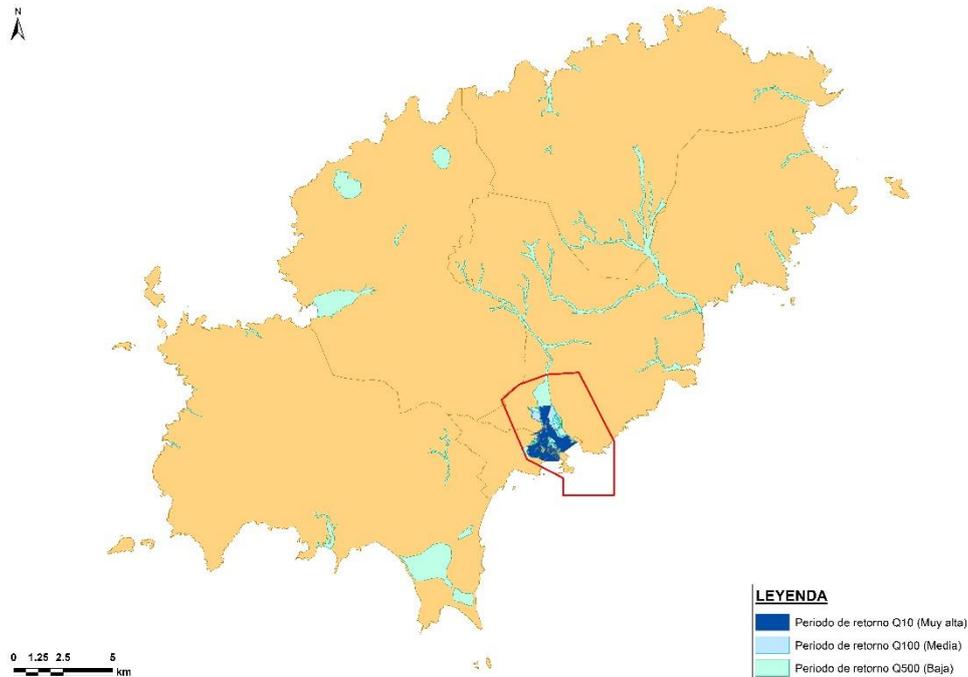
Las avenidas son fenómenos hidrológicos extremos sujetos tanto a la pluviometría de la zona como a la litología y geomorfología de la misma. Esta circunstancia es variable a lo largo del tiempo puesto que la acción antrópica ha modificado espacios históricamente identificados como zonas potencialmente inundables, provocando su reducción o desaparición, o bien generando nuevos emplazamientos afectados por este riesgo a causa de la ocupación urbanística de espacios situados en las llanuras de inundación.

Ibiza (Torrent)

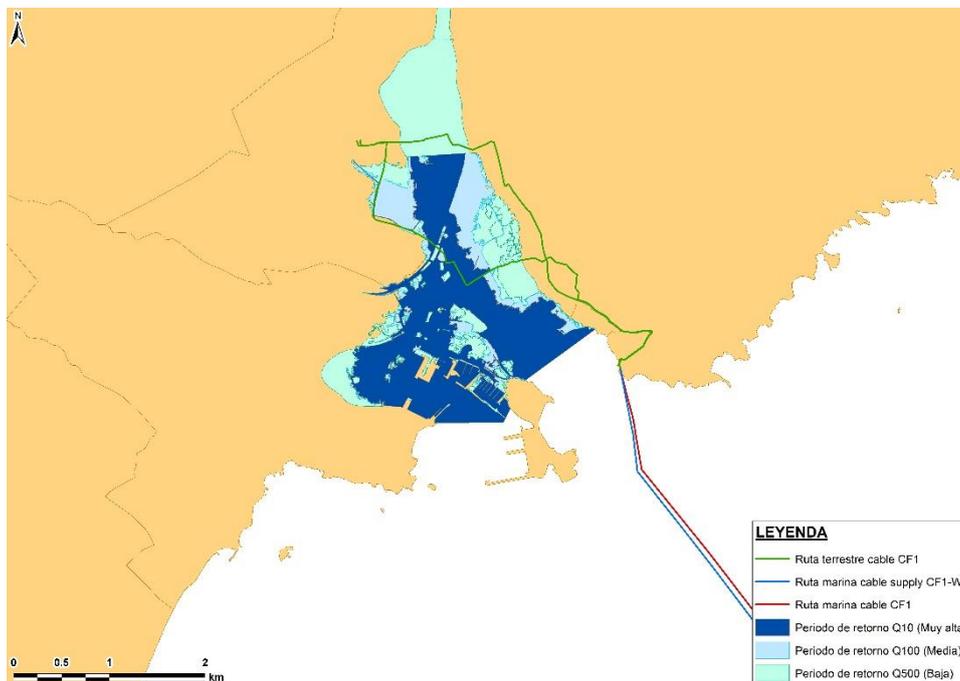
En el área de Torrent las zonas inundables coinciden con el puerto de Ibiza, puesto que se ubica en una llanura aluvial en la cual se produce una inundación masiva en tanto que se trata de un punto de cota baja. En este tipo de inundaciones en que la zona inundable coincide con un punto de desembocadura, las condiciones se pueden ver empeoradas por el hecho de que el nivel medio del mar suba al coincidir con una situación generalizada de bajas presiones.

El trazado del cable eléctrico discurrirá por el entorno del humedal costero Ses Feixes des Prat de ses Monges, zona inundable en periodos de retorno conocido inferiores a 50 años.

En el estudio titulado "Plan Especial Riesgo de Inundación" realizado para el Gobierno de les Illes Balears, se limita un área dentro de la zona de estudio la cual se clasifica como *zona de alto riesgo*. Esta área corresponde al norte de la ciudad de Ibiza (cuenca de Cala Talamanca) y abarca el sector norte del ámbito de estudio. En dicho estudio, también se definen las *zonas vulnerables* a la inundación, que en el caso del ámbito de estudio se localizan en la zona limitada por las urbanizaciones Can Bessó y Puig d'en Valls.



Fuente: Periodos de retorno de inundaciones, MAPAMA 2019.

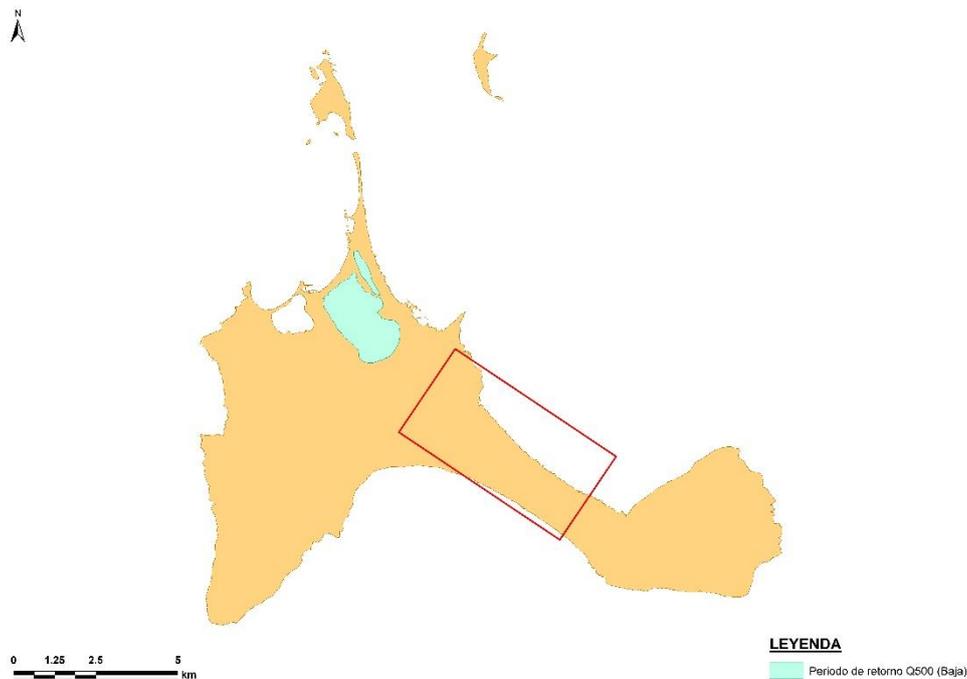


Fuente: Periodos de retorno de inundaciones, MAPAMA 2019.

Formentera

Según la información obtenida del Plan Insular de Ibiza y Formentera, el riesgo de inundabilidad aparece en distintos puntos del ámbito de estudio: a lo largo de la línea de la costa, en el islote de Espardell y en Espalmador y, finalmente, en el entorno de las salinas, el estanque Pudent y el des Peix. En el resto de la zona el riesgo de inundación es nulo debido a la gran porosidad del material calcáreo que facilita la infiltración del agua. Tal y como se observa en la figura siguiente,

en el área de estudio no se sitúa ninguna zona que hidrológicamente pueda ser susceptible de inundación.



Fuente: Periodos de retorno de inundaciones, MAPAMA 2019.

- Erosión

La problemática de la erosión viene determinada por la sinergia de las causas naturales (viento, litología, aguas de escorrentía, gravedad, etc.) y las causas antrópicas (explotación abusiva de los suelos para la agricultura, la deforestación, etc.) que han provocado que se sobrepase el umbral de equilibrio, de manera que se degrada el suelo a un ritmo mucho mayor del que se estima se ha invertido en su formación.

Ibiza (Torrent)

Según indica el Plan Territorial Insular de Ibiza y Formentera, el riesgo de erosión en la isla de Ibiza y, por extensión, dentro del ámbito de estudio, se localiza irregularmente en distintos puntos que responden a circunstancias diferentes. Por un lado es frecuente la aparición de fenómenos erosivos en las laderas de las sierras que circundan el ámbito de estudio (sierra de Ses Fontanelles, Serra Grossa y sierra Verda). El otro motivo de erosión se localiza en las proximidades de los torrentes que drenan la zona y que pueden producir descalzados de los materiales por la base y favorecer los desprendimientos.

Formentera

En términos generales, la erosión afecta principalmente a las zonas costeras de toda la isla de Formentera; las zonas rocosas y escarpadas (Punta Prima) son las que pueden dar lugar a desprendimientos con el consiguiente retroceso de los acantilados.

La estabilidad de las líneas de costa depende de la resistencia inherente de los materiales geológicos, y de su grado de exposición al oleaje, que a su vez depende de la morfología de la costa.

En toda la zona suroeste y sureste de la isla se produce un choque más violento de las olas lo que favorece la excavación de la roca, de forma que con el tiempo la parte alta pierde sustentación y se desmorona, produciendo así un acantilado.

Debido a la topografía eminentemente llana en buena parte del ámbito de estudio, el riesgo de erosión no es muy importante. El riesgo de erosión se encuentra principalmente en toda la línea de costa del sureste del ámbito de estudio: desde Es Pujols, pasando por Punta Prima hasta la playa de Tramuntana. También se encuentra afectada por la erosión Punta de Sa Pedrera, al oeste del ámbito de estudio, y toda la línea de costa del islote de S'Espardell.

- Movimientos de ladera

Entre los procesos geodinámicos que afectan a la superficie terrestre, los movimientos de ladera se encuentran entre los más extendidos. Estos movimientos, que pueden definirse como movimientos gravitacionales de masas de suelos y/o rocas que afectan a las laderas naturales, están asociados a la acción de la gravedad y al debilitamiento progresivo de los materiales (básicamente a través de su meteorización).

La delimitación de Áreas de Protección de Riesgos (A.P.R.) del Pla Territorial de Mallorca (ver planos) localiza las zonas con riesgo de deslizamiento en las zonas montañosas de la isla, notablemente en la sierra de Tramuntana. Aunque el riesgo cartografiado sea únicamente el de deslizamiento, la bibliografía científica existente (por ejemplo Mateos y Azañón (2005)¹) señala la importancia no solo de los deslizamientos sino de los movimientos de ladera en general en la sierra de Tramuntana, especialmente en el caso de desprendimientos rocosos y en el de movimientos en suelos (procesos que se han dado en períodos históricos).

En los ámbitos de estudio de Ibiza (Torrent) y Formentera no tienen lugar movimientos de ladera.

- Geotecnia

Ibiza (Torrent)

El estudio de comportamiento geotécnico se ha establecido a partir del Mapa Geotécnico General 1:200.000 de Ibiza, así como de la información consultada del Plan Insular de Ibiza y Formentera, estableciéndose las siguientes zonas en el ámbito de estudio:

1. Zona cubierta por materiales mesozoicos, de naturaleza arcillosa, margosa y carbonatada. Materiales permeables, tanto por figuración como por karstificación, exceptuándose en aquellos puntos con calizas kimmeridgienses. Su drenaje se realiza fundamentalmente por infiltración y su capacidad de carga es alta, aunque en las zonas con mayor grado de diaclasado y karstificación disminuye sensiblemente. El riesgo más frecuente está relacionado con la posibilidad de hundimiento y caída de bloques en áreas fracturadas y karstificadas.

Esta zona corresponde al sector oeste del ámbito de estudio, coincidiendo con la sierra formada por los cerros d'en Palau y d'en Negre.

2. Zona que incluye los depósitos cuaternarios, de naturaleza detrítica, génesis variada, y gran representación superficial:
 - **Subzona II.** Constituida por depósitos poligénicos y de gravedad, correspondientes a coluviales, glacis, conos de deyección y aluviales –coluviales. Esta área corresponde a la limitada por la ciudad de Ibiza y la zona montañosa de los cerros d'En Palau y d'en Negre.

¹ Mateos, R.M. y Azañón, J.M. (2005): Los movimientos de ladera en la Sierra de Tramontana de la Isla de Mallorca: tipos, características y factores desencadenantes. Revista de la Sociedad Geológica de España, 18 (1-2): 87-97.

Su permeabilidad es muy variable y el drenaje se efectúa tanto por infiltración como por escorrentía superficial. Su capacidad de carga varía entre media, para los materiales más consolidados, y baja para los arcillosos. Los riesgos geotécnicos están relacionados con la posibilidad de asientos diferenciales, baja compacidad y presencia de un nivel freático alto que puede dar lugar a problemas de agotamiento en zanjas y excavaciones.

- **Subzona III.** En ella se engloban depósitos de albuferas, facies distales de conos de deyección y fondos endorreicos, de naturaleza limo-arcillosa. Esta subzona se corresponde a las áreas urbanizadas del núcleo de Ibiza y de su entorno más inmediato.

Su grado de permeabilidad es bajo. Son perfectamente excavables y poseen una capacidad de carga baja. Los riesgos geotécnicos están en relación con la posibilidad de asientos diferenciales en cimentaciones superficiales y de encharcamiento.

- **Subzona V.** Esta área se encuentra en el entorno del puerto de Ibiza, cerca de la cala de Talamanca. La conforman un conjunto de areniscas finas de playas y dunas antiguas. Son materiales permeables cuyo drenaje se realiza por infiltración. Presentan una capacidad de carga elevada sin posibilidad de asientos y admiten taludes fuertes. Existe la posibilidad de desprendimiento en zonas escarpadas a favor de planos de fracturación.
- **Subzona VI.** Corresponde a un conjunto de depósitos antrópicos de naturaleza litológica variada condicionados por el hombre para ser asiento de edificaciones, construcciones viarias e instalaciones portuarias, como en el caso de estudio que corresponde a la estructura del puerto de Ibiza.

En general, los terrenos presentan una capacidad portante alta, sin posibilidad de asientos. Los riesgos geotécnicos más importantes son inherentes a la propia dinámica litoral y a la posibilidad de inundación.

Formentera

El estudio de comportamiento geotécnico se ha establecido a partir del Mapa Geotécnico General 1:200.000 de Ibiza.

Se describen de forma sintética las características geotécnicas principales de los materiales aflorantes de la isla de Formentera. Se han diferenciado 3 Áreas de características y comportamiento geotécnico diferente:

- **Área II₁.** Formas de relieve abruptas, formadas por calizas del Mioceno Superior, subhorizontales en capas de 0,8 a 1 m de potencia. Se distribuyen en las zonas escarpadas (generalmente acantilados) de la isla de Formentera. Respecto al ámbito de estudio, corresponde al tramo comprendido entre Sa Punta Prima hasta la playa des Carnatge, al SE del ámbito de estudio.

Son materiales permeables con circulación de agua ligadas a diaclasas y fracturas. Drenaje superficial bueno y acuífero poco importante.

El relieve es muy abrupto, con pendientes superiores al 30%.

La capacidad de carga de los materiales es alta y la posibilidad de que se produzcan asientos es prácticamente nula.

- **Área II₂.** Formas de relieve plana (ondulada), constituida por materiales cuaternarios que recubren con potencia variable las calizas miocenas.

Son conglomerados de origen eluvio-coluvial sobre los que se dispone una costra calcárea que rara vez supera los 40 cm de potencia.

Los materiales son permeables, con buen drenaje superficial por escorrentía y/o infiltración. Hay una escasa posibilidad de encontrar acuíferos.

Es un área completamente llana, sus pendientes no alcanzan nunca el 7%.

Se consideran los materiales de esta área con capacidad de carga alta y la posibilidad de que se produzcan asientos es muy escasa.

Dentro del ámbito de estudio, corresponde al área limitada por el Estany des Peix y el núcleo de Sant Francesc de Formentera.

- **Área II₃**. Formas de relieve plana (onduladas), formadas por depósitos cuaternarios que recubren con más o menos potencia a las calizas miocenas y de litología muy variada.

Se puede considerar el área como permeable o semipermeable, con una percolación natural importante. La posibilidad de encontrar acuíferos es prácticamente nula. Es un área completamente llana, sin ningún signo de inestabilidad.

Se consideran los materiales de esta área con capacidad de carga media y cabe la posibilidad de que se produzcan en ellos asientos de magnitud media.

Corresponde a prácticamente todo el ámbito de estudio.

6.1.1.3. Hidrología

6.1.1.3.1. Marco general

La circulación superficial de aguas de las Islas Baleares está determinada por los factores climáticos y geomorfológicos, además de la acción humana.

Las peculiaridades morfológicas de la isla de Ibiza favorecen la presencia de áreas endorreicas y espacios lacustres. El régimen de precipitaciones controla el régimen fluvial isleño con casi ausencia de cursos permanentes. La acción humana ha sacado provecho y ha modificado la escorrentía superficial.

6.1.1.3.2. Red hidrográfica

Ibiza (Torrent)

Hidrología superficial

La hidrología superficial de la zona de estudio, como la del resto de la isla de Ibiza, se distingue por la ausencia de cauces permanentes, debido al reducido tamaño de las cuencas hidrográficas, a las irregularidades de las precipitaciones y a las características hidrogeológicas del terreno. La mayoría de los cauces permanecen secos buena parte del año, exceptuándose aquellos que reciben precipitaciones torrenciales o aportaciones de manantiales en períodos húmedos.

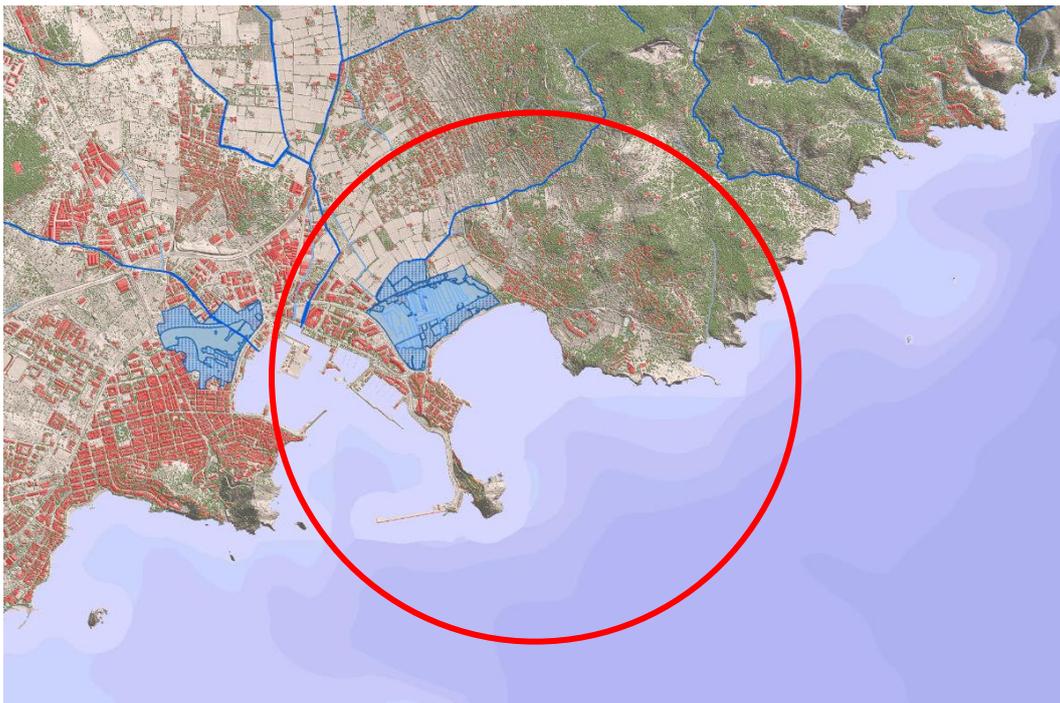
La red hidrográfica de la zona se compone de pequeños torrentes con un régimen irregular, caracterizado por la ausencia de caudales en verano y avenidas inesperadas motivadas por los temporales de lluvia más intensos. Cabe destacar los torrentes de Buscatell y el río de Santa Eulària, que reciben aportaciones subterráneas mediante fuentes.

En términos hidrológicos, la isla de Ibiza se divide en dos grandes vertientes (ver figura) que se encuentran separadas por la línea de alturas, desde las sierras de Sant Josep hasta as Aments: Vertiente de Xaloc, la más amplia en la cual desembocan los cursos de agua más importantes de la isla; Vertiente de Mestral donde únicamente desembocan cursos, a excepción del torrente des Busastell.



Fuente: Visor general IDEIB.

Por la zona de estudio transcurre el torrente de “Fornàs”, el cual pierde recorrido al topar con la carretera C-733. Lo mismo le ocurre al torrente “D’en Capità” y al de ses Vinyes. Al penetrar en superficie urbana es difícil saber cuáles son su tramos últimos antes de desembocar al mar.



Fuente: Servicio WMS Hidrología 1.3.0 en ideib.caib.es. y elaboración propia.

Hidrología subterránea

Según la información consultada en el “Atlas de les Illes Balears”, la isla de Ibiza presenta una circulación de aguas subterráneas muy complejas con numerosas unidades acuíferas. Los

acuíferos pueden ser granulares o fisulares. También existen áreas formadas por materiales impermeables por lo que la circulación subterránea y la infiltración son escasas.

El área en estudio se sitúa en una zona de acuíferos granulares. Este tipo de acuíferos se caracterizan por los espacios entre los gránulos de las rocas, puesto que el agua se almacena y circula muy lentamente. Son acuíferos bastante homogéneos formados por conglomerados y areniscas.

En el caso de los acuíferos fisurales, se trata de acuíferos formados por rocas carbonatadas en el cual el agua circula a importantes velocidades. Al contrario de los granulares, son acuíferos heterogéneos con zonas totalmente secas y otras con agua.

Formentera

En la isla de Formentera no existen cursos de agua permanente debido fundamentalmente a la escasez e irregularidad de las precipitaciones, así como a las características hidrogeológicas del terreno, que en general presenta una permeabilidad elevada y una gran proliferación de dolinas de reducidas dimensiones. Tan sólo es digno de mención el torrente de Cala Saona, que discurre por el sector occidental, fuera del ámbito de estudio, con carácter intermitente.



Fuente: Visor general IDEIB.

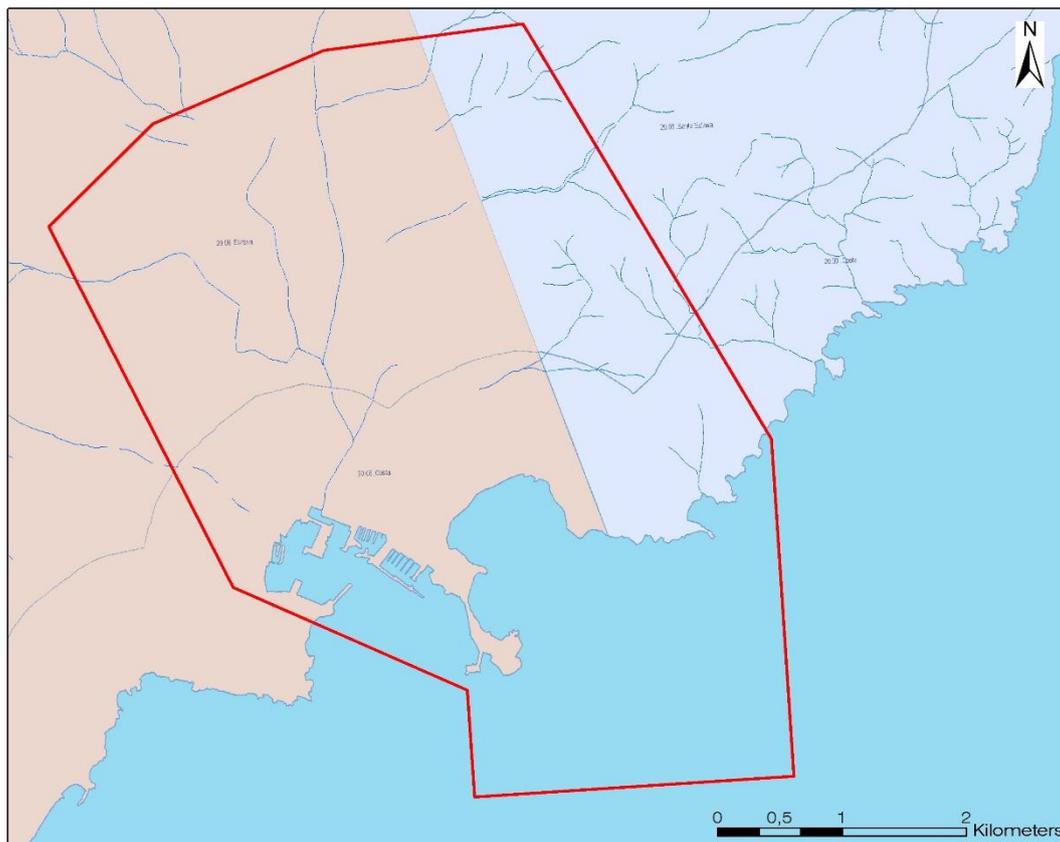
Sin duda alguna, la presencia del Estany de Pudent es uno de los rasgos hidrográficos principales de Formentera, presencia justificada por su conexión subterránea con el mar y no por un balance hídrico superficial favorable, como se desprende de las escasas precipitaciones y de la elevada evaporación de la zona, denunciada por las salinas d'en Ferrer y d'en Marroig. En el caso del Estany des Peix, de menor envergadura, su conexión con el mar se realiza superficialmente a través del paso de Sa Boca.

6.1.1.3.3. Hidrogeología

Ibiza (Torrent)

La zona de estudio de Torrent se localiza en las unidades hidrológicas “Ibiza” y “Santa Eulària des Riu” según el Mapa geológico de España a escala 1:25.000.

La unidad abarca dos Áreas Naturales de Interés Especial: “Serra de ses Fontanelles-Serra Grossa” y “Cala Condal”; también abarca la Reserva natural de “Salines de Ibiza, les Illes des Freus y Salines des Freixes” y la reserva natural que es Área Natural de Especial Interés “Ses Salines”. Esta unidad también engloba el humedal RAMSAR “Salines de Ibiza y Formentera” que a su vez es L.I.C. (ES0000084).



Fuente: Servicio WMS Hidrología 1.3.0 en ideib.caib.es.

- **Ibiza (20.06)**. Color rosa en la imagen. Superficie de 125,48 km² que comprende los municipios de Ibiza, Sant Antoni Abad, Sant Josep y Santa Eulària des Riu.

Dos acuíferos configuran la unidad:

Acuífero carbonatado jurásico. Integrado por el tramo dolomítico del Lías y la ritmita calcárea kimmeridgiense. Se trata de una unidad estructurada a modo de anticlinal volcado e intensamente distorsionado, constituyendo una lámina que se sumerge bajo los depósitos cretácicos y cuaternarios, configurando en un conjunto amplio y apretado sinclinatorio. Su base se dispone sobre los niveles margosos de baja permeabilidad del Cretácico inferior y Mioceno y, ocasionalmente sobre las arcillas y yesos de las facies keuper. Por la estructuración de la región, el acuífero se encuentra compartimentado en diversas subunidades, pudiendo aparecer con

carácter libre o confinado. Su espesor puede alcanzar los 300 m. El nivel se encuentra a unos 200 m de profundidad.

Acuífero detrítico cuaternario. Tiene gran capacidad de afloramiento pero una capacidad de almacenamiento inferior al estar formado por depósitos detríticos cuya permeabilidad por porosidad intergranular varía en función del contenido arcilloso. Es de tipo libre y el nivel se encuentra entre los 5 y 10 m de profundidad.

La recarga de los acuíferos se efectúa por infiltración del agua de lluvia, sin olvidar su conexión con el mar en las zonas costeras. También existen trasvases subterráneos entre los acuíferos. En cuanto a las extracciones, éstas se pueden efectuarse a través de pozos, especialmente intensas en las zonas turísticas, cuyo efecto inmediato es la intrusión de agua marina con el consiguiente fenómeno de salinización.

La calidad de las aguas es deficiente con puntos de contaminación: en los llanos de Ibiza y Sierra Grossa por intrusión marina y en los llanos de Ibiza por nitratos provenientes de la agricultura.

- Santa Eulària (20.03). *Color azul claro en la imagen.* Presenta una superficie de 128,23 km² que comprende los municipios de Sant Antoni Abad, Sant Joan Bautista y Santa Eulària des Rius, así como cuatro Áreas Naturales de Interés Especial (A.N.E.I.): “Àrees naturals dels Amunts d’Ibiza”, “Puig d’en Bastea al Puig d’en Mussons”, “Puig de Mussona y Puig de s’Eixeró” y “Cap Llibrell”.

Dos acuíferos configuran la unidad, uno recibe el nombre de Santa Eulària. Los acuíferos son de tipo mixto, de espesor máxima de 200 m y están formados por dolomías del Jurásico-Triásico. La recarga de los mismo es por agua de lluvia directa, lateral y por retorno mientras que la descarga es por bombeo y por drenaje al mar.

Por causas naturales se produce contaminación de los acuíferos por la presencia de materiales salinos como el sulfato. Al sur de la unidad se produce una contaminación por la cantidad de cloruro por intrusión marina.

Formentera

El Plan Hidrológico de las Islas Baleares define una unidad hidrogeológica para la isla de Formentera:

Unidad de Formentera (21.01)

El reducido espesor y la elevada permeabilidad del acuífero cuaternario hacen que se pueda considerar conjuntamente con el acuífero Torteniense, sobre el que se dispone en la mayor parte de los casos. Posee carácter libre y su recarga se efectúa por infiltración directa del agua de lluvia, descargándose al mar.

6.1.1.3.4. Humedales existentes

Ibiza (Torrent)

La isla de Ibiza presenta una gran área húmeda litoral: la de ses Salines, que abarcan gran parte del extremo meridional de la isla. En los alrededores de la ciudad de Ibiza existen restos de una importante zona húmeda, ses Feixes, actualmente casi toda ella urbanizada.

En cumplimiento de los artículos 276 y 277 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico y en el desarrollo de los artículos 63.5 y 84 (programa 10) del Plan Hidrológico de las Illes Balears, el

Gobierno de les Illes Balears ha elabora el “Documento técnico de delimitación, caracterización, clasificación e inventario de zonas húmedas de Baleares”.

La memoria del Plan Hidrológico de les Illes Balears recoge el inventario y la tipificación realizada por el Govern Balear en 1991 en cuanto a zonas húmedas. En el caso de Ibiza, se localiza únicamente “Salines d’Ibiza” cuya figura de protección es Área Natural de Especial Interés. No se incluye en el ámbito de estudio.

La clasificación de las zonas húmedas en las Baleares, tal y como se recoge en el documento es: Humedales; Balsas temporales de interés científico; Masas de agua cárstica; y Zonas húmedas artificiales.

En el ámbito de estudio se localiza el humedal de ses Feixes. Se sitúa en suelo urbano, cerca del puerto de Ibiza. Se entiende por humedales como “aquellos ecosistemas o unidades funcionales de paisaje que, no siendo ni un río, ni un lago, ni el medio marino, constituyen en el espacio y en el tiempo, una anomalía hídrica positiva respecto a su entorno más seco, siempre que tengan todos o algunos de los siguientes atributos: inundación a saturación permanente o estacional, vegetación higrófila, al menos periódicamente, y suelos hidromorfos” (Montes et.al., 1995).

El humedal Ses Feixes esta constituido por terrenos mesozoicos estructurados por cabalgamientos y fallas inversas y posteriormente, en la fase distensiva, por fallas normales. La variedad litológica entre los tramos dolomíticos y calcáreos permeables, y los margosos impermeables junto a la complejidad estructural, compartimenta el conjunto en numerosas masas, dando lugar a un funcionamiento hidrogeológico complejo, con flujos difusos en los contactos litológicos o concentrados en surgencias cársticas.

No se prevé la construcción de ningún embalse en el ámbito de estudio.

Formentera

En Formentera existen 4 humedales, todos ellos dentro de nuestro ámbito de estudio y pertenecientes al Parque Natural de Ses Salines d’Ibiza i Formentera, los cuales son:

Estany des Peix y Estany de Pudent, con 111 y 408 ha respectivamente, este último declarado como Reserva Natural.

Humedal de Salines de Formentera, con 45 ha de superficie y por último la balsa natural de S’Estanyol, con 7 ha de superficie, en la isla de S’Espalmador, famosa por sus baños de barro, también declarado como Reserva Natural.

6.1.2. ÁMBITO MARINO

6.1.2.1. Estudio batimétrico

El estudio en detalle de la batimetría del ámbito de estudio (Ibiza y Formentera) se ha llevado a cabo mediante la técnica de levantamiento batimétrico con multihaz de la casa R2Sonic modelo 2024, que con sus 256 haces enfocados de alta precisión genera un modelo del terreno de alta resolución. La metodología específica utilizada para la obtención del modelo digital del terreno del área de estudio se describe en el anejo IV de “Metodología de los trabajos marinos”.

La técnica empleada asegura una cobertura total del área de estudio por la ecosonda multihaz, permitiendo la localización de distintas morfologías de fondo, tales como cambios de pendientes, surcos erosivos, elevaciones del terreno, etc., junto a estructuras de origen antrópico como emisarios, pecios, estaciones subacuáticas, etc.

Ibiza

En el plano de “Hipsometría y batimetría” adjunto a la presente memoria se puede observar el modelo 3D obtenido a partir de los datos adquiridos con la sonda multihaz durante las campañas oceanográficas y posteriormente editados para la eliminación de errores y para el enlace altimétrico y planimétrico. Además, a partir del modelo digital del terreno, se han obtenido las isobatas de profundidad (cada 1 m), también representadas en el mismo mapa.

Los fondos marinos de Ibiza alcanzan una profundidad máxima de -61.43 m en la zona SE del ámbito de estudio y se caracterizan por pendientes en general acusadas en la franja costera y suaves a partir del veril de -20 m.

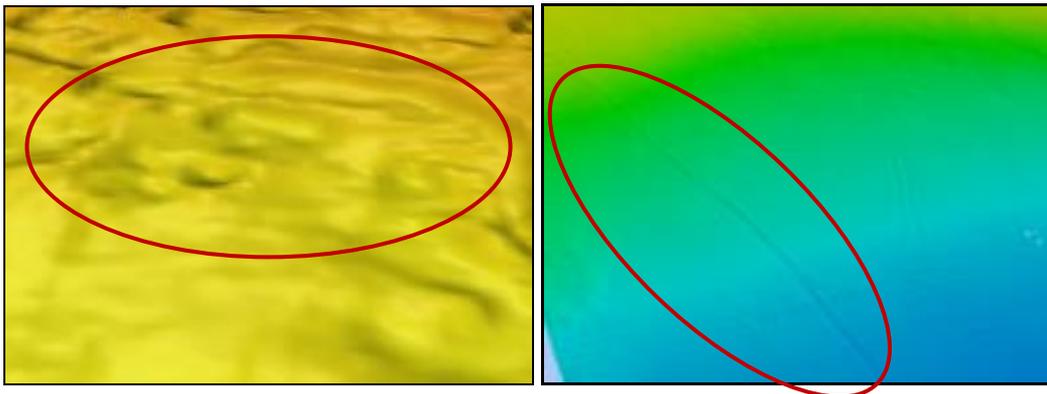
En particular, hasta la batimétrica de -10 m aproximadamente, el lecho marino presenta una orografía más bien irregular debido a su morfología rocosa. En esta misma zona, tal y como se puede observar en el modelo de pendientes, el fondo marino se caracteriza por pendientes entre el 5 y 10%, con máximos registrados alrededor de Punta Grossa (valores mayores al 50%).

A partir de 20 m de profundidad, el lecho marino es más regular, caracterizándose por pendientes entre 2 y 5%. En este tramo las isobatas siguen un patrón regular y la forma cóncava de cala Talamanca.

Por último, a partir de la cota de -40 m, la orografía de los fondos marinos es muy suave y regular. En este tramo de la zona de estudio, las pendientes presentan valores inferiores al 2% (ver mapa de pendientes 6.1).

Mediante las prospecciones realizadas se han detectado dos elementos destacados en la zona de estudio: por un lado, los fondos marinos colonizados por praderas de *Posidonia oceanica* localizados en el sector E de cala Talamanca, y por otro lado el emisario de la EDAR de Ibiza, ubicado en el área W de la misma cala.

En las figuras que se presentan a continuación, se pueden apreciar las imágenes 3D de estos dos elementos obtenidos a partir de los datos adquiridos durante las prospecciones realizadas.



*Imagen 3D de las praderas de *Posidonia oceanica* (izquierda) y del emisario de la EDAR de Ibiza (derecha) obtenidas mediante los datos adquiridos en la campaña oceanográfica.*

Formentera

En general, tal y como se ha observado en Ibiza, también en la zona de estudio de Formentera la franja costera muestra una orografía irregular y unas pendientes acusadas debido a la morfología rocosa de los fondos, mientras que a mayores profundidades el lecho marino presenta un patrón más uniforme y pendientes inferiores al 2%. En los planos 5.2 “Hipsometría y batimetría” y 6.2 “Pendientes” adjuntos a la presente memoria se puede apreciar los modelos 3D y las pendientes, resultado de los trabajos de campo como de la información bibliográfica obtenida para la zona de estudio.

Como se puede observar en el trabajo de campo, en el sector E del ámbito se alcanzan profundidades máximas alrededor de 50 m, registradas al sur de l'Illa s'Espardell.

En cuanto a las pendientes, en esta misma área los valores más elevados se observan en las proximidades de la franja costera, en particular en correspondencia de s'Espardell, donde se alcanzan pendientes mayores del 50% al NE de la isla. El perfil costero abrupto de esta isla se debe a la morfología mayoritariamente rocosa de sus fondos marinos.

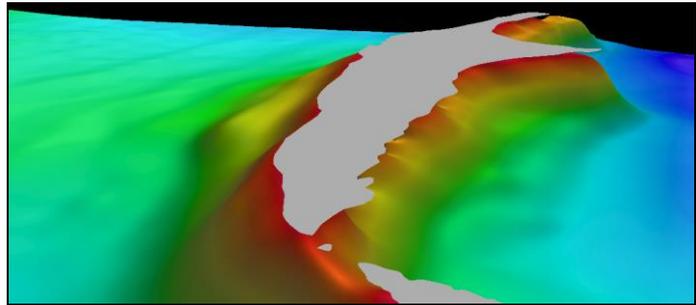


Imagen 3D de la franja costera de s'Espardell.

En la imagen 3D se puede apreciar este tramo costero de s'Espardell.

Otra zona caracterizada por pendientes elevadas (entre 10 y 25%) se localiza a 15 m de profundidad a lo largo del sector E del ámbito de estudio. En esta área se destaca la presencia de un afloramiento rocoso que discurre paralelamente a la línea de costa y que alcanza una elevación máxima de 9 m frente a la isla de s'Espalmador.

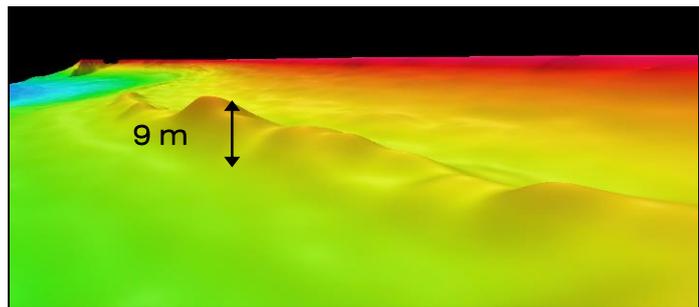


Imagen 3D del afloramiento rocoso ubicado en el sector E del ámbito de estudio.

En la imagen 3D se muestra un detalle de este afloramiento rocoso localizado frente a s'Espalmador.

El sector W de la zona de estudio alcanza profundidades mayores respecto al sector E, de hasta -60 m, y presenta en general un perfil más suave, sobre todo en el tramo costero entre el S de s'Espalmador y punta de sa Pedrera. A lo largo de esta franja costera, los fondos marinos, de morfología irregular, alcanzan los 15 m de profundidad a unos 1500 m de la línea de costa.

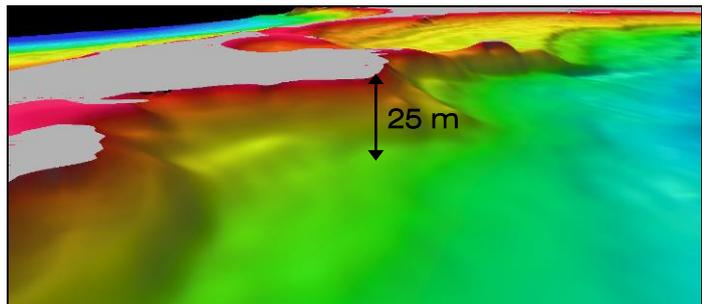


Imagen 3D de la costa W de s'Espalmador.

Por otro lado, las franjas costera ubicadas al W de la isla de s'Espalmador y al S de punta sa Pedrera presentan un perfil muy abrupto, con pendientes mayores del 50%. En las imágenes se puede apreciar el perfil abrupto de estos tramos costeros.

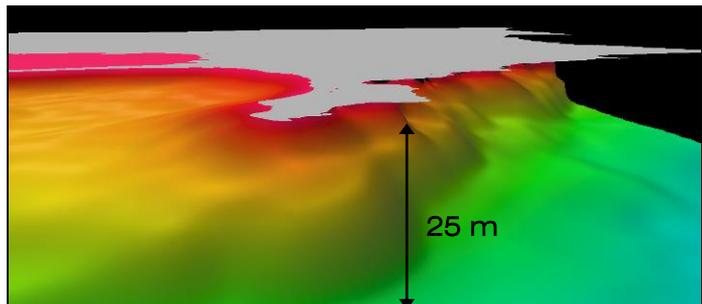


Imagen 3D de la franja costera ubicada al S de punta sa Pedrera.

6.1.2.2. Estudio geofísico

6.1.2.2.1. Resultados e interpretación de los resultados del SIDE SCAN SONAR

Una vez revisados los registros obtenidos por el sonar de barrido lateral, se procedió al análisis de la zona de estudio y a la realización de un mosaico digital en formato fotográfico del fondo marino a lo largo del ámbito de estudio.

La construcción del mosaico se realizó a partir de los datos digitales obtenidos en campo. Los datos fueron procesados en conjunto disponiendo de varias líneas de prospección georreferenciadas en un mismo plano con un solape determinado entre ellas. En el procesado se aplicaron las correcciones pertinentes, detalladas en el anejo IV de “Metodología de los trabajos marinos”.

Para la interpretación del mosaico se consideró la intensidad de retrodifusión, que consiste en el análisis de la intensidad de la señal que vuelve al receptor (Rays out) después de su interacción con el fondo marino y la comparación de la misma respecto a la señal emitida por el equipo (Ray in).

La intensidad de la señal de retrodifusión da información de la rugosidad del fondo marino. En el caso en estudio, la intensidad de la señal recibida es directamente proporcional al grado de rugosidad. Por este motivo, cuando se recibe una señal de elevada intensidad se visualiza un tipo de fondo más bien rugoso e irregular, como por ejemplo ocurre para fondos rocosos o fondos vegetados, mientras que intensidades más débiles se representan a través de imágenes del lecho marino más planas, lisas y regulares, como por ejemplo se obtienen en el caso de fondos detríticos sin cobertura vegetal.

Los resultados de la interpretación del mosaico se han plasmado en los planos 4.1 - Geología marina-Morfológico (Ibiza) y 4.2 - Geología marina-Morfológico (Formentera), adjuntos a esta memoria.

El análisis sonográfico se ha centrado en caracterizar de forma genérica los principales tipos de fondo que se identifican a nivel superficial, enfocando la interpretación con especial interés en los tipos de fondo que pueden ser ocupados por comunidades biológicas marinas de tipo bentónico. Se han diferenciado entre fondos sedimentarios (vegetados y no vegetados) y rocosos. Además, se aporta información sobre cualquier tipo de característica relacionada con rasgos u objetos de origen antrópico identificados durante la interpretación (obstrucciones, objetos sin identificar, emisarios, etc.).

Para esta interpretación se ha utilizado, además del registro del sonar, la información gráfica (vídeos y fotos) y la procedente de los muestreos de sedimento superficial obtenidos a partir de la caracterización granulométrica. En general, siguiendo la metodología indicada en los párrafos anteriores, en el ámbito de estudio (tanto en Ibiza como en Formentera) se han diferenciado 4 patrones de intensidad de retrodifusión correspondientes a 4 tipologías de fondo representados en los planos geomorfológico (4.1 y 4.2):

1. Fondos rocosos
2. Fondos con cobertura vegetal
3. Fondos sedimentarios sin cobertura vegetal:
4. Otros rasgos morfológicos identificados con el sonar

En los párrafos que se presentan a continuación se describe cada una de estas tipologías de fondo y se presentan las imágenes del sonar correspondientes, en las cuales la parte central de color negro corresponde a la columna de agua existente entre el sonar y el fondo marino (desde que se emite la señal desde el sonar hasta llegar al fondo marino).

Ibiza

En esta zona, el análisis de los sonogramas obtenidos permite diferenciar 7 patrones de intensidad de retrodifusión (7 tipos de fondo).

Fondos rocosos

Esta tipología de sustrato se ha identificado en la zona más somera del ámbito de estudio: por un lado en el sector NW entre punta Tabertera y punta Grossa; y por otro lado, en el sector NE entre punta de s'Andreu y el límite E del área de estudio. Además, entre la batimétrica de -15 y -25 m frente a cap Martinet se ha detectado una zona rocosa similar.

En cuanto a los datos obtenidos mediante el sónar, el sustrato rocoso presenta un registro acústico heterogéneo, con unos contornos bien definidos. La intensidad de retrodifusión es muy elevada debido al grado de consolidación del fondo y a las irregularidades morfológicas del mismo.

En las imágenes que se presentan a continuación se puede apreciar el registro acústico obtenido para los fondos rocosos y una fotografía de esta tipología de lecho marino presente en la Cala de Talamanca.



Fondos rocosos. Registro del sónar (izquierda) e imagen de vídeo (derecha).

Fondos con cobertura vegetal

Fondo compacto no rocoso

Este fondo se ha identificado tanto en la zona central de la bahía de Talamanca como en el sector NE del ámbito de estudio, a partir de cap Martinet. En particular, el lecho marino presenta esta morfología en la franja costera hasta la cota de -15 m aproximadamente.

Esta tipología de fondo se compone principalmente de praderas de *Posidonia oceanica* sobre sustrato muy compacto, posiblemente producido por la propia planta a partir de sus restos que se van acumulando y compactando juntamente con arenas, creando así éste característico fondo compacto biogénico con algunas formas que parecen costras.



Fondo compacto no rocoso. Registro del sónar (izquierda) e imagen de vídeo (derecha).

Fanerógamas marinas

Este tipo de fondo se distribuye a lo largo de toda la zona de estudio hasta la batimétrica de -35 m. La densidad de las praderas y porcentaje de recubrimiento, varía en función tanto de la profundidad como de la tipología del fondo.

Para esta tipología de sustrato la intensidad de rugosidad es muy uniforme y marcada, lo que hace que se pueda delimitar con notable precisión.



Fanerógamas marinas. Registro del sónar (izquierda) e imagen de vídeo (derecha).

Arenas medias y finas vegetadas

Este tipo de fondo se encuentra solo en el límite NE de la zona de estudio, entre las cotas -9 m y -20 m. La vegetación observada sobre este tipo de fondo se distribuye en clapas y está compuesta principalmente por *Cymodocea nodosa*.

Fondos sedimentarios sin cobertura vegetal

En los registros del sonar se identifican estos tipos de fondo normalmente por una baja intensidad de la señal y por un grado de reflectividad relativamente homogéneo (en el caso de no presentar estructura sedimentarias relacionadas con las corrientes como pueden ser los “ripples”), que dan

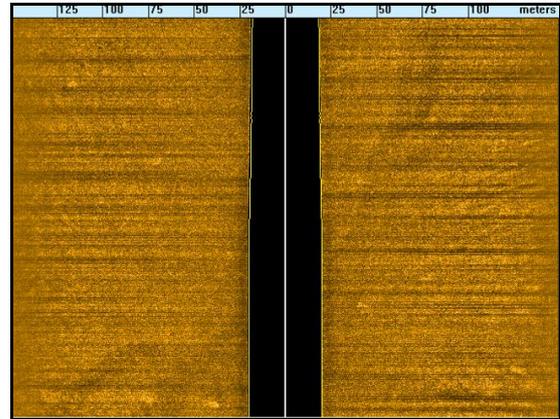
lugar a un nivel acústico continuo a nivel superficial y a una imagen del mosaico bastante homogénea.

En los tipos de fondos sedimentarios sin cobertura vegetal se pueden distinguir diferentes geomorfologías. En particular, en el ámbito de estudio de Ibiza se han observado tres tipos de fondos en relación a las características granulométricas de los mismos: arenas gruesas, arenas medias y finas no vegetadas y arenas finas y muy finas con bioclastos.

Arenas gruesas

Las arenas de granulometría gruesa se localizan entre las batimétricas de -25 y -40 m, distribuyéndose principalmente en dos zonas: una ubicada frente a punta Grossa y otra en el límite SE de la pradera de *Posidonia oceanica*.

El registro acústico de este tipo de sustrato es muy uniforme y se caracteriza por una baja reflectividad.

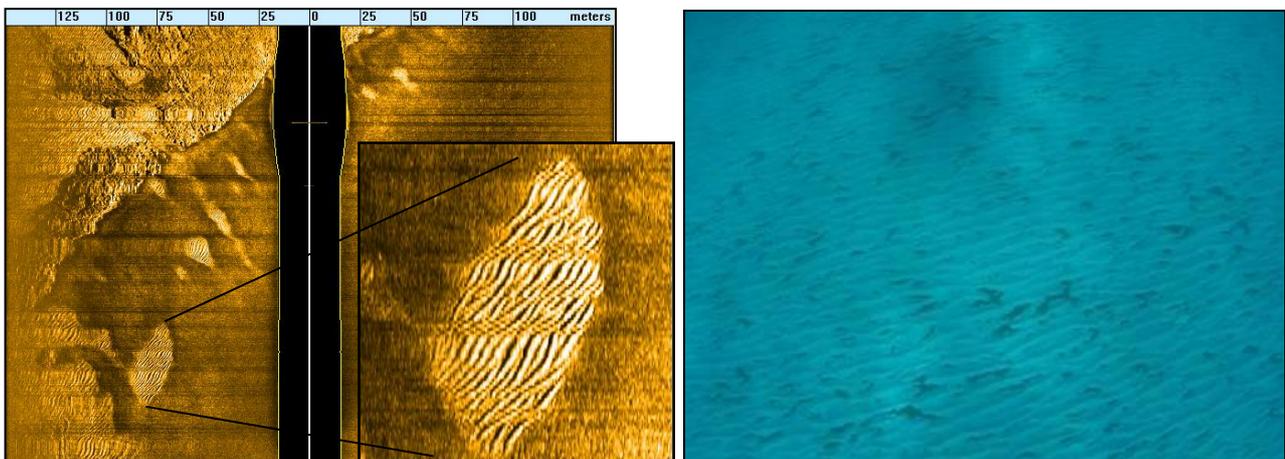


Arenas gruesas. Registro del sónar.

Arenas medias y finas no vegetadas

La distribución de los fondos de arenas medias y finas no vegetadas a lo largo del ámbito de estudio es muy variada, localizándose tanto en las zonas someras como en áreas más profundas. En particular, hasta la batimétrica de -35 m, esta tipología de sustrato se intercala a las áreas colonizadas por praderas de fanerógamas marinas.

Este tipo de fondo se caracteriza a menudo por la presencia de morfologías dinámicas: los “ripples”, que suelen aparecer sobre fondos dinámicos blandos. Estas particulares morfologías presentan una altura generalmente inferior a 0,5 m, pueden ser simétricos o asimétricos y suelen caracterizarse por la ausencia de vegetación.



Fondos de arenas medias y finas no vegetadas. Registro del sónar (izquierda) e imagen de vídeo (derecha). En detalle el registro del sónar obtenido en una zona de ripples.

Arenas finas y muy finas con bioclastos

Este tipo de fondo se localiza a cotas profundas, a partir de -32 m hacia mar adentro, y se encuentra intercalado por zonas de arenas medias y finas no vegetadas.

Las diferencias entre las varias tipologías de sustratos blandos (arenas: gruesas, medias, finas, detríticos, con o sin bioclastos) no son determinables solamente mediante el registro del sonar de barrido lateral; en este caso se determina el tipo y medida de grano a partir de muestras de sedimento recogidas “in situ” y/o a través de filmaciones de los fondos marinos.

Otros rasgos morfológicos

A partir de las prospecciones realizadas mediante el sónar se ha identificado la presencia de varios elementos antrópicos submarinos, entre los cuales destaca el emisario submarino de la EDAR de Ibiza ubicado en el sector oeste de Cala Talamanca y el nuevo emisario de la EDAR de Ibiza situado en el extremo sur de Punta Grossa, construido en 2016.

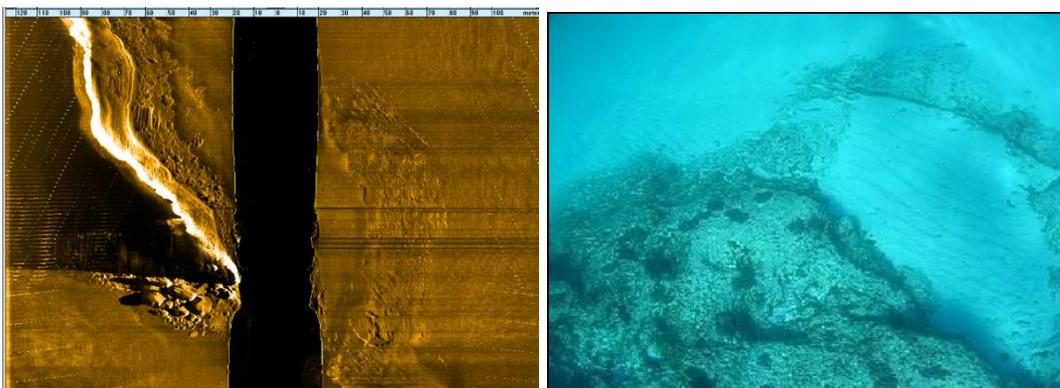
Formentera

En el ámbito de estudio de Formentera, a partir de la interpretación del sonograma, se han identificado 4 tipologías de fondos marinos, que se describen en los párrafos siguientes.

Fondos rocosos

En general, en el registro obtenido a partir de las prospecciones realizadas en la zona de estudio se pueden distinguir dos geomorfologías de fondo rocoso: por un lado pequeños bloques dispersos (afloramientos rocosos y pequeñas montañas submarinas) y por el otro lado el contorno de la zona costera.

Esta tipología de fondo corresponde mayoritariamente a la franja costera del ámbito de estudio. Los afloramientos de roca y montañas submarinas observadas presentan una superficie muy reducida y se localizan en las proximidades de la costa o asociadas a pequeñas islas características de la zona de estudio.



Fondos rocosos. Registro del sónar (izquierda) e imagen de vídeo (derecha).

Fondos sedimentarios sin cobertura vegetal

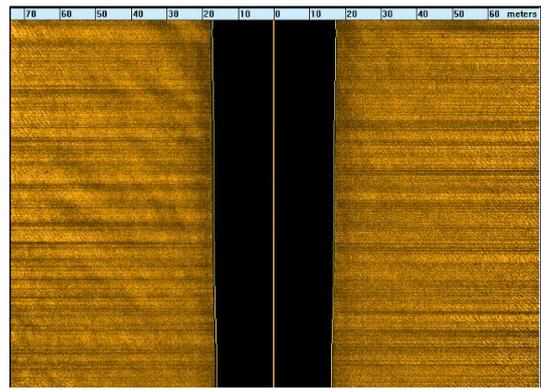
En el ámbito de estudio de Formentera se han identificado dos tipologías de fondos sedimentarios sin cobertura vegetal: arenosos y detríticos.

Arenas medias y finas no vegetadas

Los fondos arenosos se han identificado principalmente en las zonas costeras asociados a calas, siguiendo algunos metros mar adentro. Por lo que se encuentran entre la franja costera y la batimétrica de -35 m aproximadamente.

Fondos detríticos

Los fondos detríticos se caracterizan por la presencia de elementos de origen terrígeno y biogénico (restos de caparzones de equinodermos, conchas, algas calcáreas, briozoos, etc.). Como en el caso de los fondos arenosos, también en este caso la intensidad de retrodifusión es en general baja y relativamente constante aunque menor que en el caso de los fondos arenosos. En la imagen se puede apreciar el registro del sónar correspondiente a este tipo de morfología del lecho submarino de la zona de estudio.

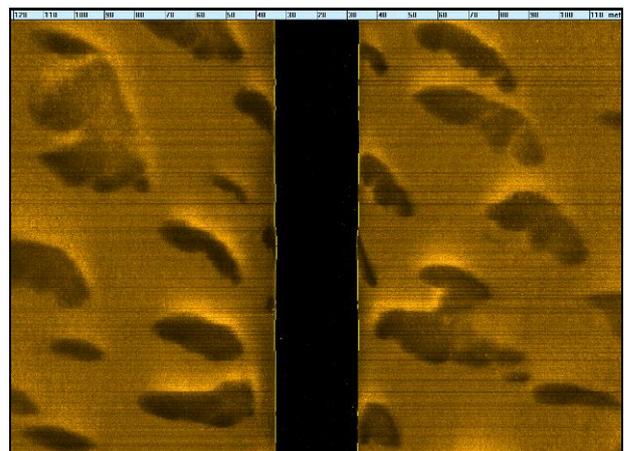


*Fondo detrítico sin cobertura vegetal.
Registro del sónar.*

Como muestra la imagen, es relativamente difícil observar las diferencias entre un fondo arenoso y otro detrítico por lo que es fundamental para confirmar las diferencias entre un tipo de fondo u otro las muestras in situ de sedimento o bien filmaciones de vídeo.

Entre los rasgos morfológicos correspondientes a tipo de fondo arenoso o detrítico se han identificado estructuras sedimentarias caracterizadas por una disposición generalmente transversal con respecto a la corriente que las ha generado y que se diferencian entre sí por su tamaño: los ripples y las morfologías dunares o megaripples.

Como se ha comentado anteriormente, los ripples presentan una altura inferior a 0,5 m y pueden ser simétricos o asimétricos. Por otro lado, las morfologías dunares o megaripples presentan las mismas características de los ripples, siendo pero de tamaño mayor (altura mayor de 0,5 m). Su forma y disposición es debida principalmente a la cantidad de aportes de sedimento, tipo de material y condiciones dinámicas, entre otras. En el registro del sonar, las dunas o megaripples se identifican por una intensidad de la señal muy alta en la dirección frontal del sonar y muy baja en las zonas traseras que dan una imagen de la sombra provocada por la duna.



Fondos sedimentarios con dunas. Registro del sónar.

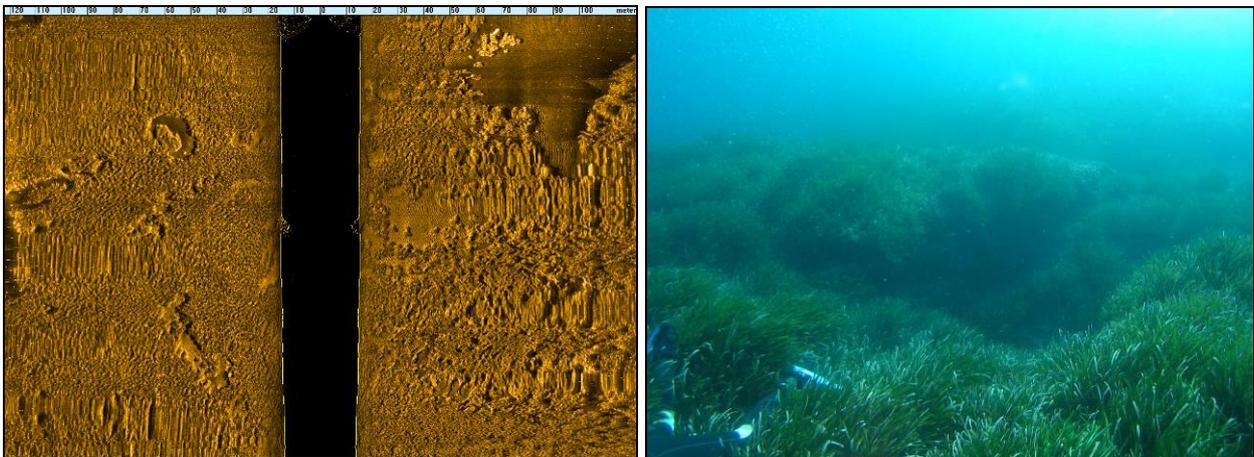
Fondos sedimentarios con cobertura vegetal

La morfología de este tipo de fondo se caracteriza por presentar un patrón de distribución heterogéneo, formado por la combinación de materiales con una reflectividad acústica diferente al fondo adyacente. Se ha observado que este tipo de fondo está compuesto por fanerógamas marinas: *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*.

Fanerógamas marinas

En cuanto al lecho marino recubiertos por fanerógamas marinas, el registro acústico obtenido se caracteriza por áreas de elevada heterogeneidad y alta reflectividad, de formas irregulares, y de límites bien definidos que normalmente se encuentran intercaladas por zonas de más baja reflectividad y de alta homogeneidad correspondientes a bancos de arenas.

Esta tipología de fondos es muy abundante en la zona de estudio y se localiza entre las cotas -3 m y -35 m ya que las fanerógamas necesitan luz para su crecimiento y desarrollo.



*Fondos de *Posidonia oceanica* intercalados a áreas de arenas, algunas formando "ripples". Registro del sónar (izquierda) e imagen de vídeo (derecha).*

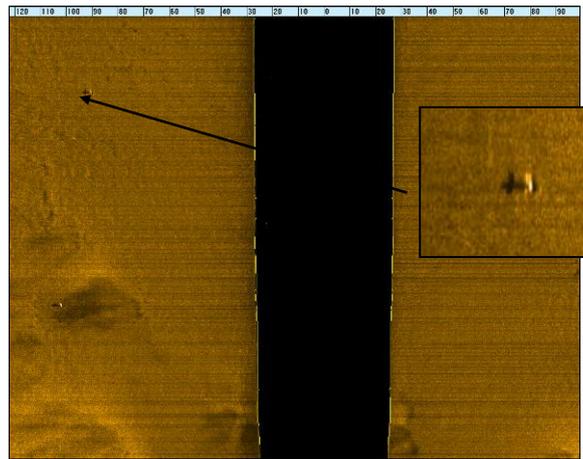


*Fondos de *Cymodocea nodosa*. Registro del sónar (izquierda) e imagen de vídeo (derecha).*

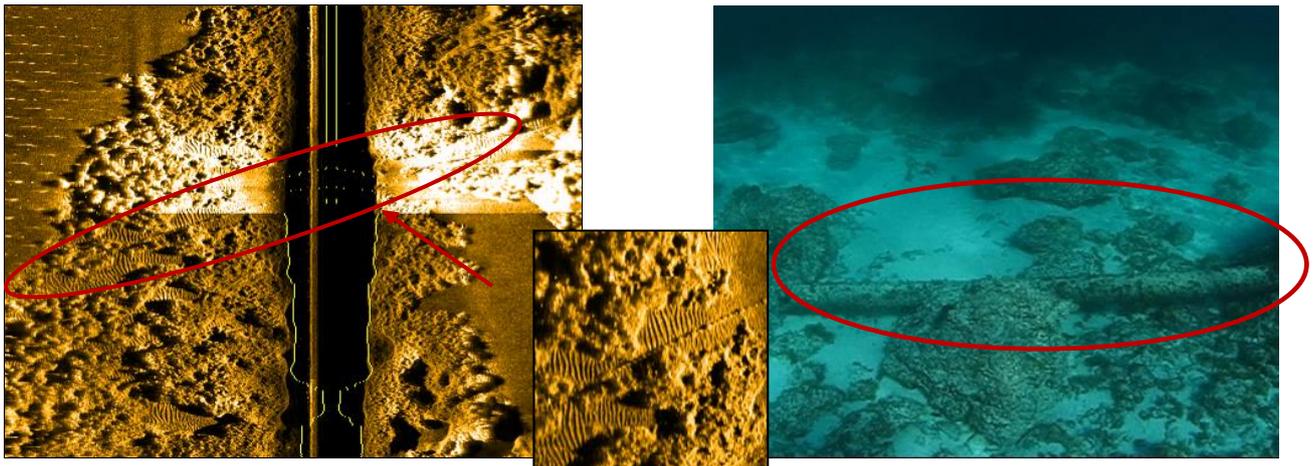
Otros rasgos morfológicos

A partir de las prospecciones realizadas mediante el side scan sonar es posible distinguir otros rasgos presente sobre el lecho marino de la zona de estudio. En concreto, a lo largo del área de investigación se han identificado emisarios y obstrucciones (pequeños bloques antrópicos que tienen la función de proteger zonas marinas del arte de pesca de arrastre).

A su vez, se ha podido definir diversas marcas de arrastre de los instrumentos empleados en las artes de pesca de la isla de Formentera.



Registro de sónar de obstrucciones.



Emisario submarino. Registro de sónar de emisario (derecha) e imagen del vídeo (izquierda).

6.1.2.2.2. Condiciones del substrato y estratigrafía

Contexto geológico marino de las Baleares

Las Islas Baleares son las partes emergidas del promontorio Balear que se sitúa sobre las cuencas oceánicas del Mediterráneo Occidental donde se alcanza una profundidad máxima de 3000 m en la cuenca argelina.

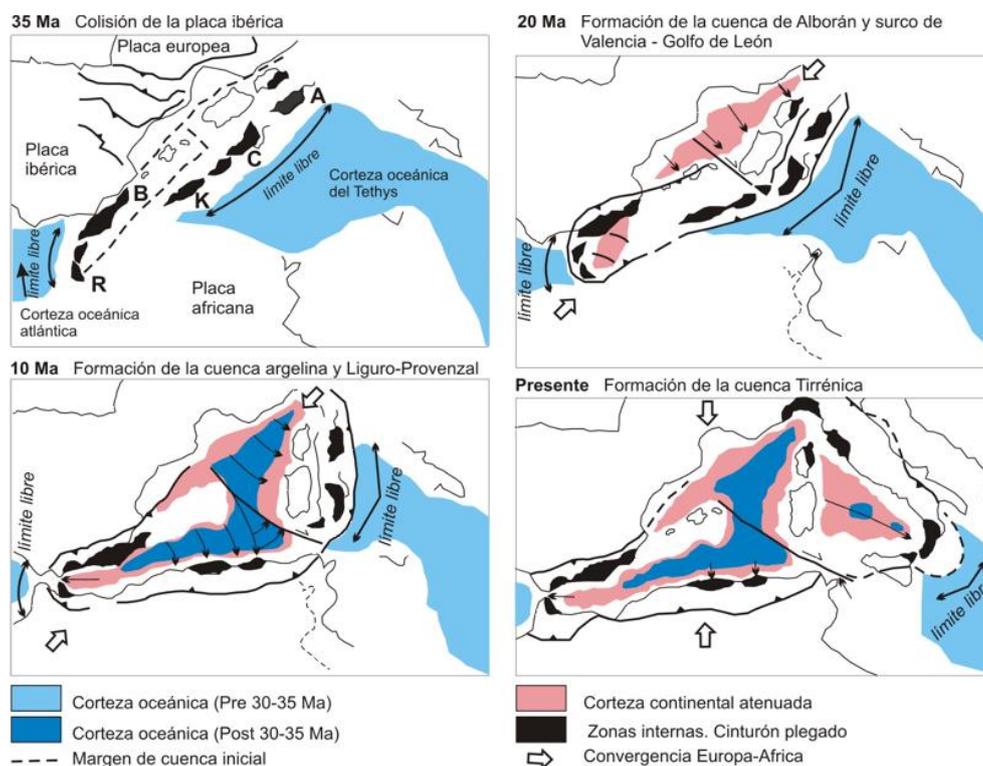
El promontorio está formado por dos bloques: Menorca-Mallorca al norte y Pitiüses al sur; con profundidades inferiores a 200 m, separados por el canal de Mallorca donde se alcanzan los 1000 m

de profundidad. El promontorio Balear constituye la prolongación nororiental del arco orogénico Bético-Rifeño y representa la parte septentrional del arco en su primera etapa de evolución.

El relieve y la morfología de las islas está condicionado, básicamente, por las dos últimas etapas tectónicas que han afectado al archipiélago: compresión Alpina y extensión Neógena superior (ver “*Secuencia estratigráfica de las Islas Baleares para materiales cenozoicos*”).

La compresión alpina estructura los materiales en pliegues y cabalgamientos con una vergencia mayoritaria al NW. Esta clara vergencia condiciona la asimetría de las sierras y las alineaciones de los valles y sierras dentro de las zonas montañosas de cada isla.

La extensión neógena posterior configura los grandes rasgos de la morfología de las islas y del promontorio. Las fallas normales neógenas, con orientaciones NE-SW y NW-SE, son responsables del adelgazamiento de la corteza y de la compartimentación del promontorio, además estas fallas limitan la mayoría de las plataformas submarinas y estructuran Mallorca en cubetas y zonas elevadas que coinciden con las sierras.

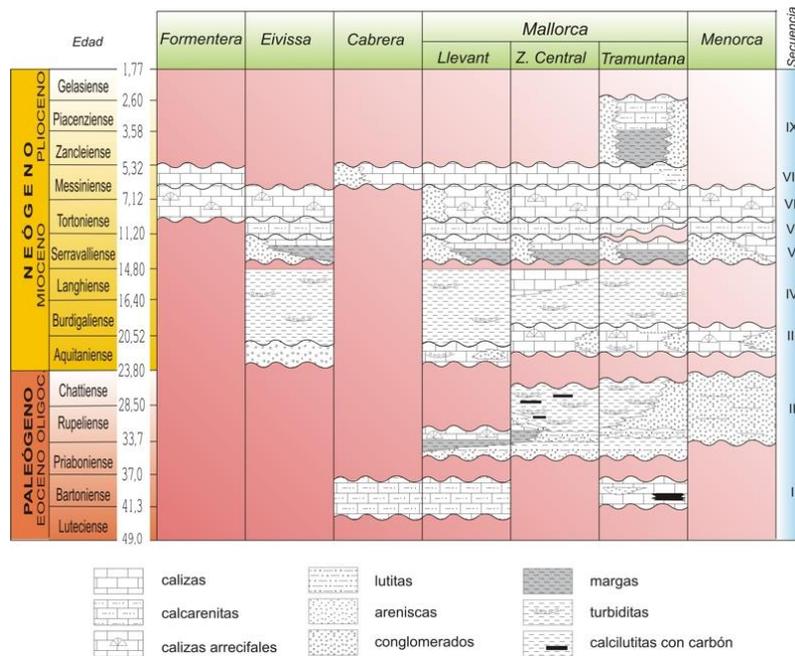


Principales etapas evolutivas desde el oligoceno a la actualidad y la consecuente formación de las cuencas del mediterráneo occidental. Vera, J.A. (editor) 2004: Geología de España.

En cuanto a la estratigrafía de las islas se pueden distinguir tres grandes unidades en función a la actividad orogénica de la Cordillera Bética:

1. Secuencias preorogénica. Compuestas de rocas que van del Carbonífero al Paleógeno;
2. Secuencias sinorogénicas. Comprenden el Mioceno inferior y medio;
3. Secuencias postorogénicas. Contienen materiales del Mioceno superior al Cuaternario.

El inicio y el fin de la serie neógena están constituidos por materiales de facies marinas mientras que durante el Serravaliense predominan los materiales continentales. Es particularmente interesante constatar la presencia de arrecifes coralinos en el Tortoniense superior en todas las islas excepto en la de Cabrera. Por otra parte, la sedimentación pliocena se encuentra solamente en el noroeste de la isla de Mallorca y en las islas de Formentera, Cabrera y Menorca, tal y como se puede apreciar en la figura que se presenta a continuación.



Secuencia estratigráfica de las Islas Baleares para materiales cenozoicos. Vera, J.A. (editor) 2004: *Geología de España*.

En este contexto geológico se forma la plataforma continental Balear donde se sitúan las áreas de estudio. Esta plataforma se compone de material carbonatado de edad neógena, el cual va a ser condicionante para la sedimentación de la zona.

En función de la sedimentación que se produce, las plataformas continentales han sido divididas en tres grandes categorías: silíceo-clásticas, carbonatadas y mixtas. La plataforma Balear se considera un modelo de plataforma carbonatada de mar templado.

Según los análisis obtenidos en el proyecto “Estudio biosedimentológico y evolutivo de la plataforma balear” (Alonso et al, 1988) en sondeos realizados en el Canal de Menorca y en la Bahía de Campos (sur de Mallorca) se desprende que los sedimentos en dichas áreas corresponden principalmente a arenas y gravas carbonatada (>60% en carbonato). Las facies sedimentarias que recubren actualmente la plataforma balear se depositan durante la fase de ascenso del nivel del mar de la trasgresión Versiliense (Alonso et al, 1988).

Según la morfología, la zona se define como plataforma abierta, la cual se caracteriza por una disposición batimétrica regular desde la línea de costa hasta la ruptura de pendientes de talud continental, con presencia de leves accidentes morfológicos que en ningún caso llegan a condicionar significativamente el régimen hidrodinámico.

Espesor sedimento de la zona de estudio y resultados de registros obtenidos con perfilador

En el presente apartado se describe la morfología y el espesor del sedimento no consolidado para las áreas de estudio (Ibiza y Formentera). Dicho espesor queda limitado en su parte superior por el fondo marino, siendo su parte inferior definida por el basamento acústico que se puede interpretar como la superficie del sustrato consolidado. Además, a modo de ejemplo, se presentan algunos de los perfiles sísmicos obtenidos en ambas zonas prospectadas.

En términos generales el perfil sísmico presenta un basamento acústico irregular, con alternancias de elevaciones, donde a veces aflora sobre el fondo marino en forma de sustrato rocoso con lajas de muy poca altura sobre el lecho marino, salvo en la partes más someras donde los afloramientos son más abruptos y masivos, y otras veces formando cubetas que concentran depósitos de sedimentos de hasta 11 m de espesor detectado.

También es de destacar la presencia de un reflector bien claro que divida la acumulación sedimentaria en 2 unidades sobre todo en aquellas zonas donde los espesores va más allá de los 3 m (ver presentación de algunos perfiles sísmicos).

Esta primera unidad presente en toda la traza se limita a muro con otra unidad sedimentaria donde hay mayores espesores y con el sustrato rocoso cuando el basamento acústico está muy próximo al lecho marino.

A lo largo de toda la traza, la primera unidad presenta la misma respuesta sísmica y características geofísicas, lo que nos lleva a pensar que se trata de una unidad bastante homogénea sobre todo en su plano vertical.

La acumulación sedimentaria más importante del trazado estudiado se sitúa sobre todo en las zonas de mayor profundidad batimétrica que coinciden con la zona más próxima hacia la Isla Espardell. Los afloramientos rocosos detectados en varias zonas de la traza con morfología de lajas de poca altura posiblemente corresponden a encostramientos de los mismos materiales que forman la litología del lecho marino. De hecho se han visualizado en los registros sísmico varias áreas con estos tipos de encostramientos a profundidades varias por debajo del lecho marino. En el área cercana al punto de aterraje en Formentera hay presencia de afloramiento rocoso en forma de lajas en los alrededores de la isobata de -45 m, dichos afloramientos tienen un orientación de NW-SE.

Los perfiles sísmicos obtenidos a partir de las prospecciones realizadas mediante el perfilador Chirp III muestran la estratigrafía general y condiciones geológicas en la zona de estudio. La posición de los perfiles considerados en este apartado se aprecia en la figura que se presenta a continuación.



Localización de los perfiles sísmicos.

Para la interpretación de los perfiles sísmicos se tiene en cuenta principalmente tres factores:

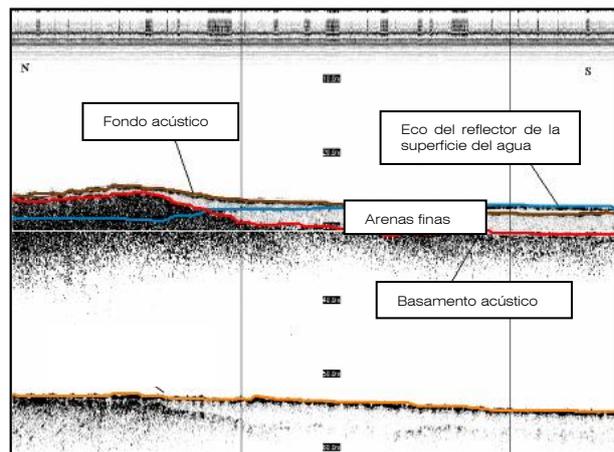
1. La distancia entre el basamento acústico y el fondo marino, que indica el espesor de sedimento no consolidado;
2. La reflectividad del relleno sedimentario para definir la litología (la tipología de materiales que conforman el sedimento);
3. La configuración de los reflectores, que indican el ambiente de depósito de las unidades sedimentarias.

Ibiza

Perfil 1

El tramo representado por el registro muestra la parte norte de una cubeta sedimentaria donde se depositan espesores de sedimento de 3 m. La ausencia de los reflectores dentro de la unidad sedimentaria indica que la granulometría se mantiene homogénea, mientras que la baja reflectividad se asocia a un tamaño de grano fino.

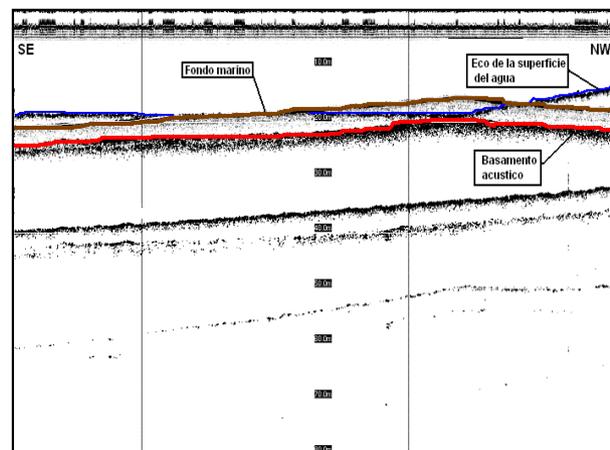
El reflector del fondo marino y el eco de la superficie marina se cruzan en este registro debido a que en ese momento el pez remolcado estuvo a la misma distancia del fondo que de la superficie del mar. Si se suman ambas cotas se estima una columna de agua de 53 m.



Detalle del perfil sísmico número 1.

Perfil 2

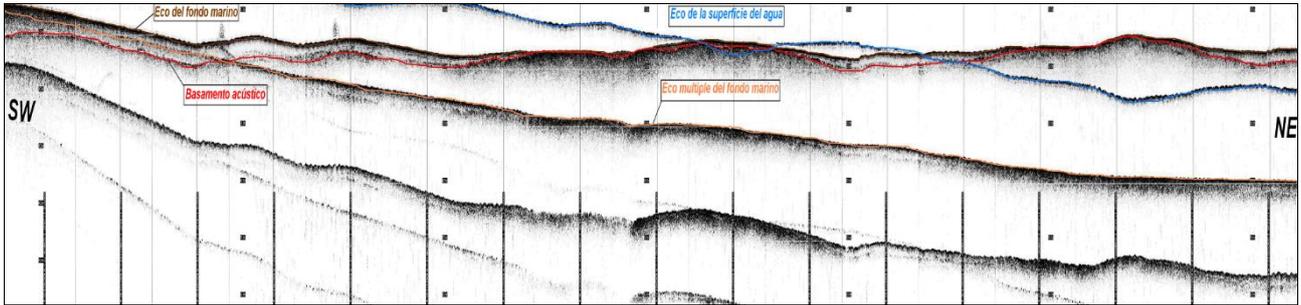
El perfil sísmico se caracteriza por una potencia sedimentaria constante en todo el registro donde no supera los 4 m de espesor. La reflectividad de este perfil es en general baja, hecho que se debe a la existencia de arenas de granulometría fina sobre el lecho marino.



Detalle del perfil sísmico número 2.

Formentera

Perfil 3



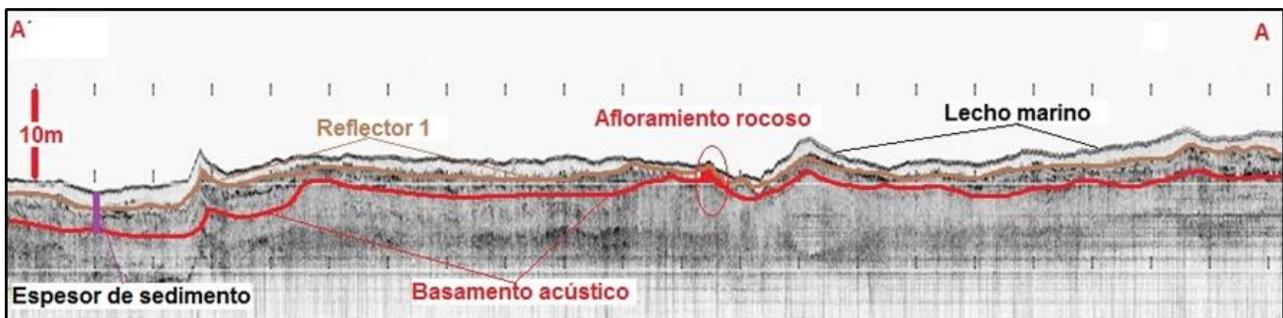
Detalle del perfil sísmico número 3 situado en el área somera de Formentera.

Como se puede observar en la imagen anterior, el perfil sísmico número 3 muestra en su parte más somera, cercana a la isla de Formentera, los mayores espesores de sedimento no consolidado.

Desde la zona costera hacia mar (desde SW hacia NE) el perfil se caracteriza por alternancias de afloramientos rocosos y rellenos sedimentarios limitados por el basamento acústico (en rojo en la imagen anterior). La escasa presencia de reflectores bien definidos dentro del sedimento puede indicar que la energía deposicional de la zona es constante y que esta área se caracteriza por una hidrodinámica media, hecho que produce litologías de arenas medias y finas.

Por último, se destaca que el perfil se ubica en el extremo de un relleno sedimentario con máximos de hasta 7 m de potencia, dicho relleno está limitado en todas la direcciones por los afloramientos rocosos salvo en la parte norte.

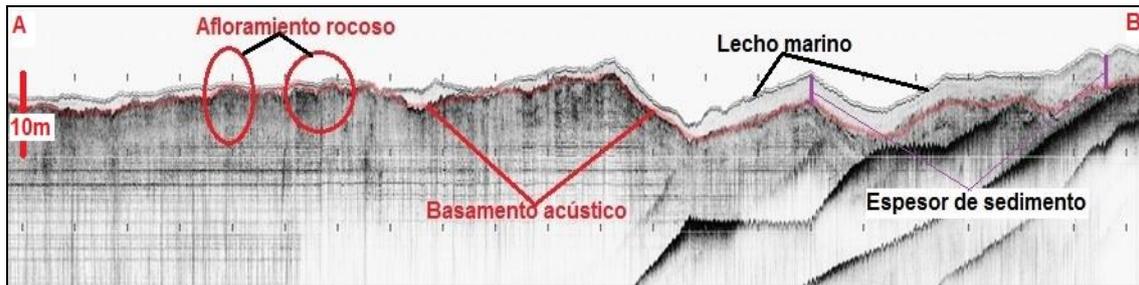
Perfil 4



Detalle del perfil sísmico número 4 situado en el área somera de Formentera.

En este tramo de la traza el registro sísmico indica la presencia de dos unidades sedimentarias de características geofísicas distintas, como queda reflejado en las amplitudes de la señal de retorno detectada en cada una de las unidades.

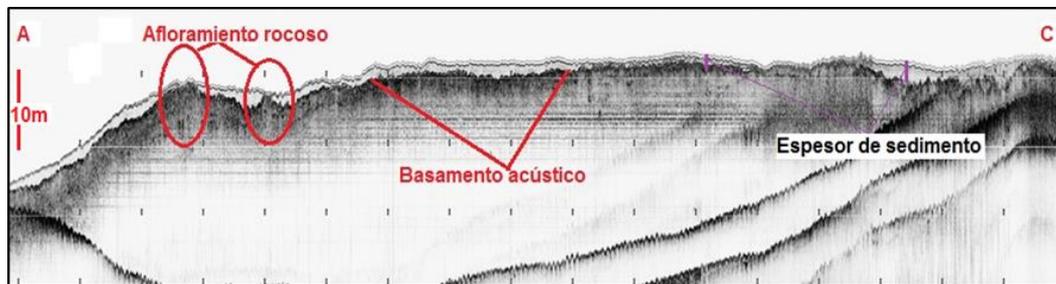
Perfil 5



Detalle del perfil sísmico número 5 situado en el área somera de Formentera.

En este tramo en casi todo el ramal solo existe una unidad superficial con algunos puntos de afloramiento del basamento, aunque al final del ramal y llegando a la orilla se detectan los mayores espesores con la presencia de una posible segunda unidad de materiales ligeramente distintos a los superficiales.

Perfil 6



Detalle del perfil sísmico número 6 situado en el área somera de Formentera.

Este ramal por lo general presenta espesores menores que CF1, también presenta más afloramiento tanto en la parte profunda de unos 45 m como en la orilla. Destacamos que la presencia de posidonia y su sistema hace que el basamento acústico esté más cerca del lecho marino dado que toda la parte biológica aumenta la atenuación de la señal acústica.

6.1.2.2.3. Interpretación de las anomalías magnéticas

El estudio de las anomalías magnéticas permite identificar y localizar de forma precisa y fiable alteraciones del campo magnético en el fondo marino. Estas alteraciones magnéticas pueden ser indicios de la presencia de materiales ferrosos de origen antrópico, como por ejemplo pecios, yacimientos arqueológicos, emisarios y cables submarinos.

El magnetómetro realiza una medida del campo magnético total a lo largo de la traza seguida por la embarcación, pero, en las aplicaciones de búsqueda de objetos, el campo magnético geológico se puede considerar como "ruido". Por ello, se realiza un suavizado de los datos y se obtiene la diferencia entre el campo magnético medido y el campo magnético suavizado. De esta forma se elimina el campo magnético geológico de la zona de estudio y se destacan las anomalías encontradas. Una vez identificadas las alteraciones magnéticas, se procede a su interpolación para representarlas en formato raster, obteniendo una imagen georreferenciada con los gradientes de intensidad de las alteraciones y pudiendo obtener las posiciones de cada una de ellas.

La representación de las anomalías magnéticas da idea de las zonas con mayor probabilidad de albergar objetos, descubiertos o enterrados, con características ferromagnéticas, así como de variaciones en la composición del fondo marino (sedimentos, rocas, etc.).

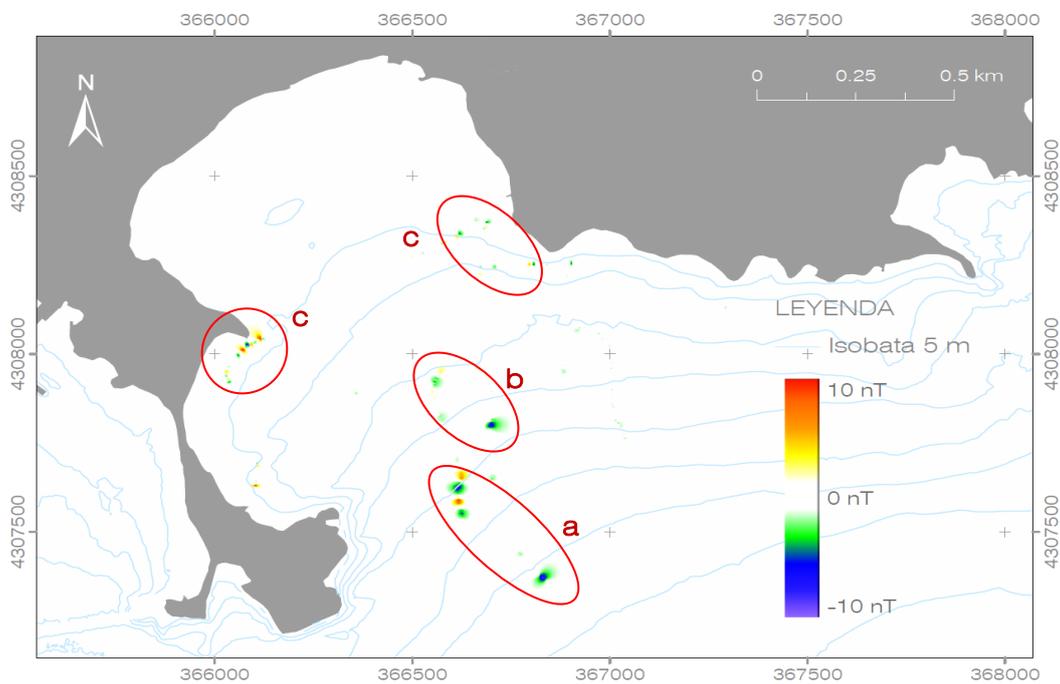
Los datos obtenidos mediante el estudio geofísico de la zona ensayada han aportado una serie de anomalías detectadas por el magnetómetro. En los párrafos que se presentan a continuación se describen las alteraciones magnéticas más relevantes encontradas en ambas zonas de estudio (Ibiza y Formentera).

Ibiza

Las anomalías magnéticas identificadas en el ámbito de estudio de Ibiza se pueden dividir en dos grupos sobre la base de los procesos que las han generado:

1. Anomalías generadas por la presencia de elementos de origen antrópico.
2. Anomalías debidas a asomeramientos del fondo o zonas en las que el magnetómetro ha pasado más cerca del lecho marino.

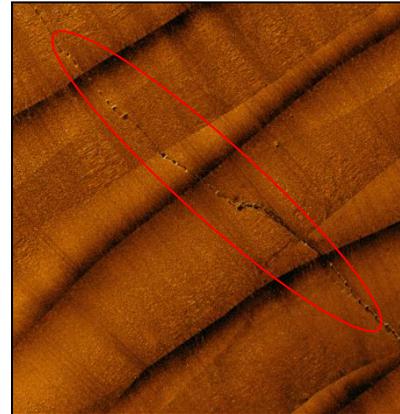
En la imagen que se presenta a continuación se indican las principales alteraciones detectadas a lo largo de la zona de estudio.



Alteraciones magnéticas detectadas en el ámbito de estudio de Ibiza.

- a) En cuanto a las anomalías generadas por la presencia de elementos de origen antrópico, se han identificado una serie de alteraciones en el sector central de la bahía de Talamanca. La mayor parte de estas alteraciones se deben a la presencia del emisario submarino de la EDAR de Ibiza que discurre sobre el lecho marino en la parte final de su recorrido. Este emisario ha sido detectado también en el registro del sonar (ver apartado 5.3.4 Infraestructuras y servicios).

En la imagen que se presenta a continuación se puede apreciar el registro del sonar obtenido para esta infraestructura.



Registro del sónar correspondiente al emisario submarino de la EDAR de Ibiza.

- b) Otras anomalías producidas por la presencia de elementos antrópicos se observan en la zona central de la bahía de Talamanca, en las proximidades del emisario submarino descrito anteriormente. De hecho, en este área se han apreciado algunos tramos sueltos de tuberías que podrían ser la causa de estas anomalías. Por otro lado, se destaca que en el registro del sonar no se han identificado estos elementos hecho que indica el probable enterramiento de los mismos.
- c) Entre las anomalías debidas a asomeramientos del fondo o zonas en las que el magnetómetro ha pasado más cerca del lecho marino se destacan las alteraciones de campo magnético observadas en las proximidades de Punta Tabenera y punta de s'Andreu. Al pasar cerca del fondo, la intensidad del campo magnético medido aumenta, por lo que al filtrar los datos, éstos pueden aparecer como una anomalía.

Formentera

Para la descripción de las anomalías magnéticas presentes en el ámbito de estudio de Formentera, las prospecciones realizadas in situ se han centrado en los fondos marinos ubicados frente a la Playa Tramuntana. A partir de los datos obtenidos, tal y como se ha comentado para la zona de estudio de Ibiza, las alteraciones del campo magnético detectadas se pueden relacionar con la presencia de elementos antrópicos o por asomeramientos del lecho marino.

Se puede observar una variación a lo largo de la ruta, considerando un cambio del campo magnético conforme aumenta la profundidad, situando el promedio de campo magnético en el punto de aterraje en torno a 44.493 nT y aumentando en la zona central del canal hasta los 44.520 nT, hasta acabar en la zona de mayor profundidad del corredor en 44.563 nT.

El campo magnético medio va variando a lo largo del trazado CF1, aumentando conforme va ganando profundidad, siendo el valor mínimo de 44.492,23 nT al inicio del trazado en la playa de Tramuntana (Formentera) y el valor máximo 44.563,3 nT en el área de mayor profundidad del corredor (-58 m).

En cuanto al análisis de anomalías magnéticas; la distribución de estas zonas anómalas es debida a la presencia de un objeto metálico que es capaz de deformar el campo magnético terrestre, así, el valor medio entre los valores extremos (punto de inflexión) marca la posición central del objeto. Dichas zonas anómalas se concentran geográficamente en el área coincidente con las marcas de arrastre detectadas en la geomorfología con sonar de barrido lateral, por lo que podría tratarse de artes de pesca abandonados.

6.1.2.3. Clima marítimo

El objetivo principal de los análisis que se presentan a continuación es la caracterización del clima marítimo y la dinámica litoral en la zona de Ibiza (Torrent) y la zona septentrional de Formentera.

En el presente apartado se describirá de forma general el clima marítimo y la dinámica litoral en los ámbitos de estudio a prospectar, para lo cual, se analizarán los siguientes aspectos:

- Análisis del clima marítimo: descripción de las características del oleaje en aguas profundas tanto en condiciones medias como extrémalas;
- Propagación del oleaje desde aguas profundas hasta la costa, para determinar las condiciones locales del oleaje;
- Descripción del oleaje cerca de la costa;
- Caracterización de la dinámica litoral;
- En condiciones medias, se determinarán los campos de corrientes generadas por el oleaje en rotura y el transporte de sedimentos asociado. Este análisis caracterizará las condiciones de dinámica litoral en un año medio.
- En condiciones extremas, se evaluará cómo afecta el temporal de diseño al perfil de la playa.

Para caracterizar el clima marítimo en Ibiza (Torrent) y Formentera se han tenido en consideración los datos de los puntos SIMAR 2102106 y WANA 2061031. Estos datos cubren un período de 61 años: desde 1958 hasta 2019 y proporcionan información en aguas profundas. En el anejo de clima marítimo se describen con mayor detalle sus características.

Ibiza (Torrent) y Formentera

La posición del nodo utilizado corresponde a las siguientes coordenadas geográficas: Lat 38,83° N, Long 1,50° E (ver imagen siguiente). El nodo seleccionado en este caso ha sido el 2102106, ya que se encuentra entre las islas de Ibiza y Formentera y se ha considerado que, de todos los nodos disponibles, es el que proporciona mejores condiciones para caracterizar el ámbito de estudio de Ibiza y Formentera.

En las figura siguiente se muestra la localización del punto considerado.



Boya optima escogida para el estudio de clima marítimo.

6.1.2.3.1. Clima marítimo en aguas profundas

En este apartado se analizan los datos de oleaje del punto SIMAR descrito en el apartado anterior. Los datos resultantes son: distribución del oleaje, regímenes medios y regímenes extremales.

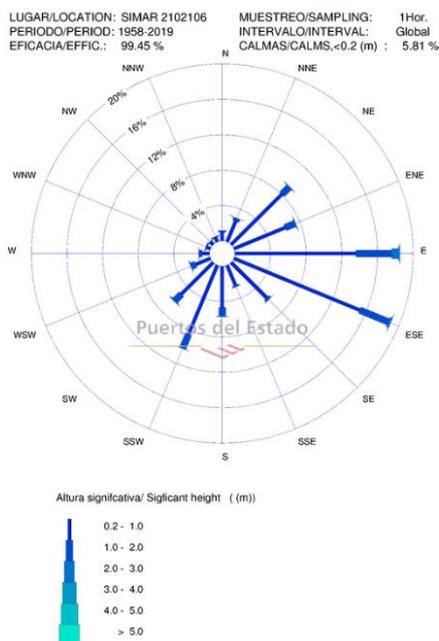
Distribución del oleaje

La distribución sectorial del oleaje queda caracterizada mediante las rosas de oleaje que discretizan los datos en clases de direcciones y alturas de ola. Cada sector se representa con un brazo en la rosa. Su longitud es proporcional a la probabilidad de presentación de cada sector, calculada como la frecuencia relativa muestral. De esta forma, se puede apreciar visualmente cuáles son los sectores que predominan.

La discretización en alturas de ola permite determinar cuáles son los sectores más energéticos.

Ibiza y Formentera

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA en SIMAR 2102106 en el periodo 1958-2019
SIGNIFICANT HEIGHT ROSE at SIMAR Point 2102106 , period 1958-2019



Observando la rosa de oleaje anual que aparece en la imagen siguiente se puede apreciar que la frecuencia de presentación de los diferentes sectores está bastante repartida. Aún así, las direcciones con mayor frecuencia son: E (18%), ESE (18%), ENE (7,9%) y NE (10%). En cambio, los sectores comprendidos entre el WSW y el NNW tienen frecuencias de presentación bastante bajas (menores del 4%) debido a la presencia de las islas.

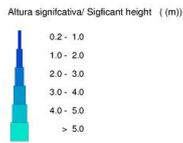
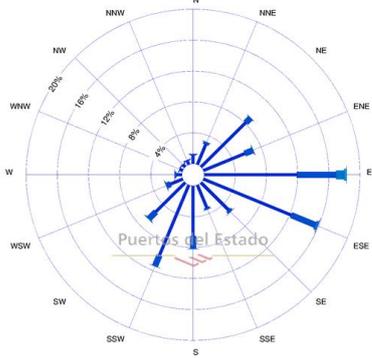
En cuanto a la energía de los oleajes, los sectores que han registrado mayores temporales han sido: NE, ENE, E y ESE.

Para determinar cuáles son los oleajes a propagar desde la posición del punto SIMAR, en aguas profundas, hasta la costa se debe tener en cuenta la orientación de la costa. De esta forma, para las propagaciones hasta Ibiza y Formentera E, se considerarán todos los oleajes comprendidos entre NE y el WSW en sentido horario.

Rosas de oleaje en el periodo 1958-2019. SIMAR 21021026.

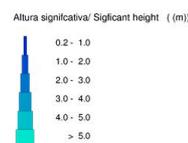
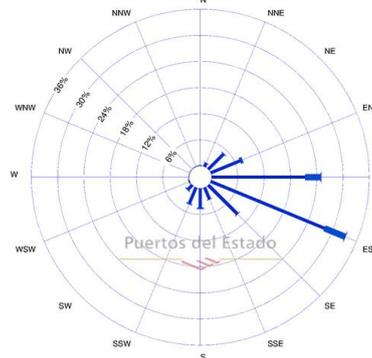
PRIMAVERA

LUGAR/LOCATION: SIMAR 2102106 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 1958-2019 INTERVALO/INTERVAL: Mar.-May.
 EFICACIA/EFFIC.: 99.91 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 5.71 %



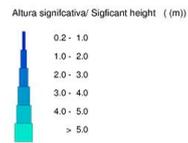
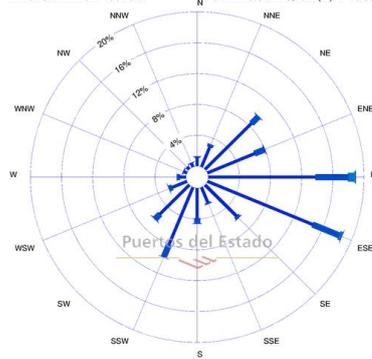
VERANO

LUGAR/LOCATION: SIMAR 2102106 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 1958-2019 INTERVALO/INTERVAL: Jun.-Ago.
 EFICACIA/EFFIC.: 99.69 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 4.45 %



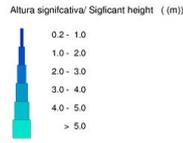
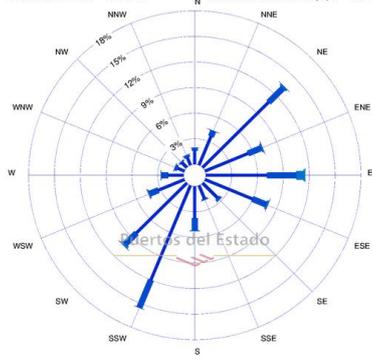
OTOÑO

LUGAR/LOCATION: SIMAR 2102106 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 1958-2019 INTERVALO/INTERVAL: Sep.-Nov.
 EFICACIA/EFFIC.: 98.48 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 5.88 %



INVIERNO

LUGAR/LOCATION: SIMAR 2102106 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 1958-2019 INTERVALO/INTERVAL: Dic.-Feb.
 EFICACIA/EFFIC.: 98.64 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 7.24 %



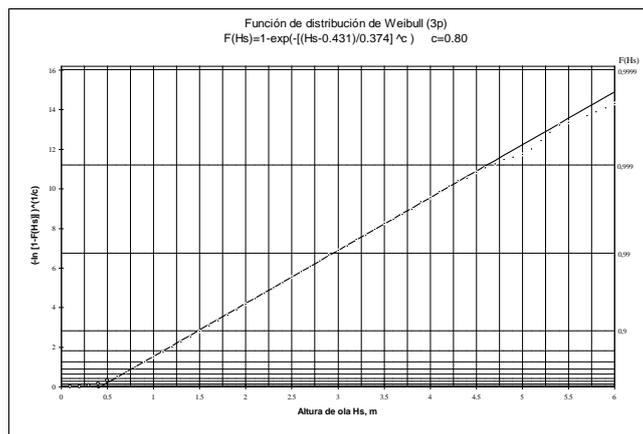
Rosas de olaje estacional. SIMAR 21021026. Altura de ola significativa (H_s , m).

Régimen medio del oleaje en aguas profundas

El objetivo del estudio del régimen medio es caracterizar la probabilidad de no superación de diferentes niveles de altura de ola en un año medio. Esto se realiza mediante el ajuste de la muestra de alturas de ola disponible a una función de distribución acumulada. La función que se utiliza habitualmente para caracterizar el régimen medio del oleaje es la distribución Weibull de mínimos.

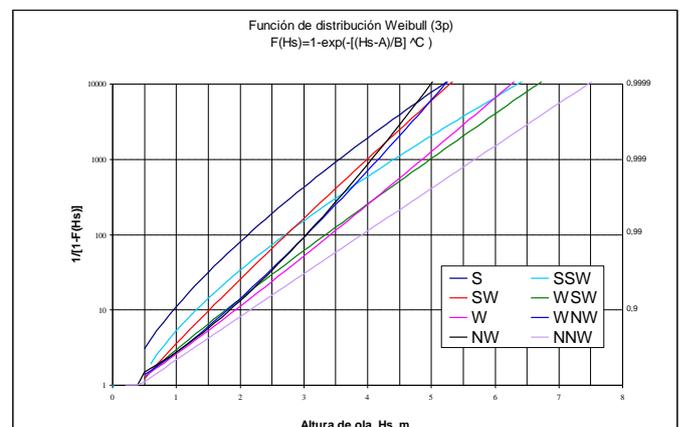
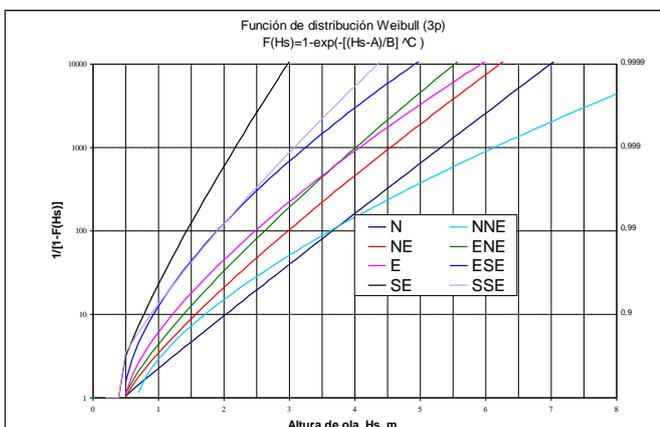
Ibiza y Formentera

El régimen medio escalar para Ibiza y Formentera E se ha realizado a partir del ajuste de los datos del nodo WANA 2061031 a una distribución de Weibull de mínimos. En la figura de “Régimen medio escalar” siguiente se puede ver este ajuste. El valor estimado de los parámetros de la distribución ha sido: $A= 0,431$, $B= 0,374$ y $C= 0,80$.



Régimen medio escalar. Ajuste de los datos del nodo WANA 2061031 a una distribución de Weibull de mínimos.

En las siguientes figuras se presentan los regímenes medios direccionales de todos los sectores del nodo WANA analizados.



Regímenes medios direccionales. Datos del nodo WANA 2061031: Sectores N-SSE (izquierda) y Sectores S-NNW (derecha).

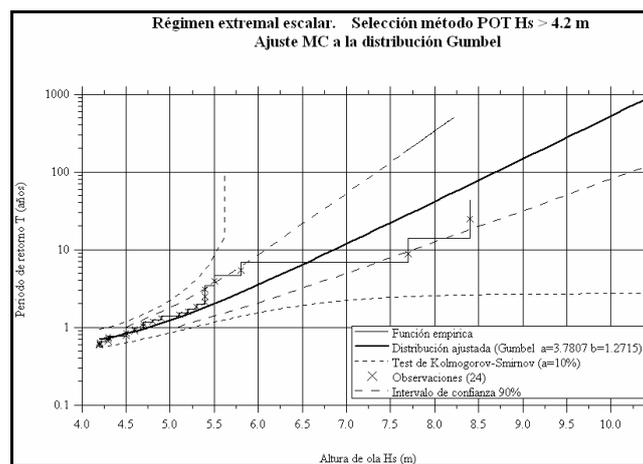
Régimen extremal del oleaje en aguas profundas

Para caracterizar el régimen extremal se ha utilizado la distribución de Gumbel. El método para seleccionar los datos a analizar ha sido el de excesos sobre un umbral de 4,2 m para (Ibiza) Torrent y Formentera.

Ibiza y Formentera

En la siguiente figura, se muestra el régimen extremal escalar de los datos WANA 2067031. Se ha realizado ajustando una distribución de Gumbel a la muestra resultante de seleccionar los valores máximos de altura de ola significativa de las borrascas que superaran el umbral de 4,2 m. Como se puede ver en la figura, el número total de borrascas consideradas ha sido de 24.

Distribución de la dirección de los temporales del nodo WANA con $H_s > 4.2$ m.



En la siguiente tabla, se muestran las alturas de ola significativas asociadas al régimen extremal direccional para los diferentes sectores considerados y para los períodos de retorno de 71 años y 154 años.

Sector	T = 71 años		T = 154 años	
	E.C.	B.C. (90%)	E.C.	B.C. (90%)
NE	6,14	7,71	6,72	8,53
ENE	5,83	7,46	6,42	8,3
E	4,08	5,08	4,45	5,6
ESE	4,79	6,16	5,28	6,86
SE	2,57	3,11	2,75	3,37
SSE	3,12	3,96	3,43	4,39
S	3,66	4,62	4,01	5,12
SSW	5,34	6,62	5,81	7,28
SW	3,81	4,31	3,99	4,56
WSW	5,22	6,44	5,66	7,08

Alturas de ola asociadas a diferentes períodos de retorno. Estima central (E.C.) y Banda de confianza del 90% (B.C.). WANA 2061031.

6.1.2.3.2. Propagación del oleaje y corrientes

En este apartado se pretende trasladar la información del oleaje desde aguas profundas hasta la zona de costera. Una vez propagados los oleajes hasta la costa, se utilizará esta información para el cálculo de las corrientes generadas por el oleaje, para posteriormente analizar el transporte de sedimentos y la dispersión de los finos puestos en suspensión en los ámbitos de estudio.

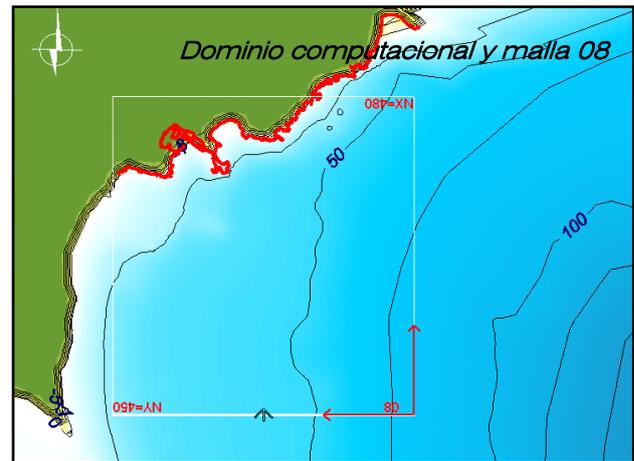
Para realizar las propagaciones de oleaje, se ha utilizado el modelo OLUCA-SP, que pertenece al Sistema de Modelado Costero desarrollado por la Universidad de Cantabria. Para ver los detalles de este modelo y la metodología utilizada se puede consultar el anejo 7 de Clima Marítimo.

Propagación del oleaje en condiciones medias

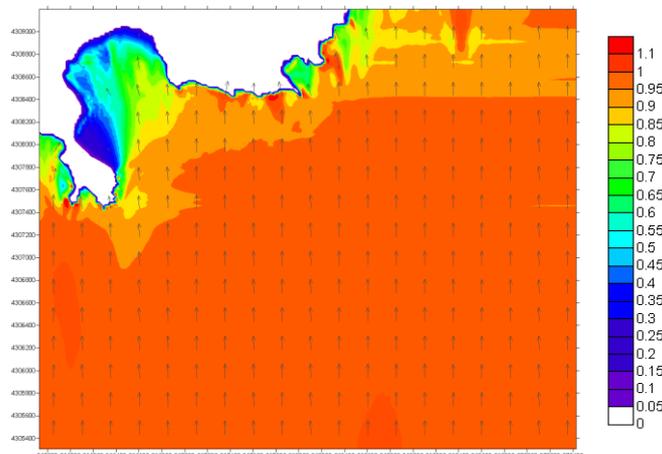
Ibiza

A partir de los resultados del análisis de clima marítimo en condiciones medias, se concluye que los oleajes a considerar en las propagaciones desde aguas profundas hasta la cala de Talamanca deben ser los comprendidos entre el NE y el WSW. Para cada uno de estos sectores se han seleccionado varios períodos (5 s, 8 s y 10 s), en función del análisis de la variable T_p .

En la imagen a lado se muestra la batimetría interpolada en todo el dominio computacional y la malla que se ha utilizado para propagar los oleajes procedentes del S y SSW.



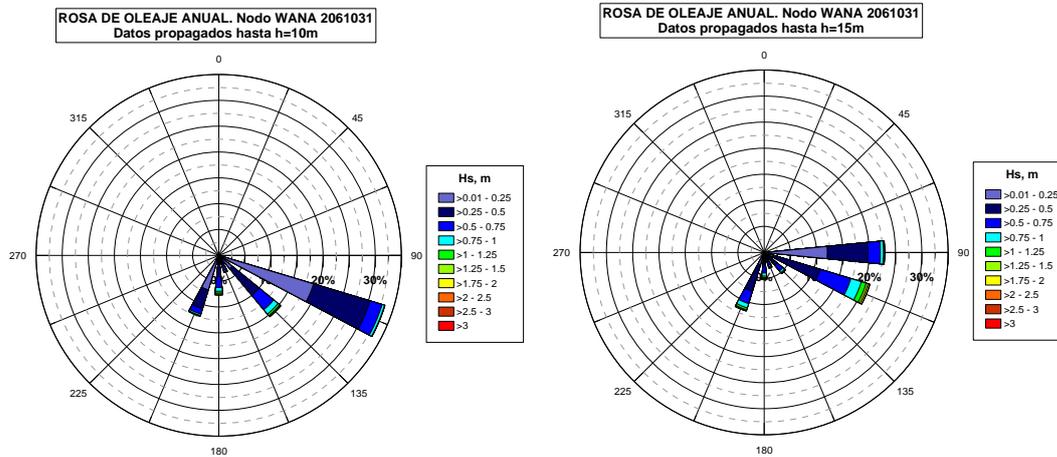
A continuación se muestra una figura con la simulación realizada para propagar el sector S con una altura de ola en aguas profundas de 1 m y $T_p = 8$ s. El color violeta de la imagen representa valores próximos a 0 m y el rojo valores por encima de 1 m.



Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias y dirección de incidencia. Sector S, $H_s = 1$ m, $T_p = 8$ s.

Una vez propagados estos oleajes tipo, se han utilizado los coeficientes adimensionales calculados a partir de ellos para propagar todo el registro de oleaje desde aguas profundas hasta un calado de 15 m y de 10 m.

Las rosas de oleaje de estos datos muestran que la mayor parte de los oleajes, en los calados de 15 m y 10 m, se concentran en los sectores E y SSW. En el caso de 10 m de calado, se aprecia un mayor efecto de la refracción del oleaje, lo que provoca que las direcciones que se presentan sean más próximas a la dirección de las batimétricas. En la siguiente figura, se puede ver la rosa del oleaje propagado hasta un calado de 15 m.



Rosas de oleaje anual propagado hasta 10 m, a la izquierda, y hasta 15 m, a la derecha.

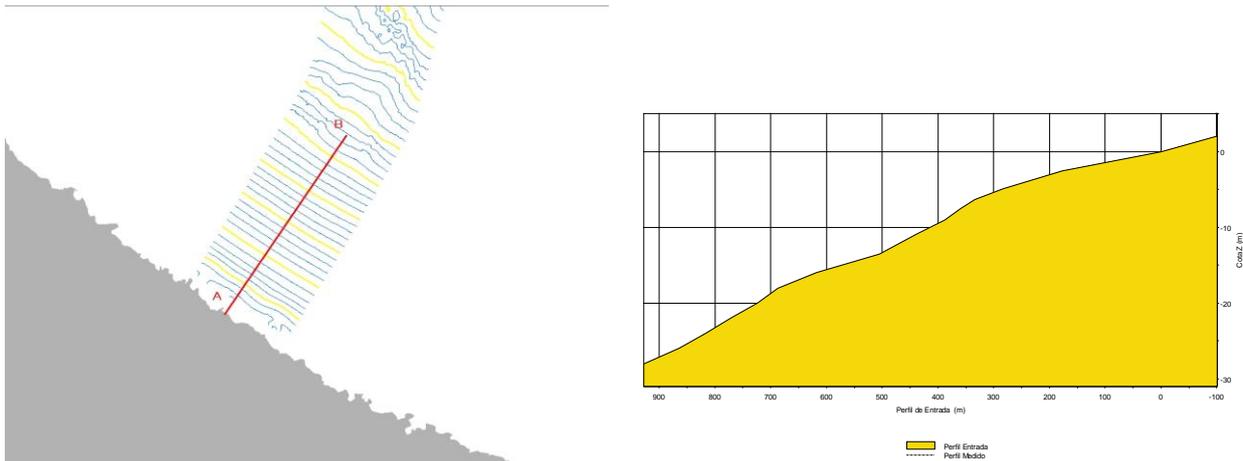
Formentera

Las características del oleaje extremal a una profundidad de 16 m se han utilizado para analizar la evolución del perfil de playa en caso de temporal. Se han definido temporales de 48 h de duración cuyos valores de Hs máxima coinciden con los obtenidos de estas propagaciones.

Sector	Aguas Profundas		h=16 m		
	Hs0, m	Tp, s	Hs, m	Tp, s	Dir, °
NNW	7,93	11	3,24	11	10,2
N	9,7	12	4,08	12	12,7
NNE	10,98	13	8,05	13	32,7
NE	7,71	10	6,63	10	42,7
ENE	7,46	11	6.32	11	56,5

Características de los oleajes asociados a $T=71$ años en aguas profundas y a un calado de 16 m (inicio del perfil).

En las siguientes figuras, se muestra la localización en planta del perfil utilizado en la simulación y la sección de dicho perfil.



Posición en planta del perfil utilizado (en rojo) para las simulaciones de playa Tramuntana (Formentera) a la izquierda. Perfil existente a lo largo de la alineación del perfil de análisis (estado 0) a la derecha.

Las características medias del sedimento utilizadas han sido:

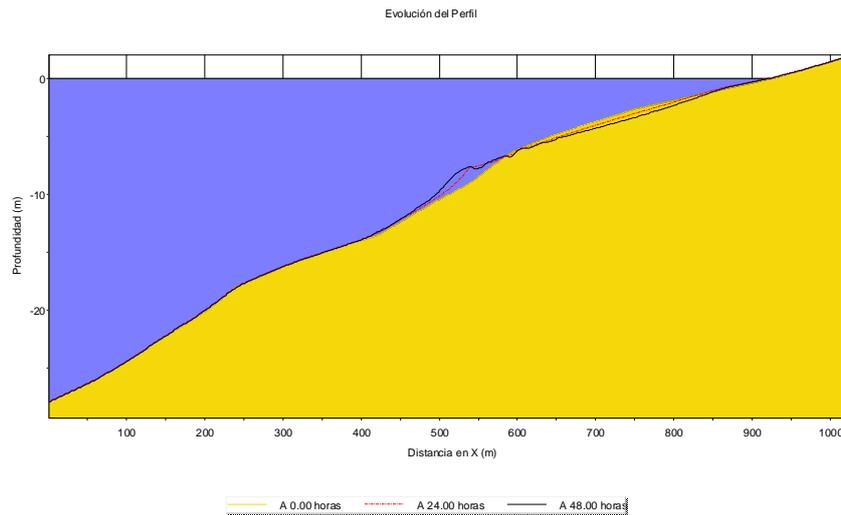
- $D_{50} = 0,40$ mm
- Densidad = 2650 kg/m^3
- Ángulo de rozamiento interno = 30°
- Ángulo de rozamiento tras avalancha = 18°
- Porosidad = $0,50$

La dirección de cada uno de los temporales a simular respecto al perfil se ha calculado a partir de los datos del análisis extremal del oleaje y teniendo en cuenta que el perfil seleccionado forma un ángulo de unos 30° con el N. De esta forma se ha obtenido las direcciones de incidencia que se muestran en la siguiente tabla.

Sector	Dir, ° (N)	Dir, ° (cable)
ESE	125,8	42,2
SE	140,8	27,2
SSE	156,4	11,6
S	171,8	0,2
SSW	187,4	15,4

Dirección de incidencia de cada uno de los temporales respecto al N y respecto al cable (dato de entrada de Petra).

Los perfiles obtenidos después de las 48 h de simulación del temporal muestran un comportamiento similar para todas las direcciones seleccionadas, siendo los temporales de NNE los temporales que tienen una mayor altura de ola y una dirección más parecida a la del perfil. Las mayores erosiones se producen entre los 2 m y los 6 m de calado, llegando a erosiones de hasta 65 cm (a 4 m de calado) en vertical. Por otro lado, en las simulaciones llevadas a cabo se puede observar que entre los 7 m y 11 m de calado se produce acreción, formando una barra de sedimento.

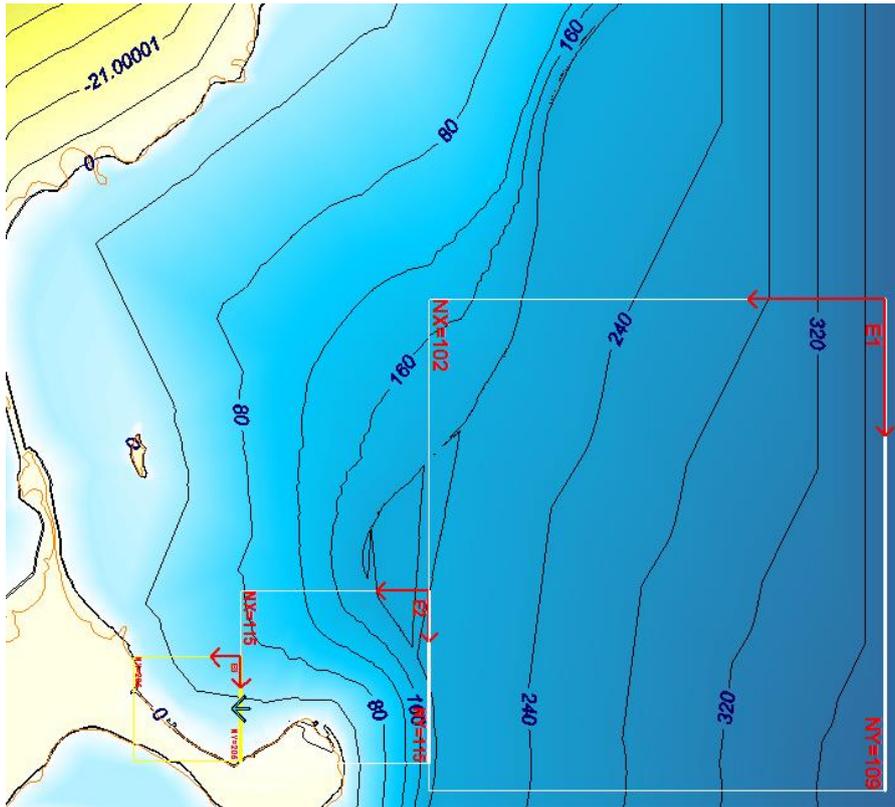


Evolución morfológica del perfil, bajo la acción del temporal asociado al sector NNE con un T de 71 años.

Estas variaciones son de gran utilidad, a la hora de determinar la profundidad de instalación del cable, sobre todo en las zonas someras descritas entre la cota de -2 m y los -6 m de profundidad. En el aterraje de Formentera esta prevista microtunelación hasta la cota de 9 m de profundidad, a más de 65 cm de profundidad, lo que evitará el riesgo mencionado.

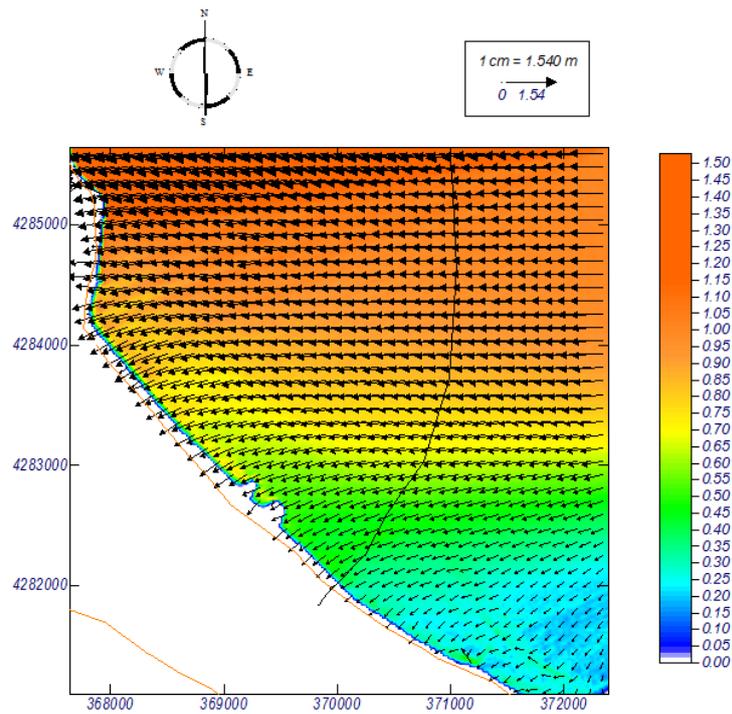
A partir del análisis de los datos WANA en condiciones medias, se concluye que los oleajes a considerar en las propagaciones desde aguas profundas hasta la zona de proyecto deben ser los comprendidos entre el NNW y el E. Para cada uno de estos sectores se han seleccionado varios períodos (5 s, 8 s y 11 s), en función del análisis de la variable T_p .

Para las correspondientes propagaciones desde aguas profundas, se ha discretizado el dominio en mallas rectangulares, utilizando para cada sector una malla adecuada para la bondad numérica de los resultados. En la siguiente imagen se muestra la batimetría interpolada en todo el dominio computacional y la malla que se ha utilizado para propagar los oleajes procedentes del E y ESE.

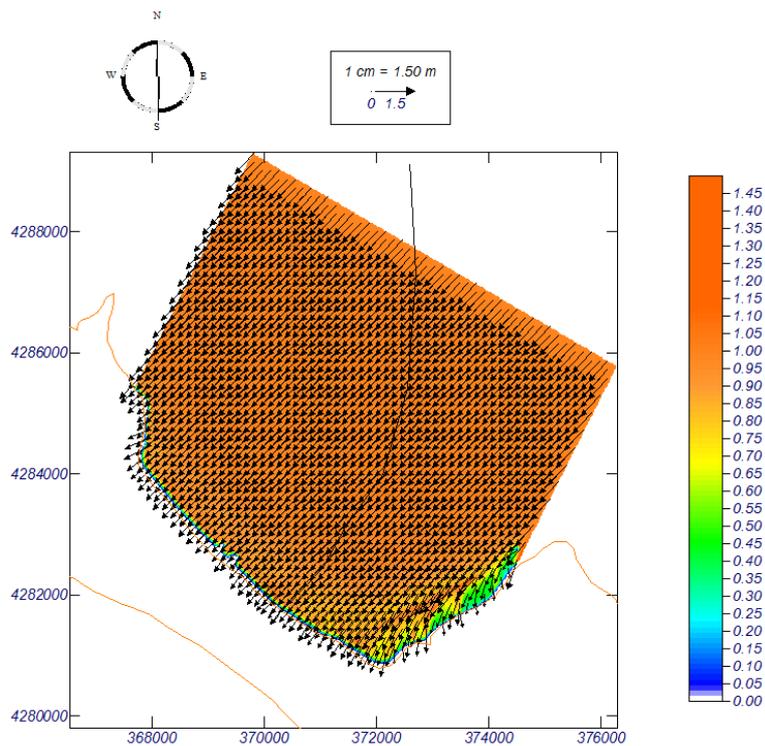


Batimetría interpolada en todo el dominio computacional y malla que se ha utilizado para propagar los oleajes procedentes del E y ESE.

A continuación se muestran las figuras “Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias” con la simulación realizada para propagar los oleajes de los sectores E y NE con una altura de ola en aguas profundas de 1 m y $T_p = 5$ s, desde aguas profundas hasta la costa. Esta figura proporciona información sobre la altura de ola propagada (en azul se representan valores próximos a 0 m y en naranja los valores por encima de 1 m). Estas alturas de ola propagadas se pueden interpretar como coeficientes adimensionales de propagación y utilizarse para propagar todo el registro desde aguas profundas hasta la costa. También se han dibujado vectores que representan la dirección de incidencia del oleaje.



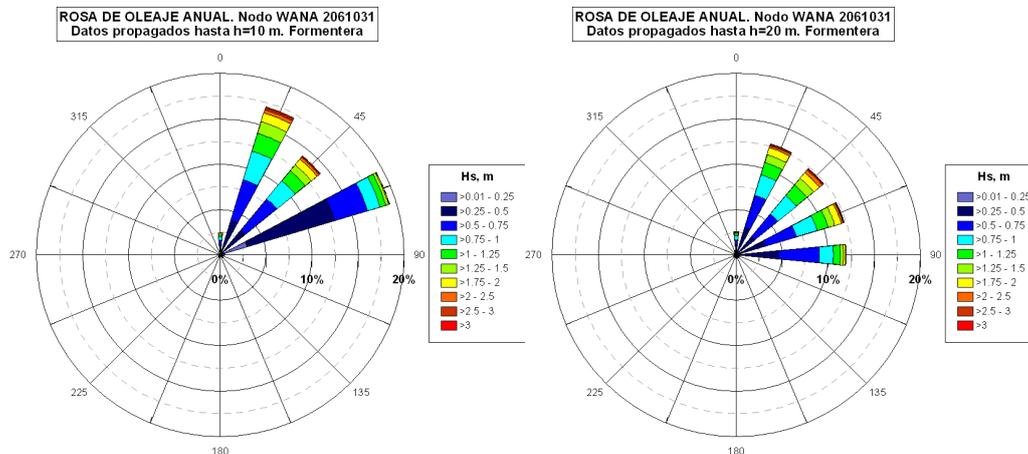
*Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias y dirección de incidencia. Sector E,
 $H_s = 1 \text{ m}$, $T_p = 5 \text{ s}$.*



*Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias y dirección de incidencia. Sector NE,
 $H_s = 1 \text{ m}$, $T_p = 5 \text{ s}$.*

Una vez propagados estos oleajes tipo, se han utilizado los coeficientes adimensionales calculados a partir de ellos para propagar todo el registro de oleaje desde aguas profundas hasta un calado de 20 m y de 10 m.

Las rosas de oleaje de estos datos muestran que la mayor parte de los oleajes se concentran entre los sectores NNE y E a los 20 m de calado y entre el NNE y ENE para los 10 m. En la distribución sectorial del oleaje a 10 m de calado tiene gran influencia en la zona de Punta Prima (Formentera), situada al E de la zona de interés.



Rosas de oleaje anual para datos propagados desde aguas profundas hasta un calado de 10 m, a la izquierda, y 20 m, a la derecha.

Corrientes y transporte de sedimentos

A partir de los resultados de la propagación de los oleajes se ha calculado las corrientes asociadas al oleaje en rotura (con el modelo COPLA) y a partir de éstas también se ha calculado el transporte de sedimentos (con el modelo EROS).

Estas corrientes y estos transportes afectan únicamente a la zona más próxima a la costa, siendo prácticamente nulas fuera de la zona de rompientes. Se ha determinado la profundidad de cierre tanto para el ámbito de estudio de Ibiza como Formentera, siendo esta profundidad el calado a partir del cuál se puede considerar que no existe movimiento significativo del sedimento del fondo, debido a la acción del oleaje. El cálculo de la profundidad de cierre se ha realizado mediante las formulas de Hallermeier (1981) y Birkemeier (1985). Los valores resultantes dan una idea de los calados máximos a los que se puede producir transporte de sedimentos.

Los resultados obtenidos en el caso de Ibiza ha sido 4,09 m (Hallermeier) y 3,11 m (Birkemeier) mientras que en Formentera se ha obtenido un valor de 4,3 m (Hallermeier) y 3,6 m (Birkemeier).

Con esto también se contrasta el resultado encontrado en el análisis de las corrientes generadas por el oleaje en rotura. Como conclusión, se puede considerar que la parte activa del perfil en el caso de Talamanca es de 4,1 m mientras que en Formentera llega hasta los 4,3 m.

6.1.2.4. Calidad de las aguas

Aproximadamente el 33% de la población española vive en la costa, aunque esta zona ocupa únicamente el 6,7% del territorio nacional. Este hecho provoca una fuerte densificación del territorio en el litoral y, en consecuencia, una fuerte presión sobre todas las zonas costeras anexas al litoral. Esta presión produce entre otros efectos una contaminación, en mayor o menor medida, de las aguas anexas a las zonas litorales. Mediante el estudio y caracterización de la calidad de estas aguas se puede determinar cuál es su grado de contaminación e incluso su origen.

Habitualmente las fuentes de contaminación son infinitas, aunque se pueden reducir a cinco grandes grupos: naturales, industriales, agropecuarias, residuales y pluviales. Los contaminantes llegan al mar mediante el agua (ríos, ramblas, emisarios submarinos, afluentes de pluviales, lluvia etc.), la atmosfera (aerosoles) y vertidos directos (embarcaciones, plataformas petrolíferas etc.).

En este estudio, para analizar el estado de las aguas marinas de las zonas de investigación, se presenta en primer lugar su calidad sanitaria (contaminación biológica, física y química) a partir de los datos de la administración regional sobre la calidad de las aguas de baño y después se analiza la contaminación fisicoquímica de las mismas a partir de los datos obtenidos en campo, que se obtuvieron en varias campañas oceanográficas llevadas a cabo durante el año 2010 por el equipo técnico de Tecnoambiente, S.L.U. En dicha campaña se hizo un estudio de la estructura vertical termohalina de la columna de agua y se efectuó una analítica fisicoquímica a partir de la toma de muestras en diversas estaciones y a diferentes niveles de profundidad.

6.1.2.4.1. Calidad de las aguas de baño

Para el análisis de la calidad de las aguas de baño se han consultado los datos del “Programa de Control Sanitario de las Aguas de Baño del litoral de les Illes Balears”, desarrollado por el Servicio de Protección de la Salud de la Dirección General de Salud Pública y Participación.

En este programa se realizan visitas de inspección a las playas establecidas como puntos de referencia y control para la calidad de las aguas. Se analizan quincenalmente (como mínimo) las aguas de baño determinando su calidad sanitaria de acuerdo con los criterios que establece la Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consell, de 15 de febrero de 2006 y en el Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.

En la tabla siguiente se indican los criterios de clasificación de la calidad de las aguas utilizados por la Conselleria de Salut i Consum en el marco del Programa de Control Sanitario de las aguas de baño del litoral de las Islas Baleares.

Valores para la evaluación de las aguas costeras según Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre.

Clasificación	Enterococos intestinales (ufc/100 mL)	Escherichia coli (ufc/100 mL)
Se prohíbe temporalmente el baño	≥1000	≥2000
No se recomienda el baño temporalmente	De 200 a 1000	De 500 a 2000
Aguas aptas por el baño	≤200	≤500

A parte de los controles analíticos durante los muestreos, se lleva a cabo una inspección visual en la cual se determina la transparencia del agua, la existencia de contaminación o presencia de medusas, de residuos alquitranados, de cristal, de plástico, de caucho, de madera, materias flotantes, de tensioactivos, de restos orgánicos y de cualquier otro residuo u organismo.

En cuanto a las zonas en estudio, el Servicio de Protección de la Salud ubica tres puntos de control para el seguimiento de la calidad de las aguas de baño: dos en la playa de Talamanca (uno ubicado a la izquierda y otro a la derecha de la playa) y uno en el centro de la playa de Es Pujols (Formentera).

En la tabla que se presenta a continuación se muestra la calificación anual desde el 2010 hasta el año 2018 para los tres puntos de control ubicados en la zona de estudio.

Calificación anual de los puntos de control para la temporada 2010-2018.

Zona de muestreo	Ubicación	Clasificación								
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Talamanca	Izquierda playa	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Buena	Buena
Talamanca	Derecha playa	Excelente	Buena	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Buena	Buena
Es Pujols	Centro playa	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Fuente: Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears.

En general, como se observa en la tabla anterior, la calidad de las aguas de baño en los tres puntos de muestreo ubicados en la zona de estudio se puede definir buena a lo largo de los controles llevados a cabo en las estaciones de baño entre el 2010 y el año 2018.

Ibiza

En cuanto a la cala de Talamanca, a partir de los resultados obtenidos en los controles llevados a cabo en los últimos 9 años se puede afirmar que la calidad sanitaria de las aguas marinas es excelente a excepción de los años 2017 y 2018, cuando no se cumplieron correctamente todos los estándares de calidad.

Formentera

En referencia a Formentera, pese a que el punto de muestreo se encuentre alejado de la zona de aterraje del cable; en los 9 años considerados, las aguas de este tramo costero se han clasificado como excelentes para el baño. Este hecho indica una buena calidad sanitaria de las aguas en esta zona y la ausencia de indicios de contaminación microbiológica.

6.1.2.4.2. Calidad fisicoquímica de las aguas marinas

Para completar la descripción de la calidad del agua en el ámbito de estudio se han analizados los parámetros indicadores de las principales características del agua marina en los ámbitos de estudio.

En cada una de las áreas de estudio (Ibiza y Formentera) se tomaron 30 muestras de agua de mar en 15 estaciones dispuestas a lo largo de la malla de muestreo y a dos niveles de profundidad.

Las muestras de agua se trataron en el laboratorio mediante los protocolos adecuados a aguas marinas. Los valores de los distintos parámetros analizados en las muestras, tanto a nivel físico

(transparencia, materias en suspensión, etc.) como a nivel de componentes químicos (nutrientes, pH, etc.).

En general, a partir de los resultados obtenidos, se puede afirmar que las aguas marinas de ambas zonas de estudio no presentan indicios de contaminación. De hecho, tanto las concentraciones de los nutrientes inorgánicos como de los hidrocarburos totales se encuentran en la mayor parte de los casos por debajo del límite de detección del método analítico empleado para su determinación. Además, las concentraciones de oxígeno disuelto y de carbono orgánico total se encuentran en la normalidad ambiental para aguas de estas características en todas las muestras analizadas, tanto las superficiales como las profundas.

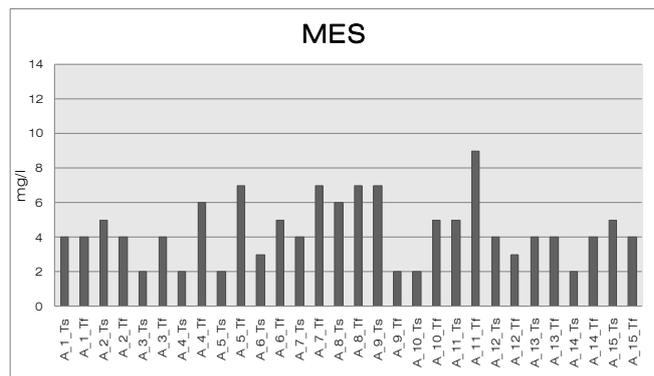
En los siguientes apartados se comentan en detalle los resultados obtenidos a partir de la batería analítica realizada sobre las muestras de agua.

Materias en suspensión y turbidez

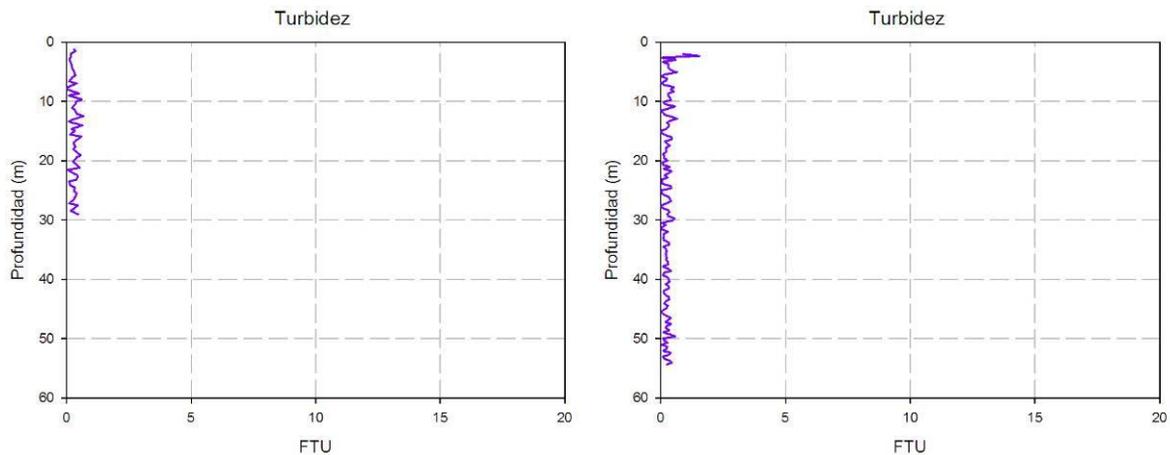
En el Mar Mediterráneo, en general, los valores de las materias en suspensión en aguas abiertas oscilan alrededor de 1 mg/L. Sin embargo en zonas costeras la media se sitúa entorno a los 5-6 mg/L alcanzando los 10 mg/L en las zonas costeras de ámbito urbano debido a aportaciones de origen terrestre (se pueden hallar valores de hasta 25-30 mg/L). En las islas Baleares estos niveles son inferiores debido a que no existen aportes fluviales continuos, limitándose a aportes puntuales de pequeños cauces (torrentes) con régimen torrencial propio del ámbito mediterráneo y a los aportes de origen antrópico a través de emisarios y aliviaderos. En cuanto a las concentraciones de MES (materias en suspensión) en los ámbitos de estudio, se encuentran por debajo de 6 mg/L. No obstante, se ha de tener en cuenta que estos parámetros están sometidos a una marcada variabilidad temporal en función de las condiciones hidrográficas del momento, así como de las posibles aportaciones costeras.

Ibiza

Tal y como se puede apreciar en el gráfico que se presenta a continuación, la concentración de MES en las aguas de Ibiza es en general baja, oscilando entre valores inferiores a 2 mg/L y 9 mg/L (A_11_Tf). A tenor de estos resultados, de los valores obtenidos para la turbidez y de las observaciones realizadas (desde superficie, filmaciones e inmersión por buzos) se puede considerar que en la zona de estudio las aguas marinas son relativamente transparentes a lo largo de toda la columna (<1 FTU).



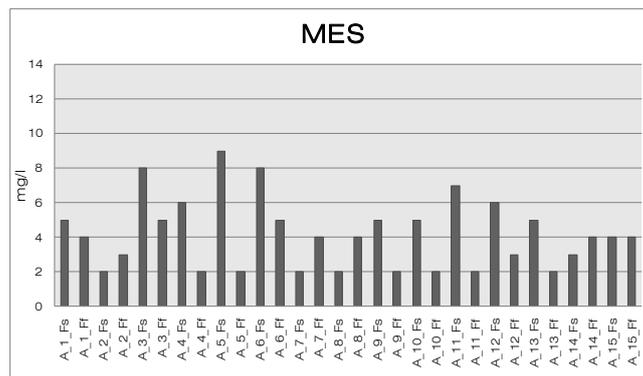
Representación gráfica de las concentraciones de MES de las muestras ubicada en Ibiza.



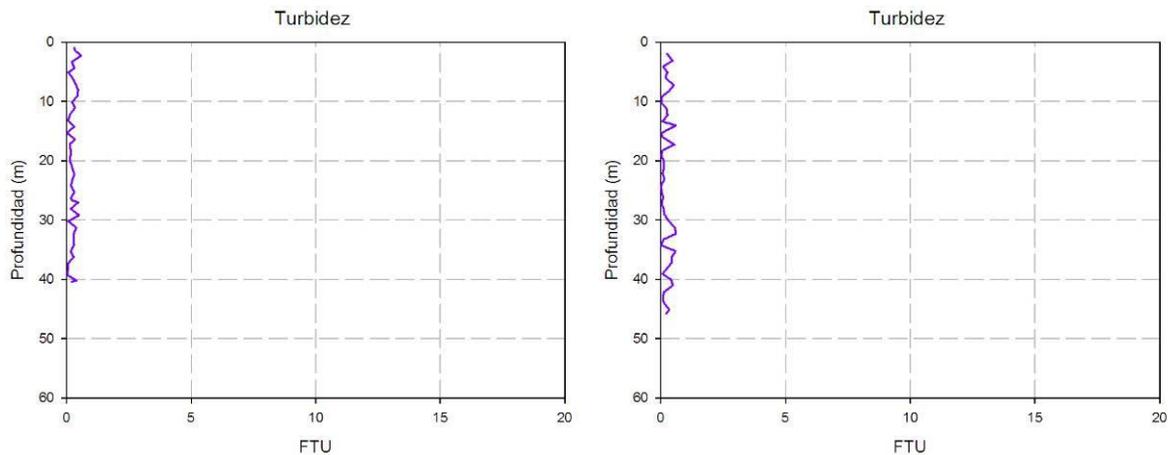
Perfiles de turbidez (CTD 5 y CTD 12) en Ibiza.

Formentera

De forma general, tal y como se puede apreciar en el gráfico que se presenta a continuación, los resultados obtenidos en todas las estaciones consideradas para la determinación de la calidad de las aguas en Formentera varían entre valores inferiores a 2 mg/L y un máximo de 9 mg/L (A_5_Fs). Estos valores son indicadores de aguas transparentes con una escasa presencia de materiales en suspensión. En el caso de la turbidez, los valores obtenidos en las estaciones de muestreo han sido en todos los casos inferiores al límite de detección del método analítico empleado para su determinación (<1 FTU), con excepción de la estación A_2_F, donde se han observado valores superiores a este límite: 1,3 FTU en superficie y 1,0 FTU en la capa profunda de la columna de agua. En general, estos bajos valores de turbidez se corresponden con los detectados para las materias en suspensión.



Representación gráfica de las concentraciones de MES de las muestras ubicada en Formentera.



Perfiles de turbidez (CTD 23 y CTD 24) en Formentera.

Nutrientes inorgánicos

Los nutrientes indispensables para la síntesis de materia orgánica en el medio marino son sales de nitrógeno, fósforo y silicio. La concentración de estos compuestos es determinante para la regulación de las poblaciones fitoplanctónicas, siendo la mayor o menor cantidad de estos nutrientes la causa de episodios de eutrofización y oligotrofización respectivamente. De forma general, las concentraciones de estos compuestos suelen ser muy bajas en toda la columna de agua, y ligeramente superiores en los niveles más profundos.

En la capa superficial la concentración de nutrientes alcanza sus valores más elevados a finales del invierno, esta situación posibilita una mayor biomasa de productores primarios durante la primavera. Las poblaciones de microalgas aprovechan esta biodisponibilidad que, unida al aumento de la temperatura y a una mayor insolación, les permite captar los compuestos presentes en la columna de agua después de la regeneración bacteriana de los sedimentos. Esto explica el empobrecimiento de nutrientes y una reducción en la biomasa de productores primarios durante la primavera. Los nutrientes que más influyen en este proceso son los fosfatos y los nitratos.

Para las especies del nitrógeno (nitrito, nitrato y amonio), su importancia y distribución son muy similares a las del fósforo, debido a que los compuestos del fósforo cumplen unas funciones similares en el medio marino a los del nitrógeno y tanto los consumidores como las fuentes de producción son las mismas para ambas sustancias.

Debido a que actualmente no existe ninguna normativa que recoja un compendio de valores característicos o establezca unos límites determinados para los niveles de nutrientes en el ámbito de estudio, se ha tomado como valores de referencia los incluidos en el Reglamento de calidad de las aguas litorales en el Orden de 14 de febrero de 1997 de la Junta de Andalucía (BOJA nº 27).

Nutriente	Valor ref. (mg/L)	Valores medios (mg/L)	
		Ibiza	Formentera
Nitratos (NO₃)	1	0,0924	0,0902
Nitritos (NO₂)	0,6	0,0241	0,0261
Amonio (NH₄)	1	<0,010	<0,010
Fosfatos (PO₄)	0,6 (P total)	<0,010	<0,010

Ibiza

En la mayor parte de las muestras analizadas, las concentraciones de nutrientes son inferiores a los límites de detección de los métodos analíticos empleados para su determinación. Los resultados obtenidos son muy homogéneos para todas las muestras.

Los niveles observados en el ámbito de estudio son propios de aguas litorales normales, y no presentan indicios de eutrofización de las masas de agua. Se trata de aguas oligotróficas, pobres en nutrientes inorgánicos, situación esperada en las Baleares.

Formentera

En cuanto a las muestras analizadas para determinar la calidad de las aguas marinas de la zona de estudio en Formentera, la concentración de los nutrientes es muy parecida en todas las estaciones de muestreo y es en la mayor parte de los casos inferior al límite de detección de los métodos empleados para su determinación.

En general los valores obtenidos para los parámetros analizados son valores bastante bajos. Para el amonio, los nitritos y los nitratos las concentraciones detectadas se encuentran muy cerca de los valores esperados para las aguas marinas en este período. En el caso del fosfato, los valores son también bajos, no sobrepasando en ningún caso los 0,01 mg/L.

Hidrocarburos totales

En cuanto a los hidrocarburos totales, en todas las muestras analizadas se han registrado concentraciones inferiores al límite de cuantificación de 500 µg/L para la determinación de este parámetro. Las concentraciones de hidrocarburos totales registradas en todos los puntos de muestreo, tanto en la capa superficial como en la zona profunda de la columna de agua, se encuentran dentro del rango esperado en aguas marinas de este tipo.

En conclusión, a partir de estos resultados se puede considerar que no existen indicios de contaminación por hidrocarburos en las aguas marinas de ambas zonas de estudio.

Oxígeno disuelto

De forma general, los procesos de oxidación biológica y química de la materia orgánica tienen el oxígeno como elemento básico y su concentración está directamente controlada por distintos procesos que se combinan entre sí:

- Intercambio entre las masas de agua y la atmósfera;
- Mezcla turbulenta de las capas de agua;
- Procesos fotosintéticos (que producen oxígeno);
- Respiración y otros procesos químicos y biológicos (que consumen oxígeno).

La cantidad de oxígeno disuelto y su distribución en una masa de agua variará en función de la interacción entre estos factores y las alteraciones producidas por factores internos o externos al sistema que modifican el equilibrio dinámico entre estos factores. El contenido en oxígeno del agua de mar varía normalmente entre 6 y 9 mg/L.

La concentración de oxígeno disuelto es un indicador de la “salud ambiental” del sistema, de modo que cualquier concentración que se aparte significativamente de los valores de saturación (a causa de un exceso de consumo por los descomponedores cuando hay demasiada materia orgánica en el medio y en condiciones de eutrofia) alerta de la existencia de riesgos en el medio, relacionadas muy probablemente con una alteración de los equilibrios naturales a causa de la presencia cercana de vertidos con contaminación orgánica, con el consiguiente riesgo de no

poder albergar ciertas formas de vida. Un nivel alto de oxígeno disuelto es un buen indicador de la salud del medio.

Ibiza

Los valores de oxígeno disuelto registrados en las estaciones ubicadas en Ibiza indican un buen grado de oxigenación de las aguas, variando entre un mínimo de 6,0 mg/L (A_9_Ts) y un máximo de 7,9 mg/L (A_1_Tf, A_2_Tf, A_3_Tf y A_4_Tf).

Formentera

Las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas en todas las muestras analizadas para la determinación de la calidad fisicoquímica de las aguas, tanto las muestras de la capa superficiales como las de la capa más profunda, se encuentran dentro del rango establecido, variando entre 6,8 y 8,1 mg/L. Por tanto se puede descartar la existencia de condiciones anóxicas en el medio.

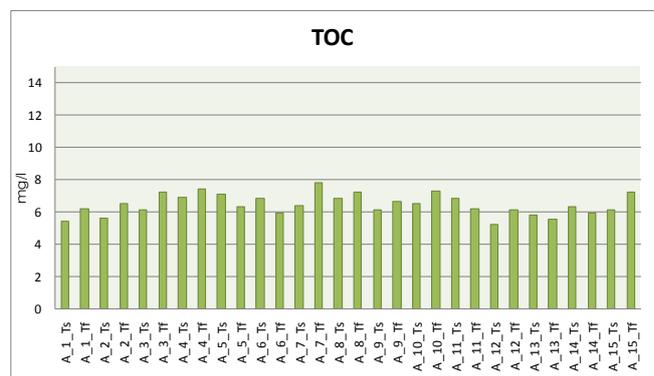
Carbono orgánico total (TOC)

El Carbono Orgánico Total (TOC) es la cantidad de carbono unido a un compuesto orgánico y se usa frecuentemente como un indicador de la carga orgánica de las aguas y, por consiguiente, de su calidad ambiental.

En el mar, la materia orgánica se encuentra principalmente en su forma disuelta formada por sustancias complejas poliméricas que han resistido al ataque bacteriano y por compuestos en forma coloidal. La procedencia de materia orgánica en el medio marino puede ser de carácter alóctono (procedente de ríos que arrastran materiales originados por procesos naturales o de origen antropogénico) o de carácter autóctono (por autólisis enzimática de los organismos muertos, por acción bacteriana en dichos restos o por excreciones de animales y algas).

Ibiza

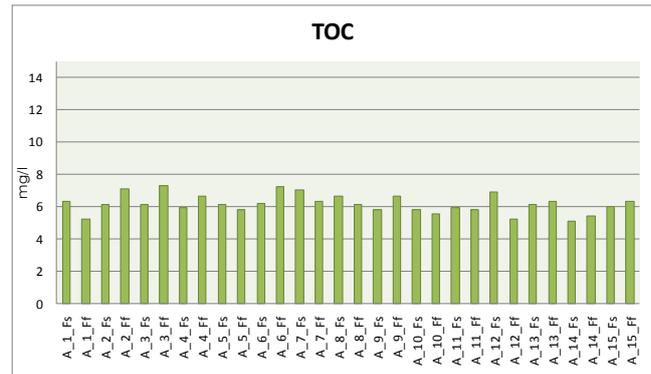
En Ibiza, tal y como se puede observar en el gráfico que se presenta a continuación, se han encontrado valores de TOC bastante uniformes en todas las muestras analizadas, con concentraciones que varían entre un mínimo de 5,5 mg/L (A_12_Ts) y un máximo de 7,8 mg/L (A_7_Tf). Se trata de concentraciones normales para aguas de estas características y para el período del año en el cual se llevó a cabo el muestreo (principio de verano).



Representación gráfica de las concentraciones de TOC de las muestras ubicada en Ibiza.

Formentera

Las concentraciones de TOC registradas en la zona de Formentera son muy homogéneas a lo largo de todas las estaciones consideradas para la determinación de la calidad fisicoquímica de las aguas marinas en esta zona. Los valores obtenidos varían entre un mínimo de 5,1 mg/L (A_14_Fs) y 7,3 mg/L (A_3_Ff). A partir de estos resultados se puede afirmar que no existen indicios de contaminación orgánica en las aguas de la zona de estudio.



Representación gráfica de las concentraciones de TOC de las muestras ubicada en Formentera.

6.1.2.4.3. Perfiles termohalinos

Para la caracterización de la estructura vertical de la columna de agua se llevaron a cabo una serie de perfiles termohalinos generados a partir de las medidas in situ tomadas de manera continua con sonda multiparamétrica (CTD).

En cada una de las zonas de estudio (Ibiza y Formentera) se establecieron 8 estaciones de muestreo distribuidas de manera uniforme a lo largo de toda el área.

En cada punto de muestreo se determina el perfil vertical de la columna de agua en relación a diversos parámetros, tales como la temperatura (°C), la salinidad (psu), la densidad (kg/m³), conductividad mS/cm, entre otros.

Tras cada parámetro descrito se presentan algunos ejemplos de los perfiles verticales representativos para la caracterización de la calidad de las aguas marinas de las zonas de estudio. En particular se han escogido dos perfiles: CTD-06 en Ibiza y CTD-26 en Formentera.

Temperatura

De forma general, las temperaturas de las aguas marinas superficiales exhiben una acusada variabilidad estacional, de modo que pueden estar por debajo de los 13°C en invierno y superar los 27°C en verano. Estas variaciones de temperatura siguen un patrón de comportamiento cíclico generado por dos cambios térmicos notables que coinciden con las transiciones estacionales invierno-primavera y verano-otoño, dando lugar a la aparición de las termoclinas estacionales superficiales.

Durante el comienzo del periodo primaveral se produce un gradiente térmico poco acusado que da lugar a la formación de la termoclina a unos 10 m de profundidad. A medida que se acerca la primavera, el gradiente térmico va aumentando y la termoclina estacional se va haciendo más acusada y profunda, hasta llegar al periodo estival, en el cual la estratificación de la columna de agua es muy marcada.

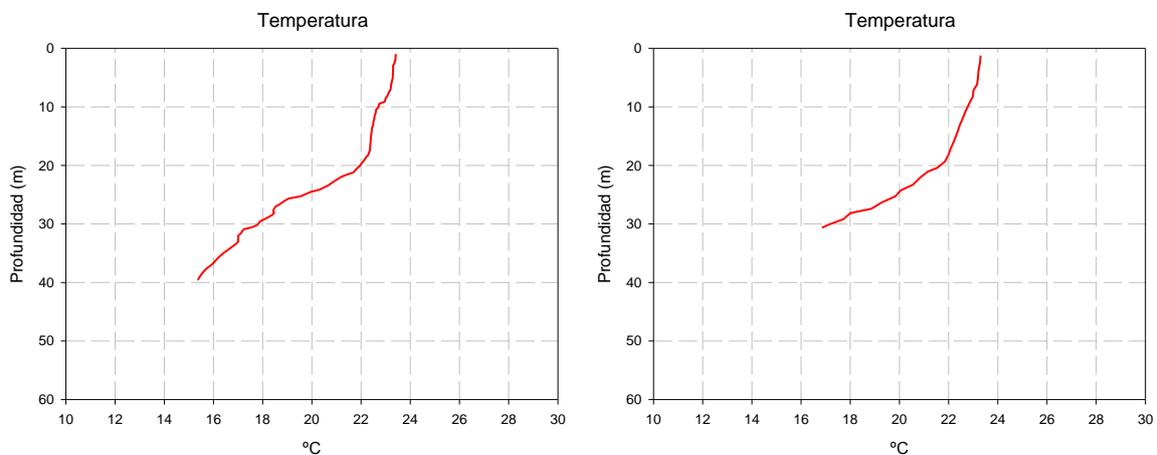
Esto ocurre porque en el periodo estival se produce un mayor calentamiento de las capas superficiales, llegando a alcanzar incluso los 26-27°C de temperatura, dando lugar a esta estratificación clara de la columna de agua. La presencia de la termoclina produce una compartimentación porque actúa como una barrera física para los intercambios entre las capas más superficiales y las capas más profundas.

Con la llegada del otoño las temperaturas en la atmósfera descienden y se produce un enfriamiento de la capa superficial que favorece el aumento gradual de su densidad hacia las capas del fondo. Se inician entonces los procesos de mezcla entre las capas superficiales y

profundas. Durante la época invernal prácticamente toda la columna de agua se encuentra entre 12 y 14°C de temperatura, hasta alcanzar profundidades de unos 100 m. Esta ausencia de gradiente térmico da lugar a una homogeneización de la columna de agua en profundidad.

En cuanto a los perfiles de temperatura obtenidos a partir de los trabajos de campo, se observa una marcada estratificación de la columna de agua que, como se ha comentado anteriormente, es típica de la época de verano, periodo en el cual se ha realizado el muestreo (julio 2010). Además, tal y como se puede observar en los gráficos de los perfiles termohalinos, existe una elevada uniformidad entre las estaciones muestreadas, identificándose en todas ellas una clara separación de la columna de agua en tres capas:

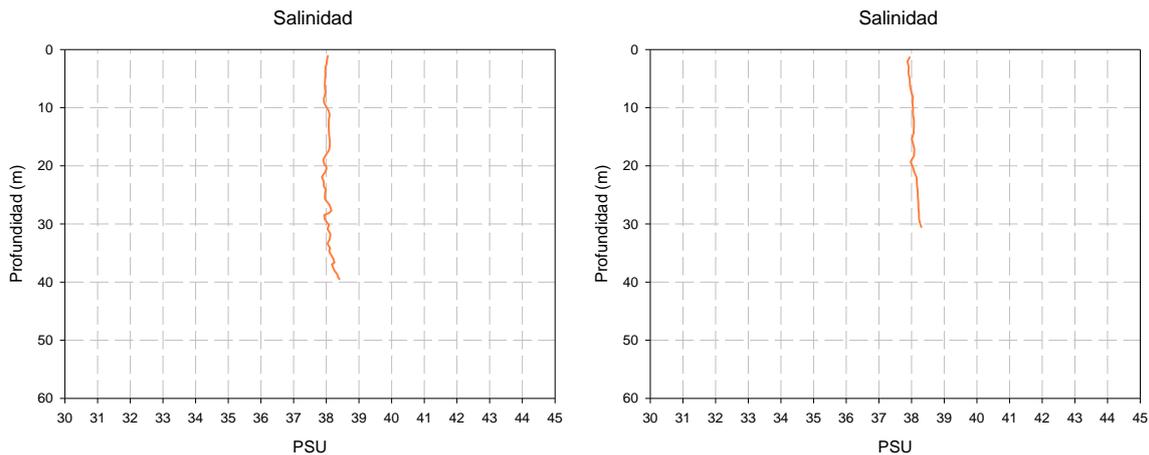
- La capa superficial, hasta los 20 m de profundidad, caracterizada por temperaturas más elevadas, entre 22°C y 23,5°C.
- La capa intermedia, entre 20 y 30 m de profundidad, donde se localiza la termoclina. En esta zona se observa un gradiente de temperatura de aproximadamente 5°C, registrándose valores de 22°C a 20 m y temperaturas de 17°C a la profundidad de 30 m.
- La capa profunda, que se ubica entre la profundidad de 30 m hasta el fondo de la columna de agua. En este estrato de la columna de agua se registra una gradual disminución de las temperaturas hacia el fondo, hasta alcanzar valores mínimos de 14°C a 50 m de profundidad.



Perfiles de temperatura en Ibiza (CTD 06) a la izquierda y en Formentera (CTD 26) a la derecha.

Salinidad

En cuanto a la salinidad, los valores normales para aguas del Mediterráneo son entre 36,4 y 39,5 psu debido tanto a su ubicación en una zona climática subtropical con elevada evaporación como al ser el Mediterráneo un mar casi independiente.



Perfiles de salinidad en Ibiza (CTD 06) a la izquierda y en Formentera (CTD 26) a la derecha.

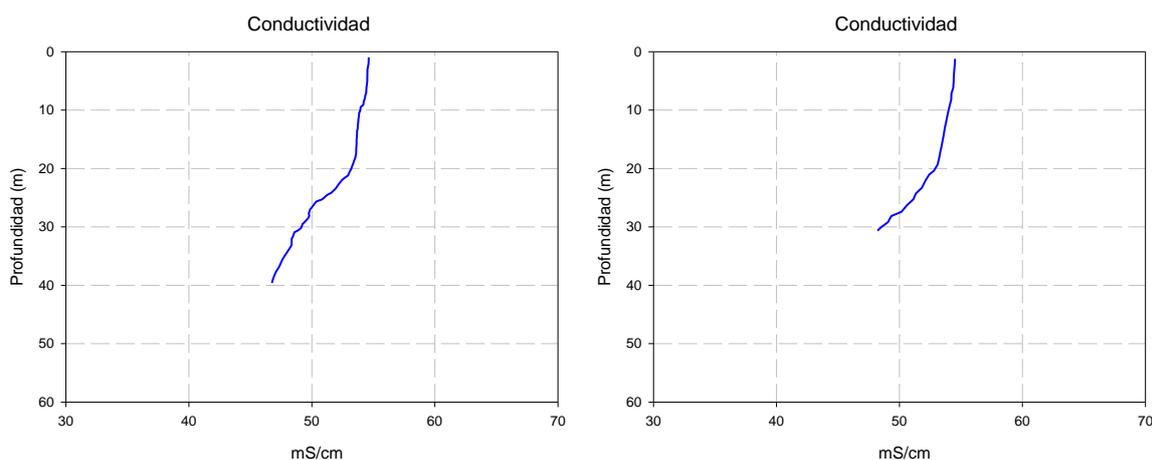
De forma general, los valores observados son muy homogéneos a lo largo de todas las estaciones consideradas para la caracterización de las aguas marinas, variando entre un mínimo de 37,5 psu en la zona más superficial de la columna de agua y 38,5 psu en la capa más profunda. En todos los perfiles obtenidos se observa un gradiente de 1 psu aproximadamente entre la superficie y el fondo de la columna de agua caracterizado por una zona de transición e inestabilidad en la capa intermedia, donde se ubica la termoclina, entre 20 y 30 m de profundidad.

Conductividad y densidad

Tanto los perfiles verticales de conductividad como los de densidad, ambas variables correlacionadas con la temperatura y la salinidad, manifiestan la marcada estratificación típica de la época del año en la cual se ha llevado a cabo el muestreo (verano).

Conductividad

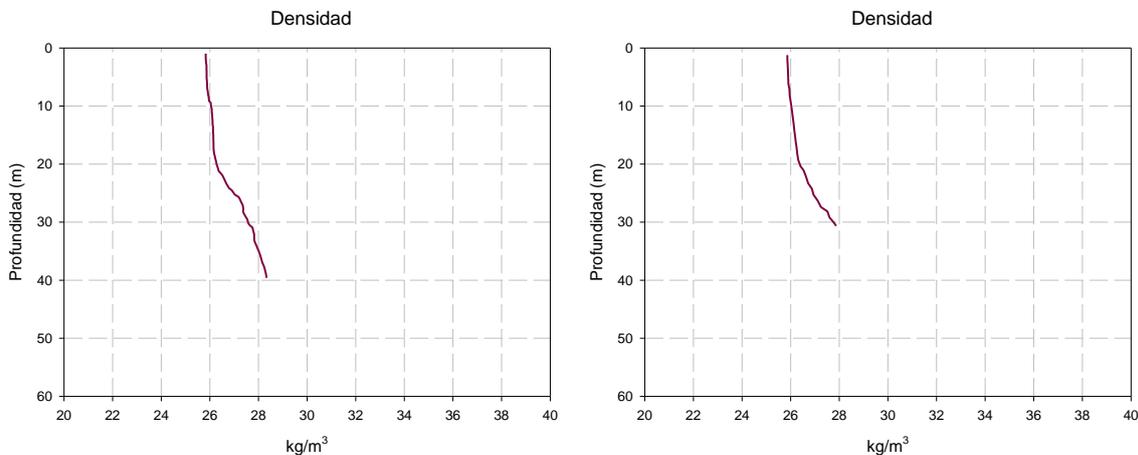
La conductividad sigue la misma tendencia de la temperatura, registrando un gradiente acusado entre la capa más superficial y la profunda (10 mS/cm aproximadamente) y con la presencia de tres zonas de la columna de agua bien diversificadas: una capa superficial, hasta los 20 m, con valores alrededor de 55-57 mS/cm, una zona intermedia (entre las profundidades de 20 y 30 m) donde la conductividad varía entre 48 y 55 mS/cm y la capa más profunda (a partir de 30 m hasta el fondo) con valores más reducidos de 45-47 mS/cm.



Perfiles de conductividad en Ibiza (CTD 06) a la izquierda y en Formentera (CTD 26) a la derecha.

Densidad

También en el caso de la densidad es muy evidente el proceso de estratificación de la columna de agua. Para este parámetro pero el perfil resulta ser invertido respecto a la temperatura: en la capa superficial, donde la temperatura del agua es mayor, se registran las densidades más bajas, alrededor de 26-27 kg/m³, mientras que hacia el fondo, donde el agua alcanza unos mínimos de 14°C, se encuentran valores máximos de densidad, de hasta 29 kg/m³.



Perfiles de densidad en Ibiza (CTD 06) a la izquierda y en Formentera (CTD 26) a la derecha.

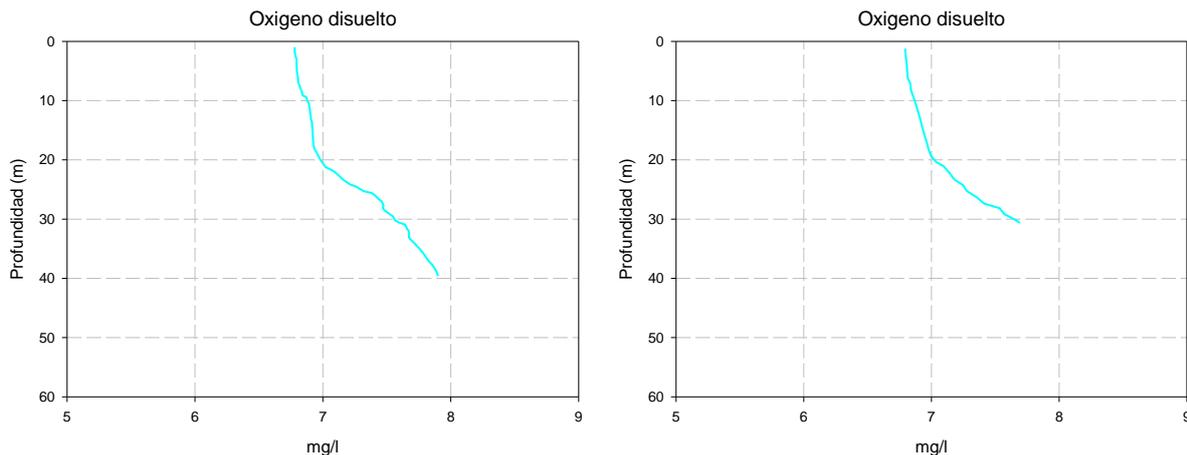
Oxígeno disuelto

En cuanto al oxígeno disuelto, su concentración depende de multitud de factores como:

- Producción fotosintética por parte de organismos vegetales;
- Consumo de animales y vegetales marinos;
- Reacciones de oxidación de sulfuros de hierro y de manganeso, de la materia orgánica, oxidación bacteriana etc.;
- Intercambio entre agua y atmosfera;
- Eutrofización por fosfatos de los detergentes, nitratos detergentes y materias orgánicas procedentes de vertidos;
- Paroxismo, desaparición de oxígeno, por sustitución de organismos aerobios por anaerobios que expelen gases sulfurosos;
- Temperatura.

Las variaciones mayoritarias en cuanto a enriquecimiento de oxígeno se dan casi exclusivamente en las zona fótica. En zonas más profundas se produce renovación en menor intensidad, debido las corrientes verticales y horizontales.

Como se puede observar en los gráficos anteriores, los perfiles del oxígeno disuelto de las estaciones de muestreo presentan una marcada estratificación de la columna de agua, con un gradiente positivo entre la capa más superficial y la profunda, donde se alcanzan concentraciones de 8,2 mg/L. Tanto los valores registrados en todas las estaciones de muestreo como los perfiles obtenidos a partir de los trabajos de campo son indicadores de una elevada oxigenación de la columna de agua y, por tanto, de un buen estado ecológico de las aguas en esta zona.



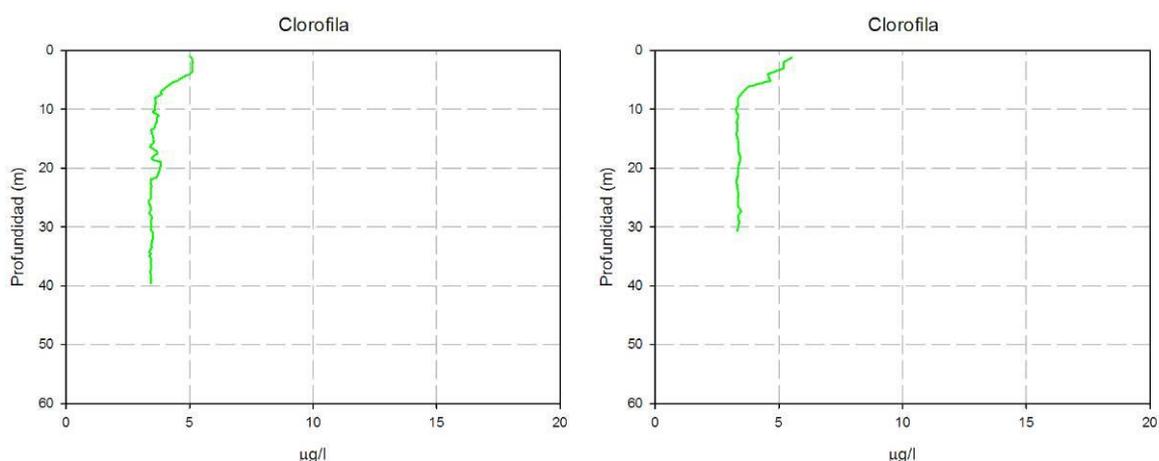
Perfiles de oxígeno disuelto en Ibiza (CTD 06) a la izquierda y en Formentera (CTD 26) a la derecha.

Fluorescencia

La medición de la fluorescencia de la clorofila-a, medida en RFU o $\mu\text{g/L}$, es una de las principales variables utilizadas para la medición de la tasa de fotosíntesis y, en consecuencia, de la presencia de organismos fitoplanctónicos que generan la producción primaria de los océanos.

Esta producción primaria suele tener importantes fluctuaciones naturales tanto en el espacio como en el tiempo. Posee carácter estacional y depende en gran medida de los aportes de nutrientes orgánicos e inorgánicos procedentes de aguas continentales de forma natural o antropogénica (vertidos costeros). Una excesiva producción algal genera un deterioro en la calidad del agua, especialmente por déficit de O_2 .

En las zonas de estudio la concentración de clorofila-a es muy homogénea a lo largo de las estaciones consideradas para la caracterización de la columna de agua. En general, se observan valores más elevados para este parámetro en la capa más somera donde las actividades fotosintéticas son más intensas. No obstante, se trata de todas maneras de valores normales para aguas de estas características.



Perfiles de clorofila en Ibiza (CTD 06) a la izquierda y en Formentera (CTD 26) a la derecha.

6.1.2.5. Calidad de los sedimentos marinos

En este apartado se presentan los resultados procedentes de la caracterización de los sedimentos superficiales que conforman los fondos submarinos del área objeto de investigación.

La descripción de los materiales se ha llevado a cabo tanto a nivel de contaminación fisicoquímica como mediante la caracterización granulométrica de los materiales muestreados.

6.1.2.5.1. Calidad fisicoquímica

Para llevar a cabo el estudio de la calidad fisicoquímica de los fondos marinos del área objeto de investigación se han tomado un total de 11 muestras de sedimento superficial, 6 en el ámbito de estudio de Ibiza y 15 en Formentera.

Para determinar la calidad de las muestras de sedimento, se han analizado una serie de parámetros indicadores de las características más comunes del sedimento marino.

La caracterización de los sedimentos de las zonas de estudio se ha realizado siguiendo el protocolo establecido en las “Directrices para la Caracterización del Material Dragado y su Reubicación en Aguas del Dominio Público Marítimo terrestre (DCMD)” del CIEM (2017), en las cuales se establecen tres categorías de materiales en función de los efectos de naturaleza química y/o bioquímica que pudiesen producir sobre la biota.

Estas categorías son establecidas a partir de la definición de unos niveles de acción que son aquellos valores límite de concentración de sustancias tóxicas o no deseables presentes en el sedimento.

Para la caracterización de los sedimentos, las DCMD proponen una batería analítica específica y define unos límites de calidad (niveles de acción) para cada parámetro a analizar. Estos valores se aprecian en la tabla que se presenta a continuación.

Niveles de acción establecidos por el CEDEX (2017).

PARÁMETROS	NIVEL DE ACCIÓN A	NIVEL DE ACCIÓN B	NIVEL DE ACCIÓN C	UNIDADES
Cadmio (Cd)	1,20	2,40	9,60	mg/kg p.s.
Cobre (Cu)	70	168	675	mg/kg p.s.
Cromo (Cr)	140	340	1000	mg/kg p.s.
Mercurio (Hg)	0,35	0,71	2,84	mg/kg p.s.
Níquel (Ni)	30	63	234	mg/kg p.s.
Plomo (Pb)	80	218	600	mg/kg p.s.
Zinc (Zn)	205	410	1640	mg/kg p.s.
Policlorobifenilos (Σ PCB's)	0,05	0,18	0,54	mg/kg p.s.

En la tabla siguiente se muestran los criterios establecidos por las DCMD para catalogar el sedimento en las diferentes categorías definidas.

Criterios establecidos por el CEDEX (2017) para catalogar el sedimento a dragar en diferentes categorías.

NIVELES DE ACCIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Muestras exentas de caracterización química y biológica conforme al Artículo 16 o Cuando la concentración media de todos los contaminantes es \leq NIVEL DE ACCIÓN A	Materiales Categoría A	Pueden verterse al mar, excepto en las zonas de exclusión

NIVELES DE ACCIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Cuando la concentración media de todos los contaminantes es \leq NIVEL DE ACCIÓN B o Cuando la concentración individual o media de alguno de los contaminantes es $>$ NIVEL DE ACCIÓN B y los sedimentos presentan una TOXICIDAD NEGATIVA PARA LA BIOTA MARINA	Materiales Categoría B	Pueden verterse al mar, excepto en las zonas de exclusión y las zonas restringidas
Cuando la concentración media de al menos un contaminante es $>$ NIVEL DE ACCIÓN B y \leq NIVEL DE ACCIÓN C y los sedimentos presentan una TOXICIDAD POSITIVA PARA LA BIOTA MARINA o no se ha realizado caracterización biológica o Cuando la concentración individual o media de al menos un contaminante es $>$ NIVEL DE ACCIÓN C y cumple con las condiciones de SEDIMENTO NO PELIGROSO	Materiales Categoría C	Pueden ser reubicados en aguas del DPMT únicamente de forma confinada

Una vez evaluados los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos para las muestras de las zonas de estudio, se puede considerar que los sedimentos que forman el lecho marino se encuentran dentro de la normalidad ambiental para sedimentos costeros de acuerdo con las DCMD. Los niveles de los parámetros analizados son inferiores al nivel de acción A, por lo que se pueden caracterizar como materiales de Categoría A (no contaminados).

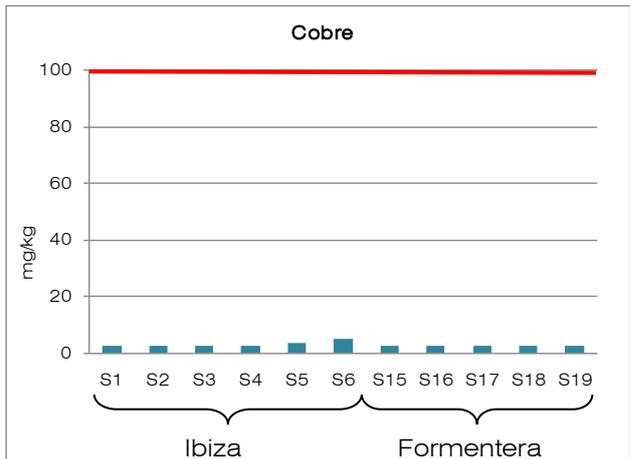
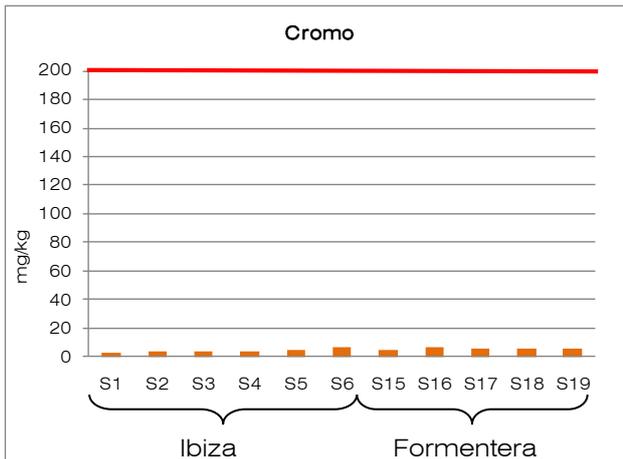
Metales pesados

Las principales vías de incorporación de los metales pesados en los sedimentos son los mecanismos de absorción (proceso que en general es más intenso en fondos ricos en materia orgánica y porcentajes de material fino) y precipitación (fundamentalmente en forma de hidróxido, óxido o carbonato).

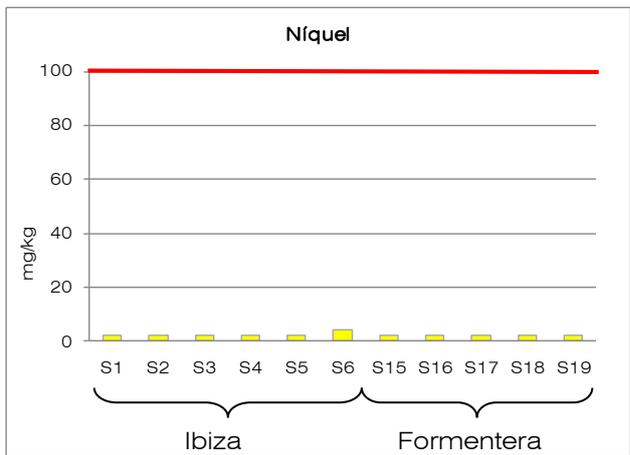
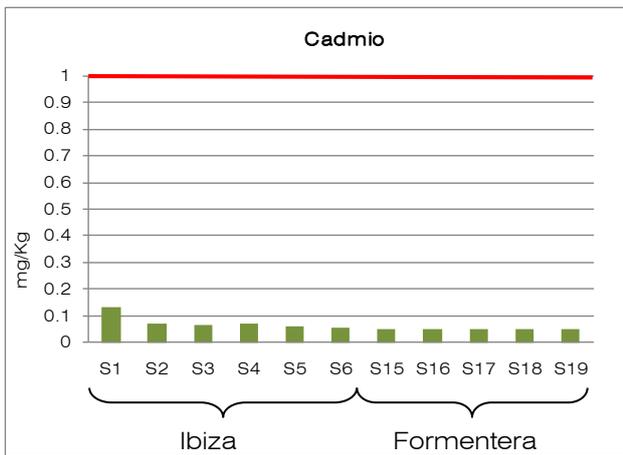
Normalmente la concentración detectada en los sedimentos siempre es mayor que en el agua debido a que éstos van fijando los metales pesados disueltos en el medio receptor acuoso. Aunque por otra parte, también existen diversos procesos que movilizan los metales del fondo haciendo que aumente su concentración en el agua, tal como la acidificación del medio, anoxia, etc.

En cuanto a los metales pesados analizados en las muestras tomadas en las zonas de estudio, todos ellos se encuentran por debajo de las concentraciones límite o niveles de acción establecidos por las DCMD (Art.22.) Además, los resultados obtenidos para estos 7 metales (cromo, cobre, cadmio, níquel, plomo zinc y mercurio) son muy homogéneos entre las distintas estaciones monitorizadas.

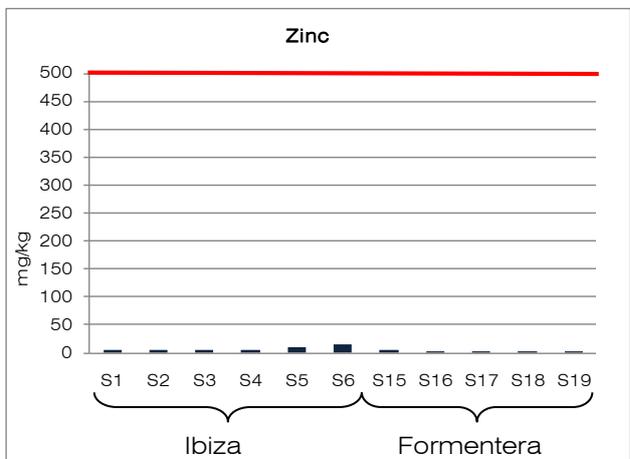
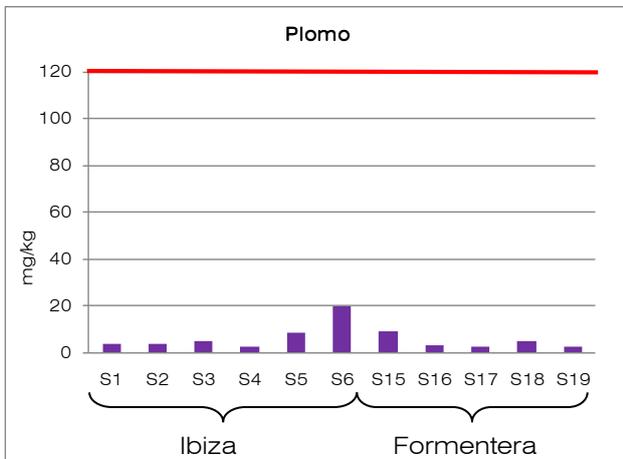
Con los datos obtenidos se han elaborado una serie de gráficos donde se muestran las concentraciones detectadas para los 7 metales pesados analizados y se comparan con los Niveles de Acción A (ver tabla de niveles de acción) establecidos por las DCMD.



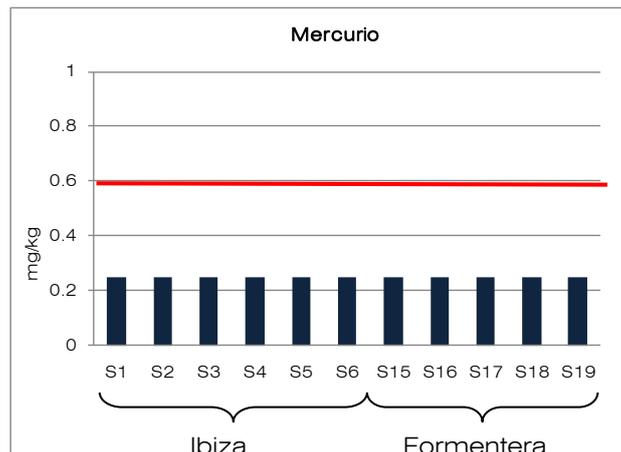
Concentración de cromo y cobre en las muestras de sedimento analizadas.



Concentración de cadmio y níquel en las muestras de sedimento analizadas.



Concentración de plomo y zinc en las muestras de sedimento analizadas.



Concentración de mercurio en las muestras de sedimento analizadas.

Policlorobifenilos (PCB)

Los policlorobifenilos son algunos de los principales compuestos representantes de la gran variedad de moléculas organohalogenadas elaboradas sintéticamente y son mezclas complejas de hidrocarburos aromáticos clorados. Utilizados para distintos fines industriales como agentes plastificantes, ignífugos y aislantes se emplean también como insecticidas en la agricultura.

Las vías de entrada de estas sustancias al mar son básicamente dos:

- Contaminación de las aguas continentales por la industria y la actividad agrícola que acaban llegando a las aguas litorales;
- La vía atmosférica. El transporte atmosférico es el factor más importante de dispersión de compuestos organoclorados hacia zonas alejadas del foco principal de emisión de las mismas.

La acumulación de estos compuestos en el sedimento se debe principalmente a su adhesión a partículas que acaban sedimentando, a la formación de complejos con partículas del sedimento y a la entrada de materia orgánica contaminada (restos animales o vegetales) de niveles superiores.

Al ser sustancias sintéticas (no existen en el medio de forma natural) no pueden ser degradadas biológicamente, por lo que su persistencia en el medio es muy elevada. Su incorporación en la red trófica provoca la bioacumulación, afectando de forma más severa a los niveles superiores (los más frágiles desde el punto de vista ecológico).

La concentración media de los PCB's analizados es inferior en todos los casos al límite de detección analítico individual (0,004 mg/kg p.s.), así como inferior también, al Nivel de Acción A establecido por las DCMD (0,05 mg/kg p.s.). Por tanto, se trata de materiales exentos de contaminación por policlorobifenilos.

Todos los sedimentos analizados en la zona de estudio, se consideran materiales de *Categoría A*, ya que en ningún caso se superan los Niveles de Acción A establecidos, tanto para los microcontaminantes inorgánicos analizados (metales pesados) como para los microcontaminantes orgánicos (PCB's).

En el anejo III de resultados de laboratorio se encuentran las tablas con los valores correspondientes a estos parámetros.

Materia orgánica

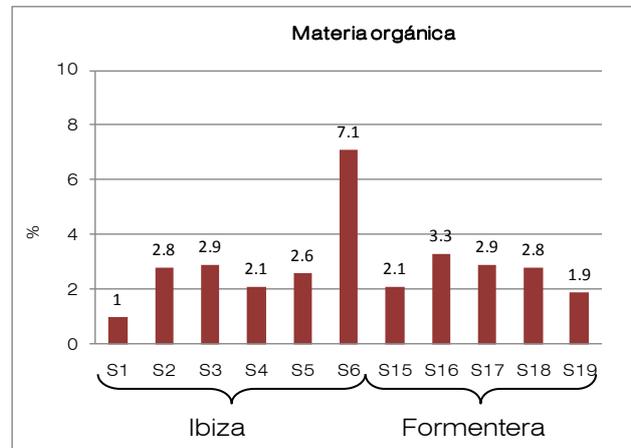
Las fuentes de aporte de materia orgánica a sistema marino son fundamentalmente dos:

- Aportes externos de origen continental (descarga de ríos, emisarios submarinos, aguas residuales, etc.);
- La generada por el propio sistema (exceso de producción fitoplanctónica o de comunidades vegetales bentónicas, excreciones animales y vegetales, descomposición de organismos, etc.).

Este tipo de material acaba sedimentando sobre el fondo y es adsorbido sobre las partículas del sedimento, especialmente las más finas.

Normalmente, la moda con un porcentaje mayor en finos (partículas de tamaño inferior a 0,063 mm) es la que presenta mayor contenido en materia orgánica. Esto es debido a que la materia orgánica se fija al sedimento por procesos de absorción dada la disposición de las cargas y morfología de las moléculas entre otras.

Tal y como se puede observar en el gráfico que se presenta a continuación, en los fondos del área de investigación los niveles de materia orgánica varían entre un máximo de 7,1% (S6) y un mínimo de 1% (S1). Se trata valores normales para sedimentos costeros de estas características.

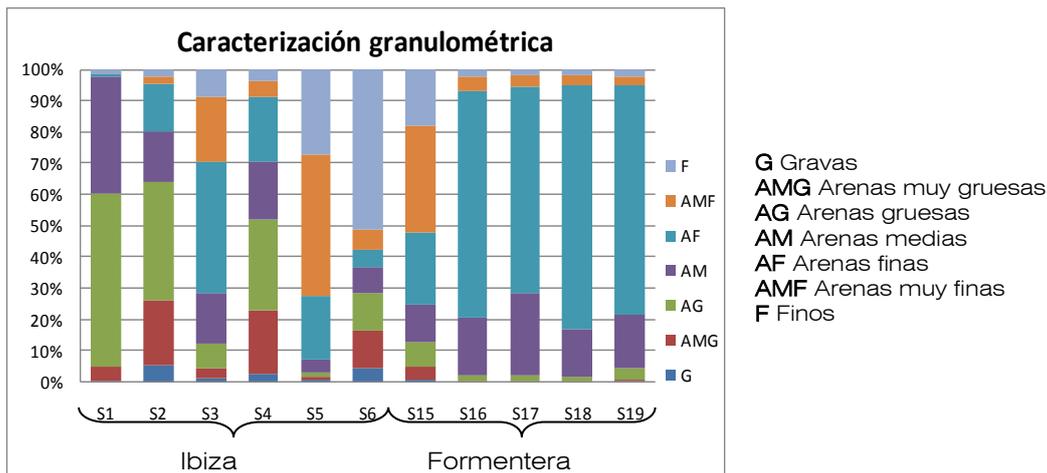


Concentración de materia orgánica en las muestras de sedimento analizadas.

6.1.2.5.2. Caracterización granulométrica

Para completar la caracterización de los sedimentos que conforman los fondos marinos de la zona de estudio, se ha llevado a cabo la caracterización granulométrica de todas las muestras de sedimento superficial recogidas durante los trabajos de campo.

Como se puede observar en la imagen que se muestra a continuación, los sedimentos que conforman el lecho marino en la zona somera de Ibiza están compuestos por partículas de granulometría gruesa (S1, S2 y S4), con un diámetro medio alrededor de 0,55 mm y un bajo contenido en finos (partículas con diámetro inferior a 0,063 mm). Por otro lado, en aquellas estaciones ubicadas a mayor profundidad, el diámetro de las partículas es en general más fino, registrando valores medios de 0.09 mm (en el punto de muestreo S5) e inferiores a 0,063 mm (S6). También el contenido en finos en estas estaciones aumenta respecto a los puntos de control más próximos a la costa, siendo en este caso de 27,1% y 51,4% respectivamente.



Caracterización granulométrica de los sedimentos analizados.

En el ámbito de estudio de Formentera, los fondos marinos están compuestos por materiales de granulometría bastante homogénea (de S15 a S19), tratándose en la mayor parte de los casos de arenas finas (AF) caracterizadas por un diámetro medio (D50) de las partículas alrededor de 0,2 mm. Hace excepción la muestra S15 que se cataloga como arena muy fina con un D50 de 0,12 mm.

6.2. MEDIO BIOLÓGICO

6.2.1. ÁMBITO TERRESTRE

6.2.1.1. Vegetación

6.2.1.1.1. Vegetación potencial

Ibiza (Torrent)

La isla de Ibiza es totalmente calcárea, montuosa, pero de relieve suave, de pocas llanuras y playas poco dilatadas, constituida por dos alineaciones montañosas orientadas de SW a NE. Su costa es alta y recortada.

Las afinidades fitosociológicas de las Pitiüses con el litoral valenciano son más acentuadas que con las islas de Mallorca y Menorca. La proximidad de la Península Ibérica se hace patente por la presencia de ejemplares vegetales tales como el tojo (*Ulex parviflorus*), el emborrachacabras (*Coriaria myrtifolia*), la adelfa (*Nerium oleander*) o la coscoja (*Quercus coccifera*). Se trata de especies raras o inexistentes en Mallorca y Menorca. Por el contrario, las encinas (*Quercus ilex*) menorquinas y mallorquinas son inexistentes en Ibiza o Formentera, hasta el punto que la encina es una especie exótica en Ibiza.

Las características biogeográficas de la isla de Ibiza están determinadas por sus condiciones insulares (aislamiento e influencia del mar), que supone un empobrecimiento de especies pero favorece el endemismo, por su sustrato claramente calcáreo, y por sus condiciones climáticas de temperatura media anual por encima de los 15°C por lo que no se llega a alcanzar períodos realmente fríos. La época estival dura más de cuatro meses. Las precipitaciones son escasas y de distribución irregular pero siendo más abundantes en otoño. El período de aridez es muy intenso y se dilata en el tiempo de cuatro a seis meses.

Las condiciones ambientales presentes en el área en estudio permitirían, potencialmente, el desarrollo vegetal de la serie del Cneoro-Junipereto lyciae sigmetum = Cneoro-Pistacieto lentisco sigmetum. Se trata de una asociación vegetal formada por sabina.

Esta comunidad, que debió ser dominante en toda Ibiza y de la que en la actualidad no quedan si no restos localizados y desdibujados, conforma una masa muy densa de pequeños árboles y arbustos en donde son definitivas o muy significativas especies como el lentisco (*Pistacia lentiscus*), la coscoja (*Quercus coccifera*), la sabina (*Juniperus phoenicea*), el olivillo (*Cnerum tricoccon*), el espino negro (*Rhamnus lycioides*), al lado de otras especies como el enebro albar (*Juniperus oxycedrus*), el pino carrasco (*Pinus halepensis*), el romero (*Rosmarinus officinalis*) y la bruguera (*Erica multiflora*).

Formentera

En zonas geográficas que en la antigüedad han estado alteradas por el factor humano, la vegetación potencial es difícil de poder interpretar. De manera que esta se determina estudiando los residuos de vegetación y comparandolo con otras zonas climáticas similares, y el mosaico actual permite establecer una hipótesis del clímax de vegetación.

En este caso, para su descripción se ha considerado las interpretaciones de Braun-Blanquet, Tüxen y sus seguidores: actualmente, la vegetación potencial se encuentra más o menos fragmentada, perteneciendo a un matorral o maquia alta de la asociación Cneorum-pistacietum lentisci, de afinidad valenciana. Ésta, en terrenos abruptos de carácter calcáreos deriva hacia una comunidad de Rosmarino-Ericion con estratos arbóreos de *Pinus halepensis* y sabinares (*Juniperus Phoenicea ssp lycia*).

En zonas donde el humano no tiene accesibilidad alguna, como es el caso de los acantilados, las zonas halófilas y psammófilas o la zona de dunas, la vegetación existente es la climácica.



Fuente. Mapa de series de vegetación de España 1:400.000 (Salvador Rivas-Martinez, 1987).

Leyenda:

Piso termomediterráneo:

- 30d: Serie termomediterránea ibicenca de la sabina mora (*Juniperus lycia*). Cneoro tricocci-Junipereto lyciae sigmetum. Se trata de una asociación vegetal formada por sabina.

- 27c: Serie termomediterránea setabense y valenciano-terraconense seco-subhúmeda basófila de la carrasca. *Rubio longifoliae-Querceto rotundifoliae sigmentum*.

6.2.1.1.2. Vegetación de la zona de estudio

Ibiza (Torrent)

La colonización humana de Ibiza, datada desde antiguo en el ámbito de estudio, se tradujo en una profunda modificación de sus sistemas naturales y de su vegetación. Consecuencia de todo ello es una vegetación altamente modificada por la mano humana que derivó a lo largo de los siglos hacia un intenso uso agrícola y que ha virado en las últimas décadas hacia una expansiva implantación urbana (viviendas, servicios e infraestructuras).

En el paisaje actual predominan extensas formaciones arbustias de brezo y romero (*Rosmarino – Ericion*), a menudo cubiertas de un estrato poco denso de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y sabina (*Juniperus phoenicea*). También se localiza con cierta abundancia el enebro albar (*Juniperus oxycedrus*). Los usos del suelo dominantes son la ocupación urbana y los cultivos.

Entre los cultivos, se da una tendencia marcada al abandono o al cambio de uso (urbanización, infraestructuras). En caso de abandono se forman eriales, normalmente con cobertura de frutales de secano (algarrobos, almendros, etc.) en bastante buen estado, colonizados por arbustos e incluso sabinas, pinos carrascos y bufalagas marinas (*Thymelaea hirsuta*). En zonas más degradadas, bien por la acción humana o ambiental, de la vegetación de las maquias aparecen tomillares. Se trata de comunidades dominadas por pequeños arbustos que crecen de manera dispersa formando conjuntos muy poco densos y en lugares secos. Las especies dominantes es el tomillo (*Thymbra capitata*), *Micromeria inodora* y otras especies del mismo género como *Micromeria graeca*.

El paisaje agrícola del ámbito de estudio es extrapolable al general de la isla: mosaico de parcelas con alternancia o mezcla de cultivos arbóreos (algarrobos, olivos, almendros, higueras, etc.) con otros herbáceos (cereal, etc.). La parcelación y los ciclos agrícolas permiten, allí donde se mantienen las prácticas agrícolas, la presencia de una vegetación de tipo arvense o refugiada en los rincones no labrados: olivarda (*Inula viscosa*), hinojo (*Phoeniculum vulgare*), gamón (*Asphodelus microcarpus*) *Chysanthemum coronarium*, *Eruca vesicaria*, *Euphorbia exigua*, *Daucus carotam*, etc., aunque también alguna bufalaga marina (*Thymealea hirsuta*) y algún taray (*Tamarix* sp.).

Los cauces de los torrentes están absolutamente alterados, a menudo recubiertos por cemento, algunos de los cuales pueden ser empleados como caminos o pistas, y cuesta encontrar muestras de vegetación natural. A veces puede encontrarse algún pie de bufalaga marina (*Thymelaea hirsuta*), sabina (*Juniperus phoenicea*) o de romero (*Rosmarinus officinalis*), que no serían las especies más representativas de un curso funcional.

Las zonas de cierto relieve cercanas a la ciudad, caso de las estribaciones de la Sierra de Ses Fontanelles-Serra Grossa, que debieran estar ocupadas como mínimo por un estrato arbustivo y pinares, sufren una acusada presión que no permite el desarrollo del matorral tal y como debiera.

Formentera

En consecuencia de la acción humana la vegetación actual de la isla de Formentera queda muy fragmentada, observando un mosaico agroforestal con especies típicas del *Cneorum-pistacietum lentisci* mientras que en el estrato inferior (sotobosque) hay especies asociadas a *Anthyllido-teucrietum majorici*.

Las manchas más continuas de bosque (pinares de pino blanco) se localizan en el sector SE de Punta Prima, así como al W de l'Estany des Peix (Punta Pedrera) y toda la punta N de l'Estany Pudent. Pero cabe mencionar que en todo el ámbito de estudio se encuentran pies consolidados de la sabina (*Juniperus Phoenicea ssp Lycia*) que alcanza un considerable porte arbóreo y llega a formar pequeñas bosquinas con sotobosque arbustivo en buen estado.

El matorral que domina el ámbito de estudio es el de la asociación *Cneorum-pistacietum lentisci* compuesta por la olivilla (*Cneorum tricoccon*) y el lentisco (*Pistacia lentiscum*). Junto a este estrato arbustivo, y por influencia de la actividad humana (agricultura), se localizan pies de *Juniperus oxycedrus subsp. microcarpa* que en algún caso presentan un porte arbustivo.

En esta asociación proliferan abundantemente el espárrago horrido (*Asparagus horridus*), la fagonia (*Fagonia cretica*), así como diferentes tipos de labiadas como el tomillo aceitunero (*Thymbra capitata*), muy abundante, *Satureja barceloi*, *Micromeria microphylla* y *M. nervosa* con algún *Helichrysum stoechas* conocida como siempreviva.

En áreas forestales más abiertas aparece un matorral formado por romero (*Rosmarinus officinalis*) y brezo (*Erica multiflora*) con ruda (*Ruta chalepensis*) –sólo en las zonas boscosas mencionadas en el ámbito de estudio–. También se localiza y de manera muy limitada la asociación de albaida (*Anthyllis cytisoides*) con tomillo macho (*Teucrium polium ssp. capitatum var. majoricum*) y como acompañantes se encuentra la trompatera (*Ephedra fragilis*) y el socarrillo (*Dorycnium pentaphyllum*). En los márgenes de este sotobosque aparece algún ejemplar de romero macho (*Cistus clussi*) con *Helianthemum* sp.

En zonas de matorral muy alterado, cerca de caminos y campos de labor, aparecen especies de plantas invasoras tal como las chumberas (*Opuntias sps. Cylindropuntias*) y *Agave* sp con arbustos de bandera española (*Lantana camara*) y *Artemisa arborescens*.

Todavía se encuentran olivares, algarrobos, así como algunos almendros e higueras, pero que, debido al abandono de los cultivos, de manera muy generalizada, se han formado una comunidad arbustiva bajo sus sombras pertenecientes al *Cneorum-pistacietum lentisci*. En el caso de las higueras, cabe remarcar su gran porte con su forma de cultivo particular de la isla, sosteniendo sus grandes ramas por estacas clavadas en el suelo. También resaltar los vestigios de cultivo de algarrobo y vid.

La climatología existente en la isla limita la densidad de los herbazales y su período de crecimiento óptimo, pero debido al abandono de cultivo y a la falta de pastoreo son bastante abundantes. Forman parte de la vegetación arvense de márgenes de caminos, encontrando gran cantidad de gramíneas anuales: *Bromus* sp., *Oryzopsis miliacea*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Dactylis glomerata*, *Rostraria cristata*, *Lagurus ovatus*; así como hinojo (*Foeniculum vulgare*), *Erucastrum nasturtifolium*, *Eruca vesicaria*, *Reseda phyteuma*, *R. lutea*, *Malva silvestris*, *Verbascum sinuatum*, *Lotus edulis*, *Coronilla scorpioides*, *Echium italicum*, *Cynoglossum creticum*, *Frankenia laevis*, *Erodium cicutarium*, *Euphorbia serrata*, *E. exigua*, *Rumex bucephalophorus*, *Polygonum arviculare*, *Emex spinosa*, *Silene vulgaris* y algunos *Chenopodium* sp y *Amaranthus* sp.

Entre los herbazales más o menos nitrófilos cabe destacar la cebolla albarrana (*Urginea maritima*), *Romulea* sp, *Allium* sp y *Asphodelus* sp.; que superan con sus bulbos las estaciones más secas de la zona.

Otras especies de herbazales a destacar son: *Plantago Lagopus*, *P. Lanceolata*, *P. afra*, *Galium aparine*, *Inula viscosa*, *Senecio gallicus*, *Carlina corymbrosa*, *Carduus tenuiflorus*, *Sonchus oleraceus* y *Chrysanthemum* sp.

Las zonas de acantilados, representados dentro del ámbito de estudio en Punta Prima, la costa de Tramuntana, y algunos islotes, se caracterizan por una vegetación rupestre adaptado al clima marino. Como especies dominantes citar el hinojo marino (*Crithmum maritimum*) junto a la asociación de *Limonium*: Crithmo-limonieatea, destacando *Limonium minutum* y *L. echioides*. También nombrar algunas umbelíferas como *Daucus gingidium* o *D. Carota subsp hispanica* y *Pseudorlaya pumila*, así como otras especies como *Polygala rupestris*, *Paronychia capitata*, *Linaria origanifolia*, *Plantago coronopus*, *Scabiosa cretica*, *Inula crithmoides* y dos compuestas: *Senecio leucantherifolius ssp crasifolius* y la *Centaurea intybacea var grandiflora*. En zonas rocosas más umbrías aparece *Parietaria lusitanica*, algunos helechos como la *Selaginella denticulata* y *Asplenium trichomanes*.

En el ámbito de estudio aparece vegetación asociada a ambientes salinos como las zonas de Ses Salinas y els Estany des Peix y Pudent. Se trata de especies halófilas que soportan fluctuaciones de nivel de agua y sal. A primera línea (entre agua y tierra) se localiza especies como la *Salicornia (Arthrocnemum macrostachyum)* que forma pequeños prados monoespecíficos. Más alejado de la superficie aguada aparece los limonios, algunos de los cuales bajo protección y endémicas (*Limonium girardianum ssp grossi*, *L. grossi*, *L. delicatum ssp formenterae* y *ssp retusum*). Junto a los limonios aparece *Inula crithmoides*, *Salsola Kali*, *Suaeda vera* y *S. maritima* con *Atriplex halimus*. Y en aquellos puntos donde la concentración de sal es más baja aparece los tamarindos (*Tamarix africana*), algunas manchas de carrizos (*Phragmites australis*) y juncales: *Juncus acutus*, *Juncus inflexus*, *Scirpus holoschoanus* y el junco negro (*Shoenus nigricans*).

En zona de dunas, representada dentro del ámbito de estudio por las playas de Llevant y Ses Illes dado que en las otras playas se encuentran modificadas por la acción del hombre, aparece especies como *Elymus farctus*, *Euphorbia paralias* y *Sporobolus pugnens* con la campanilla de mar (*Calystegia soldanella*) y *Cakile maritima*. En el interior de las dunas, aparece *Ammophila arenaria*, el lirio de mar (*Pancreatium marinum*), *Eryngium maritimum* y la protegida *Echinophora spinosa* con *Polygonum maritimum*.

En aquellos puntos donde las dunas se encuentran consolidadas aparece *Crucianella maritima* y *Euphorbia terracina* con asociación de *Paronchia argentea*, *Mesembryanthemum cristalinum*, *Filago pigmaea* y la endémica *Teucrium polim ssp capitatum var majoricum*. También ligada a la zona dunar consolidada cabe destacar las especies arbustivas *Atriplex halimus* y *Thimelaea hirsuta* junto a *Centaurea aspera*, *Silene sclerocarpa*, *Pseudorlaya pumila* y las gramíneas: *Lagurus ovatus* y *Polipogon maritimus*. A partir de este matorral, aparece bosquinas de *Juniperus phoenicia ssp lycia* y *J. oxycedrus subsp microcarpa*) mezclado con pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*).

6.2.1.1.3. Vegetación protegida o de especial interés

El marco normativo específico a nivel de especies de fauna amenazadas está integrado, por el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

En el Listado se incluyen las especies, subespecies y poblaciones merecedoras de una atención y protección particular en función de su valor científico, ecológico, cultural, singularidad, rareza o grado de amenaza, así como aquellas que figuran como protegidas en los anexos de las directivas y los convenios internacionales ratificados por España. Dentro del Listado se crea el Catálogo que incluye las especies que están amenazadas, incluyéndolas en alguna de estas categorías: En peligro de extinción y Vulnerable.

A nivel autonómico, el Decreto 75/2005, de 8 de julio, por el cual se crea el Catálogo Balear de Especies Amenazadas y de Especial Protección, las áreas biológicas críticas y el consejo asesor

de fauna y flora de las Illes Balears, complementa la conservación y protección de las especies de flora y fauna.

Las Pitiüses cuentan con 19 especies u subespecies de la flora vascular que se encuentran exclusivamente en ambas islas. De estas, diez son especies endémicas de Ibiza o en sus islotes.

Taxón	Hábitat	Catálogo Nacional	Catálogo Balear
ENDEMISMOS EN IBIZA Y SUS ISLOTES			
<i>Allium grosii</i>	En acantilados	Régimen de protección especial	Vulnerable
<i>Allium sphaerocephalon subsp. ebusitanum</i>	En campos y prados secos	-	-
<i>Avenula crassifolia</i>	En grietas de acantilados	-	-
<i>Euphorbia margalidiana</i>	Islote Ses Margalides	En peligro de extinción	Vulnerable
<i>Genista dorycnifolia subsp. dorycnifolia</i>	Coscojales, torrentes y en caminos rurales	Régimen de protección especial	De especial protección
<i>Genista dorycnifolia subsp. grosii</i>	Coscojales y pinares	-	De especial protección
<i>Hippocrepis grosii</i>	Acantilados y riscales	-	-
<i>Leucanthemum paludosum subsp. ebusitanum</i>	Coscojales y pinares	-	-
<i>Teucrium cossonii subsp. punicum</i>	Lugares costeros	-	De especial protección
<i>Thymus richardii subsp. ebusitanus</i>	Zonas costeras próximas al mar	-	De especial protección

Taxón	Hábitat	Catálogo Nacional	Catálogo Balear
ENDEMISMOS EN IBIZA, FORMENTERA Y SUS ISLOTES			
<i>Allium antoni-bolosii subsp. ibizanum</i>	Suelos forestales	-	-
<i>Biscutella ebusitana</i>	Acantilados litorales	-	Vulnerable
<i>Carduus bourgeanus subsp. ibicensis</i>	Campos, yermos y cerca de caminos rurales	-	-
<i>Dactylis glomerata subsp. nestorii</i>	Costas rocosas	-	-
<i>Galium friedrichii</i>	En fisuras de las rocas de los acantilados	-	-
<i>Limonium grosii</i>	Suelos salinos y arenales	-	-

Ibiza (Torrent)

De las especies endémicas existentes en la isla de Ibiza, en el ámbito de estudio de Ibiza se pueden localizar las especies resaltadas en color gris de la tabla anterior. De éstas especies, dos se recogen en el Catálogo Balear en la categoría de Especial Interès y una en la de Espècie Vulnerable (*Allium grosii*).

Se ha consultado el Bioatles de les Illes Balears el cual indica la distribución de especies en cuadrículas 10x10, 5x5 y 1x1. Para la realización de este inventario ambiental se ha tenido en cuenta la distribución de especies en las cuadrículas 1x1, al dar más detalle.

En el ámbito de estudio, el bioatles indica la presencia de las siguientes especies (información que se ha plasmado en el mapa 9.1):

- Pino d'en Llorens (*Pinus halepensis subsp cecileae*);
- Coscoja (*Quercus coccifera*);

- Olmo (*Ulmus minor*).

De las especies existentes en el ámbito únicamente el Pino den Llorens se encuentra en el Catálogo Balear en la categoría de Especial Protección.

Formentera

De las especies endémicas citadas en la tabla anterior, en el ámbito de estudio de Formentera es probable localizar las especies escritas en negrita y ninguna se recoge en el catálogo Balear o Estatal. Como endémicas en las Illes Balears, mencionar *Silene cambessedesii*.

De las especies recogidas en el Catálogo de Especies Amenazadas y de Especial Protección y con probabilidad de localizarse en el ámbito de estudio citar:

- Especial protección:

Silene cambessedesii

Tamarix africana

- Autorización obligatoria para su recolección con finalidad comercial:

Crithmum maritimum

Se ha consultado el Bioatles de les Illes Balears el cual indica la distribución de especies en cuadrículas 10x10, 5x5 y 1x1. Para la realización de este inventario ambiental se ha tenido en cuenta la distribución de especies en las cuadrículas 1x1, al dar más detalle.

En el ámbito de estudio, el bioatles indica la presencia de las siguientes especies (información que se ha plasmado en el mapa 9.2):

- Palmito (*Chamaerops humilis*) – Catálogo Balear De Especial Protección, Autorización obligatoria para su recolección con finalidad comercial.

Planta que se distribuye por lugares abiertos y secos, en vertientes de montaña, siempre cerca del litoral. Su distribución en las islas Baleares es un poco errática, en unos lugares es abundante, mientras que en otros parecidos no se encuentra (Herbario virtual del mediterráneo occidental). En el ámbito de estudio, esta especie únicamente se puede encontrar al sur de Sa Punta Prima (NE de la isla de Formentera).

- Algodonosa (*Otanthus maritimus*) – Catálogo Balear de Especial Protección.

Especie propia de sistemas dunares del litoral. Especialmente, en primera línea de playa, sobre dunas móviles y playas con grava. Es de distribución fundamentalmente mediterránea. Se ha vuelto muy rara; solo es fácil encontrarla en Formentera porque se realizó una repoblación masiva (Herbario virtual del mediterráneo occidental).

En el ámbito de estudio esta planta se distribuye en el islote s’Espalmador y en Es Pujols.

- Nardo marino (*Pancratium maritimum*) – Catálogo Balear De Especial Protección.

Especie de arenales marítimos y sistemas dunares. Prefiere las dunas fijas, pese a que también se encuentran en alguna móvil. Se distribuye en las cuatro islas del archipiélago Balears.

6.2.1.1.4. Síntesis y valoración

Ibiza (Torrent)

A pesar de la presión antrópica en el ámbito de estudio, en la que poco queda de la vegetación originaria, se destaca el área natural de las sierras de Ses Fontanelles-Grossa incluida dentro del ámbito de estudio. Se trata de un espacio montañoso que acoge una cubierta vegetal dominada por un estrato arbustivo denso propio de climas mediterráneos junto a un estrato arbóreo de pinares.

Según el Bioatlas las especies que se pueden ver afectadas son el pino d'en Llorens (*Pinus halepensis subsp cecileae*), la coscoja (*Quercus coccifera*) y el olmo (*Ulmus minor*). De las especies existentes en el ámbito únicamente el Pino den Llorens se encuentra en el Catálogo Balear en la categoría de Especial Protección.

Formentera

Formentera presenta un paisaje bastante alterado por el hombre: primero por la agricultura y después por el turismo; conllevando a una modificación importante de la vegetación allí existente.

La isla presenta escasas superficies de pinares de pino blanco y sabina, siendo más abundante observar clapas de matorral de la asociación *Cneorum-pistacietum lentisci* compuesta por la olivilla (*Cneorum tricoccon*) y el lentisclo (*Pistacia lentiscum*). Se destaca entre esta vegetación, la asociada a ambientes salobres (estanys des Peix y Pudent) y Ses Salines, así como la vegetación existente en lugares inaccesibles como los acantilados donde aparecen especies endémicas de la isla o de las Baleares.

Según el Bioatlas las especies que se pueden ver afectadas son el palmito (*Chamaerops humilis*), la Algodonosa (*Otanthus maritimus*) y el nardo marino (*Pancratium maritimum*). Además entre las especies de especial protección encontramos la pelosilla de playa (*Silene cambessedesii*) y el Taray (*Tamarix africana*). Por último el hinojo marino (*Crithmum maritimum*) es de especial interés comercial.

6.2.1.2. Fauna

6.2.1.2.1. Espacios de interés faunístico

Ibiza (Torrent)

La zona de estudio se caracteriza por tener un hábitat natural bastante alterado en su mayor parte, al igual que ocurre en otras zonas de la isla. Como ocurre con la riqueza florística y geobotánica del ámbito en cuestión, la calidad faunística se ha visto modificada, caracterizada por una fuerte presencia humana (Ibiza y su entorno más inmediato).

El ámbito de estudio presenta distintos ambientes que, si bien pueden estar en contacto, mantienen claras diferencias en cuanto a su composición faunística. Se clasificarían en:

- Vegetación arbórea y matorrales

Este tipo de ambiente corresponde al área natural que comprende las sierras de Ses Fontanelles y Grossa (sector oeste). Espacio de cierta calidad faunística significativa, tratándose de un hábitat forestal que además de ser importante intrínsecamente, lo es por su

presencia al lado de un área tan antropizada. Lo más reseñable es la presencia de una subespecie endémica de gineta (*Genetta genetta isabelae*).

- Cultivos activos o recientemente abandonados

Las zonas de cultivos muestran un mosaico agrícola muy característico en toda la isla: alternancia o mezcla de cultivos herbáceos con frutales de secano (algarrobos, olivos, etc.) y pequeñas parcelas irrigadas. La expansión urbana (nuevos núcleos urbanos, zonas industriales y servicios) se ha realizado a costa de estos terrenos. Entre las áreas más recientemente urbanizadas, a lo largo de la red viaria y a veces incluso en una franja mucho más ancha, se ha ido produciendo un acusado abandono de los cultivos, dando paso a eriales o a cultivos arbóreos descuidados que en algún caso han empezado a ser colonizados por el matorral.

- Zonas urbanas

Variabes en cuanto a su carácter más o menos urbano, incluyen el núcleo de Ibiza y su periferia, así como construcciones más dispersas, de transición hacia cultivos (activos o abandonados).

- Zonas rocosas

Espacios naturales puntualmente localizados en el ámbito de estudio.

Formentera

La vegetación que domina el ámbito de estudio es el matorral de la asociación de *Cnoerum-Pistacietum lentisci* junto a pequeños enclaves de pinar de pino blanco o carrasco (*Pinus halepensis*) y algunas zonas de sabinas (*Juniperus Phoenicea ssp. lycea*) asociadas con un matorral más o menos frondoso según condiciones climáticas hídricas y de salinidad.

Entre otros hábitats existentes dentro del ámbito de estudio y que acogen especies de interés al ser lugares inaccesibles, citar:

- Zona de dunas

Engloba las dunas y pre-dunas, así como las dunas consolidadas. Se trata de un hábitat de interés faunístico y florístico de las asociaciones de *Ammophilion* con *Elymus farctus* y de *Crucinella –maritima*.

- Acantilados marinos

En los acantilados aparecen especies de la asociación *Crithmo-limoniatela*; se trata de zonas con importante valor faunístico al suponer un hábitat para la nidificación de aves marinas. Las alternativas CF1 y CF2 comprenden el paso por estos hábitats.

- Zonas halófilas

Corresponde a las lagunas interiores (Estany des Peix y Pudent) y a Ses Salinas. Espacios que acogen especies propias de ambientes salinos y que dependen del nivel freático; son especies de la asociación de salicorniar de (*Arthrocnemum*). A nivel faunístico, estos espacios naturales acogen un gran número de especies acuáticas para la etapa de la nidificación o en busca de alimentación o reposo.

6.2.1.2.2. Principales especies terrestres y de avifauna

Ibiza (Torrent)

El hábitat natural de vegetación arbórea y matorrales supone un importante espacio para un número considerable de especies faunísticas, entre las que se destacan la avifauna que buscan algún lugar para anidar, como refugio, reposo o alimentación. Entre las aves presentes se encuentran diversas currucas como la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*) o la curruca balear (*Sylvia balearica*), endémica de las islas Baleares. Otras especies destacables de estos ecosistemas son: el cuco común (*Cuculus canorus*), el papamoscas gris (*Muscicapa striata*), la tórtola común (*Streptopelia turtur*), el torcecuello euroasiático (*Jynx torquilla*), el reyezuelo listado (*Regulus ignicapilla*) o el carbonero común (*Parus major*). En invierno son habituales otras pequeñas aves como el pinzón vulgar (*Fringilla coelebs*) el petirrojo (*Erithacus rubecula*) y el mosquitero común (*Phylloscopus collybita*).

Entre los mamíferos ligados a este tipo de ambientes destacaría la presencia de la gineta (*Genetta genetta isabellae*) subespecie endémica de la isla, el erizo moruno (*Atelerix algirus*), o el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*). La existencia de muros de piedra seca, aquí y en otros medios, favorece la presencia de micromamíferos y de la lagartija de las Pitiüsas (*Podarcis pityusensis*).

Los ambientes agrícolas agrupan aves ligadas a las zonas abiertas, con cierta presencia de nidificantes en árboles –la permanencia de frutales de secano lo permite– como la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*) o distintos fringílicos, como el jilguero (*Carduelis carduelis*) y el verdecillo (*Serinus serinus*). Otras aves nidifican en el suelo, como la cogujada montesina (*Galerida theklae*), o en construcciones humanas como la golondrina común (*Hirundo rustica*), el gorrión común (*Passer domesticus*), la paloma doméstica (*Columba livia*) o la lechuza común (*Tyto alba*). Otras especies frecuentan tanto zonas arboladas como zonas más abiertas cubiertas por campos de frutales o zonas arbustivas, como es el caso del verderón común (*Carduelis chloris*), el zorzal charlo (*Turdus viscivorus*), el cuco común (*Cuculus canorus*) y la abubilla (*Upupa epops*).

Especies asociadas directamente a espacios abiertos y de secano se citan el gorrión molinero (*Passer montanus*), el triguero (*Miliaria calandra*) y la tarabilla común (*Saxicola torquata*) que buscan estos espacios para la cría. Estos ambientes también son propicios para la bisbita arbórea (*Anthus trivialis*), el alcaudón común (*Lanius senator*) y la alondra común (*Alauda arvensis*), así como para otro tipo de especies como la musaraña gris (*Crocidura russula*), el erizo moruno (*Atelerix algirus*), el sapo verde (*Bufo viridis balearica*) y la endémica lagartija de les Pitiüses (*Podarcis pityusensis*).

Entre las aves de interés cinegético citar la posible presencia de la codorniz común (*Coturnix coturnix*) y la perdiz roja (*Alectoris rufa*). Las rapaces se benefician de las zonas abiertas para cazar, siendo habitual el cernícalo común (*Falco tinnunculus*) y menos frecuente la aparición de otras especies de halcones –ejemplares en paso, dispersivos o que acuden desde sus acantilados de cría y/o reposo– y de otras rapaces diurnas (invernantes o migratorias); también están presentes rapaces nocturnas como la lechuza común (*Tyto alba*) y el autillo (*Otus scops*). En invierno son frecuentes el zorzal común (*Turdus philomelos*), la lavandera blanca (*Motacilla alba*), el colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*) y el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*).

En las zonas rocosas pueden nidificar especies como el cuervo (*Corvus corax*) o el roquero solitario (*Monticola solitarius*) mientras que en cavidades cársticas y fisuras pueden estar pobladas por colonias de quirópteros. En las Islas Baleares especies como el murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrumequinum*) pueden ocupar fisuras de acantilados a pie de mar, donde entra el agua del oleaje.

Las especies presentes o asociadas a zonas urbanas alcanzan una cierta variedad debido a la existencia de zonas arboladas, periurbanas y a los ecotonos con otros ambientes (cultivos y eriales, línea costera y humedales). Las más significativas y abundantes son las mejor adaptadas a la cría en edificios, como es el caso del gorrión común (*Passer domesticus*), el vencejo común (*Apus apus*), la paloma doméstica (*Columba livia*) y el avión común (*Delichon urbica*).

Otros vertebrados están presentes en las áreas urbanas y sus límites, destacando quizás a los quirópteros del género *Pipistrellus*, que también pueden formar colonias en edificios habitados o abandonados y algunos reptiles antropófilos como la salamanquesa común (*Tarentola*

mauritanica), la salamanquesa rosada (*Hemidactylus turcicus*) y la lagartija de les Pitiusas (*Podarcis pityusensis*).

Formentera

En la zona de estudio existe un total de 61 especies de aves (50 posibles reproductoras y 11 invernantes comunes), 8 de mamíferos, 3 reptiles y 2 anfibios.

El grupo vertebrado de las aves es sin duda, el más representativo y abundante en la zona de estudio. Dentro de este grupo, las rapaces son muy escasas y durante el trabajo de campo únicamente se detectó la presencia de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*). No obstante, según consultas realizadas, se sabe que el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) se reproduce en los acantilados de manera mucho menos abundante.

Las zonas de salinas y lagunas interiores son aprovechadas por el tarro blanco (*Tadorna tadorna*) o el chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), siendo éstas muy abundantes especialmente en els Estanys Pudent y des Peix. En estas zonas también son abundantes la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) y la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*). Durante la época invernal, se conoce que en el Estany Pudent se concentran hasta 4000 ejemplares de zampullín cuellinegro (*Podiceps negricollis*), siendo una de las concentraciones invernales más espectaculares de la especie en España.

En los ecosistemas dunares, normalmente asociados a sabinares y pinares, se localizan especies como el chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), la curruca balear (*Sylvia balearica*) o la abundante presencia de gaviotas: *Larus audouinii* y *Larus muchahellis*.

Destacar la presencia en la zona de Trucadors de la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*), la pardela cenicienta (*Calonectris diomedae*) y el cormorán moñudo del Mediterráneo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*). Mientras que en zonas de acantilados, como en la zona de Punta Prima, es común observar el roquero solitario (*Monticola solitarius*). Otras especies como el cuervo (*Corvus corax*) o el cormorán moñudo del Mediterráneo también nidifican en acantilados.

En zonas más abiertas del interior donde el paisaje vegetal se encuentra configurado por un mosaico agroforestal abunda una notable diversidad de aves como el triguero (*Miliaria calandra*), el pardillo común (*Carduelis cannabina*) (muy abundante en la zona), el jilguero (*Carduelis carduelis*), el verdecillo (*Serinus serinus*), la terrera (*Calandrella brachydactyla*), la perdiz común (*Alectoris rufa*), la codorniz (*Coturnix coturnix*), la bisbita campestre (*Anthus campestris*), el alcavarán (*Burhinus oedicephalus*), la abubilla (*Upupa epops*), o la cogujada montesina (*Galerida theklae*) entre otras muchas especies. Mientras que en las zonas forestales, comunidad vegetal escasa dentro del ámbito de estudio, se localizan especies como el búho chico (*Asio otus*), el cuco (*Cuculus canorus*), la paloma torcaz (*Columba palumbus*) o el reyezuelo listado (*Regulus ignicapilla*). Por otro lado, especies como el alcaudón común (*Lanius senator*), la curruca balear (*Sylvia balearica*) o el papamoscas gris (*Muscicapa striata*) prefieren zonas de matorral.

Algunas especies están muy acostumbradas a vivir en zonas urbanas ocupando parques, plazas o nidifican en casas. Así pues, especies como el mirlo común (*Turdus merula*), el gorrión común (*Passer domesticus*), el vencejo común (*Apus apus*) o la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*) pueden ocupar zonas humanizadas como pueblos o urbanizaciones. El gorrión chillón (*Petronia petronia*) en el trabajo de campo se observó abundantemente en zonas de escombros.

La presencia de mamíferos en Formentera es muy pobre y se destaca la ausencia de carnívoros, existiendo únicamente un insectívoro, el erizo moruno



Lagartija de las pitiusas (*Podarcis pityusensis*)

(*Atelerix algirus*), cuatro especies de roedores y tres de quirópteros. En cuanto a los quirópteros, el murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrumequinum*) y el murciélago orejudo meridional (*Plecotus austriacus*) pueden ocupar en las Baleares fisuras de acantilados a pie de mar, donde entra el agua del oleaje mientras que el murciélago común (*Pipistrellus pipistrellus*) se distribuye por buena parte de la isla, pudiendo establecer colonias de cría en zonas antrópicas. De la presencia de roedores, se destacaría el lirón careto (*Elyomys quercinus subsp. ophiusae*); cuya presencia, de esta subespecie, en Formentera es la mayor de España.

La herpetofauna de Formentera es extremadamente pobre a nivel específico. De los dos anfibios presentes en la zona de estudio, la rana común (*Pelophylax perezii*) es la más abundante, ocupando casi exclusivamente las balsas de riego y otras construcciones antrópicas. La presencia de sapo verde (*Bufo viridis baleárica*) es muy puntual y se cree que no existen actualmente poblaciones reproductoras. En cuanto a los reptiles, la lagartija de las pitiusas (*Podarcis pityusensis*) se detectó en la zona de estudio de forma bastante abundante en algunos sectores y se sabe que también ocupa buena parte de los islotes. El dragón rosado (*Hemidactylus turcicus*) también ocupa buena parte de la isla mientras que la presencia de tortuga mora (*Testudo graeca*) es muy puntual, existiendo un posible núcleo poblacional en el sur-este de la isla.

6.2.1.2.3. *Especies de especial interés*

El marco normativo específico a nivel de especies de fauna amenazadas está integrado, por el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

En el Listado se incluyen las especies, subespecies y poblaciones merecedoras de una atención y protección particular en función de su valor científico, ecológico, cultural, singularidad, rareza o grado de amenaza, así como aquellas que figuran como protegidas en los anexos de las directivas y los convenios internacionales ratificados por España. Dentro del Listado se crea el Catálogo que incluye las especies que están amenazadas, incluyéndolas en alguna de estas categorías: En peligro de extinción y Vulnerable.

Además, existen los libros rojos, impulsados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (U.I.C.N.), que catalogan las especies según su grado de amenaza a nivel local o estatal.

A nivel autonómico, el Decreto 75/2005, de 8 de julio, por el cual se crea el Catálogo Balear de Especies Amenazadas y de Especial Protección, las áreas biológicas críticas y el consejo asesor de fauna y flora de las Illes Balears, complementa la conservación y protección de las especies de flora y fauna.

De las especies de fauna que se pueden encontrar de forma posible y probable en la zona de estudio destacan las siguientes.

Ibiza (Torrent)

La especie de vertebrado más amenazada en Ibiza es sin duda el sapo verde (*Bufo viridis baleárica*). Esta especie está en franco declive en la isla y debido a su regresión histórica y actual rareza se ha catalogado como en peligro de extinción en Ibiza. El sapo verde podría estar presente en los sectores agrícolas menos urbanizados siempre que dispusiese de balsas u otros puntos de agua para su reproducción. No obstante, dada su escasez tampoco se descarta que no estuviera presente en la zona de estudio. La otra especie sensible de la zona sería la pardela balear (*Puffinus mauritanicus*), catalogada en peligro crítico, pero su reproducción en la zona de estudio es dudosa a causa del exceso de urbanización y la escasez de islotes y cavidades cársticas a pie de acantilados marinos. La lagartija de las pitiusas (*Podarcis pityusensis*), si bien en Ibiza se muestra como abundante en diversos sectores de la isla, también es una especie de elevado interés dado su carácter endémico y exclusivo de las Islas Baleares.

De las especies de fauna que se pueden encontrar de forma posible y probable en la zona de estudio destacan las de la tabla siguiente.

Nombre vulgar	Nombre científico	RD 139/2011	CEAIB	LRVB
Aves reproductoras seguras/posibles e invernantes más comunes				
Pardela cenicienta (NR)	<i>Calonectris diomedae</i>	P (VU)	VU	NT
Pardela balear (NR)	<i>Puffinus mauretanicus</i>	P (EN)	EN	CR
Paiño europeo (NR)	<i>Hydrobates pelagicus</i>	P	IE	NT
Cormorán moñudo del Mediterráneo (NR)	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	P (VU)	VU	VU
Cernícalo vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>	P	IE	LC
Halcón peregrino (NR)	<i>Falco peregrinus</i>	P	IE	LC
Faisán	<i>Phasianus colchicus</i>			
Perdiz roja	<i>Alectoris rufa</i>			LC
Codorniz común	<i>Coturnix coturnix</i>			VU
Gaviota de Audouin (NR)	<i>Larus audouinii</i>	P (VU)	VU	VU
Gaviota patiamarilla	<i>Larus michahellis</i>			LC
Paloma bravía	<i>Columba livia</i>			LC
Paloma torcaz	<i>Columba palumbus</i>			LC
Tórtola europea	<i>Streptopelia turtur</i>			VU
Tórtola turca	<i>Streptopelia decaocto</i>			LC
Cuco común	<i>Cuculus canorus</i>	P	IE	LC
Lechuza común	<i>Tyto alba</i>	P	IE	DD
Autillo europeo	<i>Otus scops</i>	P	IE	LC
Vencejo común	<i>Apus apus</i>	P	IE	LC
Abejaruco europeo	<i>Merops apiaster</i>	P	IE	DD
Abubilla	<i>Upupa epops</i>	P	IE	LC
Torcecuello euroasiático	<i>Jynx torquilla</i>	P	IE	LC
Golondrina común	<i>Hirundo rústica</i>	P	IE	LC
Avión común	<i>Delichon urbicum</i>	P	IE	LC
Cogujada montesina	<i>Galerida theklae</i>	P	IE	LC
Alondra común (I)	<i>Alauda arvensis</i>			
Bisbita campestre	<i>Anthus campestris</i>	P	IE	LC
Bisbita común (I)	<i>Anthus pratensis</i>	P	IE	
Lavandera blanca (I)	<i>Motacilla alba</i>	P	IE	
Lavandera boyera	<i>Motacilla flava</i>	P	IE	LC
Petirrojo (I)	<i>Erithacus rubecula</i>	P	IE	
Colirrojo tizón (I)	<i>Phoenicurus ochrurus</i>	P	IE	
Ruiseñor común	<i>Luscinia megarhynchos</i>	P	IE	LC
Tarabilla común	<i>Saxicola torquata</i>	P	IE	LC
Collalba gris	<i>Oenanthe oenanthe</i>	P	IE	LC
Roquero solitario	<i>Monticola solitarius</i>	P	IE	LC
Mirlo común	<i>Turdus merula</i>			LC
Zorzal común (I)	<i>Turdus philomelos</i>			LC
Curruca cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>	P	IE	LC
Curruca balear	<i>Sylvia balearica</i>	P	IE	LC

Nombre vulgar	Nombre científico	RD 139/2011	CEAIB	LRVB
Mosquitero común (I)	<i>Phylloscopus collybita</i>	P	IE	
Reyezuelo listado	<i>Regulus ignicapilla</i>	P	IE	LC
Papamoscas gris	<i>Muscicapa striata</i>	P	IE	LC
Carbonero común	<i>Parus major</i>	P	IE	LC
Alcaudón común	<i>Lanius senator</i>	P	IE	VU
Cuervo	<i>Corvus corax</i>		EP	DD
Estornino pinto (I)	<i>Sturnus vulgaris</i>			
Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>			LC
Gorrión molinero	<i>Passer montanus</i>			LC
Pinzón vulgar (I)	<i>Fringilla coelebs</i>		IE	LC
Verdecillo común	<i>Serinus serinus</i>			LC
Verderón Común	<i>Carduelis chloris</i>			LC
Jilguero	<i>Carduelis carduelis</i>			LC
Pardillo común	<i>Carduelis cannabina</i>			LC
Escribano soteño	<i>Emberiza cirius</i>	P	IE	LC
Triguero	<i>Miliaria calandra</i>			LC
Mamíferos				
Erizo moruno	<i>Atelerix algirus</i>	P	IE	LC
Musaraña gris	<i>Crocidura russula</i>			LC
Murciélago grande de herradura	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	P (VU)	VU	DD
Murciélago pequeño de herradura	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	P	IE	DD
Nóctulo pequeño	<i>Nyctalus leisleri</i>	P	IE	LC
Murciélago común	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	P	IE	LC
Murciélago de Cabrera	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	P	IE	
Murciélago de borde claro	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	P	IE	LC
Murciélago rabudo	<i>Tadarida teniotis</i>	P	IE	LC
Jineta	<i>Genetta genetta isabellae</i>			LC
Ratón de campo	<i>Apodemus sylvaticus</i>			LC
Ratón casero	<i>Mus domesticus</i>			LC
Ratón moruno	<i>Mus spretus</i>			LC
Rata negra	<i>Rattus rattus</i>			LC
Rata parda	<i>Rattus norvegicus</i>			LC
Anfibios				
Sapo verde (*)	<i>Bufo viridis balearica</i>	P	EN	EN
Rana común	<i>Pelophylax perezi</i>			LC
Reptiles				
Salamanquesa común	<i>Tarentola mauritanica</i>	P	IE	LC
Salamanquesa rosada	<i>Hemidactylus turcicus</i>	P	IE	LC
Lagartija de las pitiusas	<i>Podarcis pityusensis</i>	P	IE	VU
Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011): P: Especie protegida. EN: En peligro de Extinción, VU: Vulnerable.				
Catàleg d'Espècies Amenaçades de les Illes Balears (CEAIB): EN: En peligro de Extinción, VU: Vulnerable, IE: De Interés Especial, EP: De especial protección.				
Libro rojo de los vertebrados de Baleares (3ª edición) 2005 (LRVB): LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable, EN: En peligro de Extinción, CR: Peligro crítico, DD: Datos insuficientes.				
I: Invernante. NR: Probablemente no reproductor en la zona de estudio. (*): Probable presencia.				

Para complementar la información, se ha consultado el Bioatlas de les Illes Balears el cual indica la distribución de especies en cuadrículas 10x10, 5x5 y 1x1. Para la realización de este inventario ambiental se ha tenido en cuenta la distribución de especies en las cuadrículas 1x1, al dar más detalle. En el caso de Ibiza, dicho atlas indica la presencia de las siguientes especies:

- Hormiga argentina (*Linepithema humile*) – No catalogada;
- Murciélago ratonero gris (*Myotis escalerae*) – Incorporada en la Lista de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial;
- Cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*) – Catálogo Nacional de Especies Amenazadas como Vulnerable;

- *Porcellio hoffmannseggii subsp Sordidus* (crustáceo) – No catalogada;
- *Scotolemon krausi* (aracnida) – No catalogada.

Formentera

Las especies de mayor interés de la zona serían las que se encuentran con categoría de amenaza en el libro rojo de los vertebrados de Baleares (2005): pardela balear (*Puffinus mauretanicus*), zampullín cuellinegro (*Podiceps negricollis*), cormorán moñudo del Mediterráneo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*), codorniz común (*Coturnix coturnix*), chorlitejo chico (*Charadrius dubius*), chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), tórtola europea (*Streptopelia turtur*), gaviota de Audouin (*Larus audouinii*), alcaudón común (*Lanius senator*), el sapo verde (*Bufo viridis*), tortuga mora (*Testudo graeca*) y lagartija de las Pitiüses (*Podarcis pityusensis*). De todas estas especies, las de mayor interés serían la pardela balear, catalogada en peligro crítico de extinción, y la tortuga mora, catalogada como Vulnerable.

Existe un Plan de Conservación de la tortuga mora (*Testudo graeca*). A pesar de que en la memoria del Plan se especifica que en el caso de Formentera se desconoce la situación actual en cuanto a la situación de la tortuga mora, se considera que la población silvestre se extinguió en la década de los 70 u 80 del s.XX, manteniéndose únicamente ejemplares en corrales particulares. En Baleares, la mayor población de tortuga mora se encuentra en la isla de Mallorca en el entorno de Santa Ponça y Calvià.

El plan contempla entre sus objetivos específicos aumentar el área de distribución de la tortuga mora en Baleares mediante la restauración de la población de Formentera y, si se confirmara su presencia histórica, la de Ibiza.

La concreción de este objetivo del Plan se ha llevado a cabo durante el mes de junio de 2014, reintroduciendo 25 ejemplares de tortuga mora en el Parque Natural de Ses Salines de Formentera. A partir de esta liberación se realizaron tareas de seguimiento para constatar la evolución de estos ejemplares y el éxito de la reintroducción.

El siguiente listado es una buena aproximación al conjunto de especies de vertebrados presente en la zona de estudio.

Nombre vulgar	Nombre científico	RD 139/2011	CEAIB	LRVB
Aves reproductoras seguras/posibles e invernantes más comunes				
Pardela cenicienta (*)	<i>Calonectris diomedae</i>	P (VU)	VU	NT
Pardela balear (*)	<i>Puffinus mauretanicus</i>	P (EN)	EN	CR
Paiño europeo	<i>Hydrobates pelagicus</i>	P	IE	NT
Zampullín cuellinegro (I)	<i>Podiceps negricollis</i>	P	IE	LC
Cormorán moñudo del mediterráneo (*)	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	P (VU)	VU	VU
Tarro blanco (*)	<i>Tadorna tadorna</i>	P		VU
Cernícalo vulgar (*)	<i>Falco tinnunculus</i>	P	IE	LC
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	P	IE	LC
Perdiz roja	<i>Alectoris rufa</i>			LC
Codorniz común	<i>Coturnix coturnix</i>			VU
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>			LC
Cigüeñuela común (*)	<i>Himantopus himantopus</i>	P	IE	LC
Alcaraván común	<i>Burhinus oedicephalus</i>	P	IE	NT
Chorlitejo chico	<i>Charadrius dubius</i>	P	IE	VU
Chorlitejo patinegro (*)	<i>Charadrius alexandrinus</i>	P	IE	VU
Gaviota de Audouin (*)	<i>Larus audouinii</i>	P (VU)	VU	VU
Gaviota patiamarilla	<i>Larus michahellis</i>			LC
Paloma torcaz	<i>Columba palumbus</i>			LC
Tórtola europea (*)	<i>Streptopelia turtur</i>			VU
Tórtola turca (*)	<i>Streptopelia decaocto</i>			LC
Cuco común (*)	<i>Cuculus canorus</i>	P	IE	LC

Nombre vulgar	Nombre científico	RD 139/2011	CEAIB	LRVB
Lechuza común	<i>Tyto alba</i>	P	IE	DD
Autillo europeo	<i>Otus scops</i>	P	IE	LC
Búho chico	<i>Asio otus</i>	P	IE	LC
Chotacabras gris	<i>Caprimulgus europaeus</i>	P	IE	DD
Vencejo común (*)	<i>Apus apus</i>	P	IE	LC
Vencejo pálido (*)	<i>Apus pallidus</i>	P	IE	LC
Abejaruco europeo	<i>Merops apiaster</i>	P	IE	DD
Abubilla (*)	<i>Upupa epops</i>	P	IE	LC
Golondrina común (*)	<i>Hirundo rústica</i>	P	IE	LC
Avión común (*)	<i>Delichon urbicum</i>	P	IE	LC
Terrera común	<i>Calandrella brachydactyla</i>	P	IE	DD
Cogujada montesina	<i>Galerida theklae</i>	P	IE	LC
Alondra común (I)	<i>Alauda arvensis</i>			
Bisbita campestre	<i>Anthus campestris</i>	P	IE	LC
Bisbita común (I)	<i>Anthus pratensis</i>	P	IE	
Lavandera blanca (I)	<i>Motacilla alba</i>	P	IE	
Lavandera boyera	<i>Motacilla flava</i>	P	IE	LC
Petirrojo (I)	<i>Erithacus rubecula</i>	P	IE	
Colirrojo tizón (I)	<i>Phoenicurus ochrurus</i>	P	IE	
Roquero solitario (*)	<i>Monticola solitarius</i>	P	IE	LC
Mirlo común	<i>Turdus merula</i>			LC
Zorzal común (I)	<i>Turdus philomelos</i>			LC
Carricero común	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	P	IE	LC
Curruca capirotada (I)	<i>Sylvia atricapilla</i>	P	IE	LC
Curruca cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>	P	IE	LC
Curruca balear (*)	<i>Sylvia balearica</i>	P	IE	LC
Mosquitero común (I)	<i>Phylloscopus collybita</i>	P	IE	
Reyezuelo listado	<i>Regulus ignicapilla</i>	P	IE	LC
Papamoscas gris	<i>Muscicapa striata</i>	P	IE	LC
Alcaudón común (*)	<i>Lanius senator</i>	P	IE	VU
Cuervo	<i>Corvus corax</i>		EP	DD
Estornino pinto (I)	<i>Sturnus vulgaris</i>			
Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>			LC
Gorrión chillón (*)	<i>Petronia petronia</i>	IE	IE	LC
Pinzón vulgar (I)	<i>Fringilla coelebs</i>		IE	LC
Verdecillo común	<i>Serinus serinus</i>			LC
Verderón Común (*)	<i>Carduelis chloris</i>			LC
Jilguero (*)	<i>Carduelis carduelis</i>			LC
Pardillo común	<i>Carduelis cannabina</i>			LC
Triguero (*)	<i>Miliaria calandra</i>			LC
Mamíferos				
Erizo moruno	<i>Aterix algirus</i>	P	IE	LC
Murciélago grande de herradura	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	P (VU)	VU	DD
Murciélago común	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	P	IE	LC
Murciélago orejudo meridional	<i>Plecotus austriacus</i>	P	VU	DD
Ratón de campo	<i>Apodemus sylvaticus</i>			LC
Ratón casero	<i>Mus domesticus</i>			LC
Rata negra	<i>Rattus rattus</i>			LC
Lirón careto	<i>Eliomys quercinus ophiusae</i>			LC
Anfibios				
Sapo verde (#)	<i>Bufo viridis balearica</i>	P	EN	VU
Rana común	<i>Pelophylax perezi</i>			LC
Reptiles				
Tortuga mora (#)	<i>Testudo graeca</i>	P (VU)	VU	EN
Salamanquesa rosada	<i>Hemidactylus turcicus</i>	P	IE	LC
Lagartija de las pitiusas (*)	<i>Podarcis pityusensis</i>	P	IE	VU
Invertebrados				
-	<i>Akis bremeri</i>		VU	
Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011): P: Especie protegida. EN: En peligro de Extinción, VU: Vulnerable.				

Nombre vulgar	Nombre científico	RD 139/2011	CEAIB	LRVB
Catàleg d'Espècies Amenaçades de les Illes Balears (CEAIB): EN: En peligro de Extinción, VU: Vulnerable, IE: De interés especial, EP: De especial protección.				
Libro rojo de los vertebrados de Baleares (3ª edición) 2005 (LRVB): LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable, EN: En peligro de Extinción, CR: Peligro crítico, DD: Datos insuficientes.				
I: Invernante. #: Presencia probable. *: Especies detectadas en el trabajo de campo.				

Las especies reproductoras más interesantes son sin duda algunas especies marinas como (la información que se describe a continuación se ha extraído del libro rojo de las Aves de España, 2005):

– - **Pardela balear (*Puffinus mauretanicus*)**

Reproductora restringida a las islas Baleares.

En Peligro Crítico a nivel Nacional y en Baleares.

Frecuenta las colonias de cría desde noviembre (algunos ejemplares desde mediados de agosto), aunque el grueso de la población reproductora retorna en febrero y marzo. Antes del vuelo de los pollos, que se produce hacia finales de junio, los adultos que han criado con éxito abandonan el mediterráneo y se dirigen hacia el golfo de Vizcaya, donde realizan la muda antes de regresar de nuevo al Mediterráneo (algunas aves, probablemente inmaduros y/o adultos no reproductores, abandonan el mediterráneo a partir de mayo).

Las principales amenazas vigentes las constituyen los predadores terrestres y la presión pesquera (particularmente palangres y otras artes de mortalidad directa), a la vez que la contaminación y el crecimiento urbanístico, siendo en su mayoría problemas de largo alcance y de difícil solución.

– - **Pardela cenicienta (*Calonectris diomedae*)**

Es estrictamente marina y no se acerca a tierra más que para reproducirse. Visita las colonias en total oscuridad, ya que se trata de una especie muy vulnerable en tierra y con un riesgo de prelación bastante grande.

En Peligro a nivel estatal mientras que en las Baleares se encuentra Casi amenazada.

La reproducción discurre entre marzo y octubre. La incubación es relativamente larga (unos 90 días) y los jóvenes tienen un crecimiento muy lento, debiendo permanecer en el nido 97 días de promedio. A partir de los cuatro días de edad de promedio, los pollos son abandonados por los adultos, que sólo acudirán por las noches para alimentarlos.

Especie amenazada por una combinación de factores en sus zonas de cría: prelación y pérdida de hábitat (la urbanización progresiva del litoral, la intensificación de los usos turísticos –incluyendo actividades acuáticas nocturnas–, la iluminación excesiva y el aumento de predadores no naturales (ratas y gatos); y en alta mar por mortandad accidental en pesquerías (pesca de palangre).

– - **Paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*)**

En Baleares la tendencia de la población es desconocida (Conselleria de Medi Ambient, 2000), estimándose una población entre 3000 y 4000 pp (J.S. Aguilar, en Mejías García & Amengual Ramis, 2000).

Vulnerable a nivel estatal mientras que en las Baleares se encuentra casi amenazada.

Nidificación colonial generalmente muy localizada en pequeños islotes no invadidos por ratas. Cría en oquedades rocosas y cuevas, a veces ocupadas por la Pardela Cenicienta (Martín and Lorenzo, 2001). La época de reproducción es tardía, la puesta (un huevo) suele ser desde finales de junio a julio, las eclosiones tienen lugar en agosto e incluso septiembre (Martín and Lorenzo, 2001).

– - **Cormorán moñudo del Mediterráneo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*)**

Las principales colonias a nivel estatal se encuentran en las islas Baleares cuya población ha sufrido una disminución, por lo menos en colonias de Mallorca, Dragonera y Cabrera, mientras que en Ibiza y Formentera hay una estabilidad.

La ssp. *desmarestii*, se califica como Vulnerable a nivel estatal al igual que en las Baleares según el libro rojo.

Especie estrictamente marina y sedentaria. Nidifica habitualmente en acantilados litorales a una altura muy variable sobre el nivel del mar, construyendo un tosco nido con materiales vegetales y residuos diversos que encuentra en el litoral.

Inicia la reproducción muy pronto, pero de forma escalonada: las primeras parejas pueden realizar la puesta a primeros o a mediados de diciembre (excepcionalmente antes), muchas lo hacen a partir de enero, sucediéndose las puestas en febrero, marzo, más raramente en abril, y excepcionalmente en mayo e incluso en junio. De esta forma se pueden encontrar periodos con parejas que alimentan pollos y otras incubando.

Las amenazas principales vigentes sobre la especie se deben a capturas accidentales en artes pesqueras y pérdida de hábitat favorable. Por otra parte, es posible que, ocasionalmente, puedan producirse molestias en algunas colonias, aunque el turismo no parece ser un problema serio, teniendo en cuenta que la reproducción es anterior a la temporada veraniega.

– - **Gaviota de Audouin (*Larus audouinii*)**

La población de Baleares supone aproximadamente el 9% de la población española y el 7% de la población mundial. Especie calificada en Vulnerable a nivel estatal mientras que en las Baleares se encuentra Casi amenazada.

Es una especie marina semipelágica que nidifica habitualmente en colonias. Se trata de una especie oportunista que en el Mediterráneo occidental explota abundantemente los descartes de la flota pesquera, siguiendo a los arrastreros y en menor medida a las embarcaciones de pesca de cerco (Oro and Ruíz, 1997; Oro et al., 1997; Arcos and Oro, 2002a).

Las principales amenazas se deben a la acción de depredadores terrestres, a su dependencia de unos recursos tróficos amenazados (pesca no sostenible que tienden a desaparecer) como a la alteración de su hábitat, especialmente grave en las islas Baleares, como consecuencia del auge del desarrollo turístico.

6.2.1.2.4. Síntesis y valoración

Ibiza (Torrent)

El interés de las distintas especies viene dado por condicionantes diversos, como serían, su carácter endémico, su trascendencia ecológica, las implicaciones sociales o socioeconómicas, el grado de amenaza y el estado de sus poblaciones, etc. Estos factores, a su vez, pueden ser considerados a distintos niveles.

Las especies que habitan o aparecen en los hábitats del ámbito de estudio forman parte de poblaciones extendidas más o menos ampliamente por el resto de Ibiza. Algunas especies que presentan normalmente baja densidad o son escasas en la isla, posiblemente no críen en el ámbito de estudio (o lo hagan tan sólo esporádicamente) pero probablemente lo visiten mientras encuentran ambientes favorables en la zona como la pardela Balear.

Los vertebrados destacados en el ámbito de estudio son las lagartija de las Pitiüsas (*Podarcis pityusensis*), un endemismo de la isla que está presente en casi cualquier ambiente, exceptuando los estrictamente acuáticos y las zonas más densamente urbanas. También lo serían especies de presencia probable como el sapo verde (*Bufo viridis*) y el erizo moruno (*Atelerix algirus*).

Formentera

La valoración faunística de la zona de estudio destaca por una moderada diversidad ornitológica de especies reproductoras y bajísima diversidad de herpetológica y de mamíferos. Aún así, el ámbito de estudio comprende parte de dos zonas de interés:

- La Z.E.P.A. y L.I.C. “Salines de Ibiza i Formentera” que alberga una interesante diversidad faunística (<http://www.xarxanatura.es/docs/609ES0000084.pdf>).

Z.E.P.A. y L.I.C. “Salines d’Ibiza i Formentera (ES0000084)”						
Código	Especie	Sedentaria	Migratoria			Legislación Europea
			Reprod.	Invern.	Paso	
A010	<i>Calonectris diomedea</i>		101-250p	V	C	Anexo I
A014	<i>Hydrobates pelagicus</i>	251-500p				Anexo I
A022	<i>Ixobrychus minutus</i>				R	Anexo I
A024	<i>Ardeola Ralloides</i>				R	Anexo I
A026	<i>Egretta garzetta</i>			C	C	Anexo I
A029	<i>Ardea purpurea</i>				C	Anexo I
A031	<i>Ciconia ciconia</i>				R	Anexo I
A035	<i>Phoenicopterus ruber</i>			C	C	Anexo I
A072	<i>Pernis apivorus</i>				C	Anexo I
A074	<i>Milvus milvus</i>				R	Anexo I
A080	<i>Circaetus gallicus</i>				R	Anexo I
A081	<i>Circus aeruginosus</i>			C	C	Anexo I
A082	<i>Circus cyaneus</i>				C	Anexo I
A084	<i>Circus pygargus</i>				C	Anexo I
A094	<i>Pandion haliaetus</i>		P	C	C	Anexo I
A103	<i>Falco peregrinus</i>	4p				Anexo I
A127	<i>Grus grus</i>				V	Anexo I
A131	<i>Himantopus himantopus</i>		51-100p	V	C	Anexo I
A132	<i>Recurvirostra avosetta</i>			V	R	Anexo I
A133	<i>Burhinus oedichnemus</i>	51-100p		C	C	Anexo I
A135	<i>Glaucopis trichotis</i>				V	Anexo I
A140	<i>Pluvialis apricaria</i>			R	R	Anexo I
A157	<i>Limosa lapponica</i>				R	Anexo I
A166	<i>Tringa glareola</i>				C	Anexo I
A176	<i>Larus melanocephalus</i>		1-5p		R	Anexo I
A181	<i>Larus audouinii</i>		251-500p	R	C	Anexo I
A191	<i>Sterna sandvicensis</i>			C	C	Anexo I
A193	<i>Sterna hirundo</i>				R	Anexo I
A195	<i>Sterna albifrons</i>				R	Anexo I
A196	<i>Chlidonias hybridus</i>				R	Anexo I
A197	<i>Chlidonias niger</i>				C	Anexo I
A229	<i>Alcedo atthis</i>			C	C	Anexo I
A222	<i>Asio flammeus</i>			V	V	Anexo I
A243	<i>Calandrella brachydactyla</i>		51-1000p		C	Anexo I
A245	<i>Galerida theklae</i>	11-50p				Anexo I
A255	<i>Anthus campestris</i>		11-50p		C	Anexo I
A272	<i>Luscinia svecica</i>			R	R	Anexo I
A384	<i>Puffinus mauretanicus</i>		101-250p		C	Anexo I
A392	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	11-50p				Anexo I
A301	<i>Sylvia balearica</i>	51-100p				Anexo I
A302	<i>Sylvia undata</i>			C	C	Anexo I
1224	<i>Caretta caretta</i>	P				Anexo II
1252	<i>Podarcis pityusensis</i>	C				Anexo II
1349	<i>Tursiops truncatus</i>	P				Anexo II

Z.E.P.A. y L.I.C. “Salines d’Ibiza i Formentera (ES0000084)”						
Código	Especie	Sedentaria	Migratoria			Legislación Europea
			Reprod.	Invern.	Paso	
P: presente. p: parejas. C: común. R: rara. V: muy escasa. Anexo I: Pertenciente al anexo I de la Directiva 79/409/CEE. Anexo II: Pertenciente al anexo II de la Directiva 92/43/CEE. NOTA: Esta zona designada Zepa engloba sectores tanto de Ibiza como de Formentera y por lo tanto, no todas las aves presentes en el listado están presentes en la isla de Formentera.						

- El L.I.C. “Área marina de playa de Tramuntana” (<http://xarxanatura.es/ficha/es5310110-area-marina-de-platja-de-tramuntanalic/>).

L.I.C. “Área marina de playa de Tramuntana (ES5310110)”						
Código	Especie	Sedentaria	Migratoria			Legislación Europea
			Reprod.	Invern.	Paso	
1224	<i>Caretta caretta</i>	R				Anexo II
1349	<i>Tursiops truncatus</i>	R				Anexo II
R: rara. Anexo II: Pertenciente al anexo II de la Directiva 92/43/CEE						

Sin duda, la zona de mayor interés biológico es el espacio que comprende “**Salines d’Ibiza i Formentera (ES0000084)**”. Esta zona alberga una amplia diversidad de aves acuáticas tanto reproductoras como invernantes y migratorias (en paso). En este sentido, Ses Salines – Estany Pudent y Estany d’es Peix han sido declaradas *Reservas de la Biosfera* por la UNESCO.

6.2.2. ÁMBITO MARINO

6.2.2.1. Comunidades bentónicas

Las comunidades naturales bentónicas se pueden definir como una población o un conjunto de poblaciones mixtas que viven y caracterizan en un espacio continuo (Margalef, 1991).

A continuación, y utilizando como apoyo la cartografía bionómica realizada para los ámbitos de estudio, Ibiza y Formentera, se caracterizan y describen las comunidades naturales marinas localizadas.

La superficie ocupada por cada una de las comunidades dentro de los ámbitos de estudio, se muestra en la tabla siguiente.

Tipología de fondo	Área (ha)
Arenas finas y medias no vegetadas	84,78
Arenas gruesas	0,04
Canales sobre detrítico arenoso	3,88
Detrítico arenoso	692,56
Dunas sobre detrítico arenoso	148,57
Fanerógamas	30,95
Roca	9,28
Sustrato compacto no rocoso	2,45

6.2.2.1.1. Caracterización de las comunidades bentónicas

En este punto se describen las comunidades encontradas en las zonas de estudio. Para la clasificación se ha seguido el manual: “Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer méditerranée. Pérès J. M. & J. Picard, 1964”.

Se han identificado un total de 9 comunidades en los ámbitos de estudio. Se han ordenado describiendo primero las correspondientes al piso infralitoral (áreas permanentemente

sumergidas, que tienen su límite en el límite profundo de las praderas de *Posidonia oceanica* y/o algas fotófilas) seguidas de las propias del piso circalitoral (áreas que presentan luz atenuada pero donde aún no han desaparecido las algas pluricelulares).

Los ámbitos de estudio se engloban en las islas Pitiüsas que se caracterizan por presentar aguas cristalinas y oligotróficas. La profundidad máxima alcanzada en el ámbito de estudio de Ibiza es de -50 m mientras que en Formentera es de -60 m al oeste y -50 m en el área este del extremo norte de la isla de Formentera.

PISO INFRALITORAL

Algas fotófilas sobre sustrato rocoso

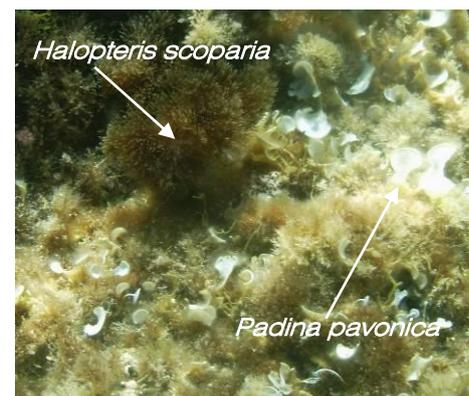
Las algas fotófilas se caracterizan por estar localizadas en lugares poco profundos con una buena penetración de la luz. Gran parte de la vegetación fotófila que se desarrolla sobre sustrato rocoso en el Mediterráneo está dominada por algas pardas y rojas de pequeño y mediano porte de los géneros: *Halopteris*, *Dictyota*, *Padina*, *Dyctiopteris* entre las algas pardas, mientras que entre las algas rojas resultan muy importantes, entre otros, los géneros *Jania*, *Corallina* y *Asparagopsis*.

La fauna sésil está representada por algunas esponjas propias de lugares bien iluminados que resisten bien a la competencia con las algas, en particular *Ircinia fasciculata* y *Sarcotragus spinosula*; entre los antozoos cabe subrayar la importancia de *Anemona sulcata*, *Cladocora caespitosa* y *Balanophylla europea*. También la fauna móvil de las comunidades de algas fotófilas es muy rica. Los equinodermos están bien representados por los erizos *Paracentrotus lividus* y *Arbacia lixula*, que son los herbívoros más importantes, por la estrella de mar (*Echinaster sepositus*), por las ofiuras (*Ophiotrix fragilis*) y por el holoturioideo (*Holoturia tubulosa*).

Frecuentes en todo tipo de comunidades de algas fotófilas se mencionan los cangrejos: *Achaeus gordonae*, *Pirimela denticulada*, *Pilumnus villosissimus* e *Inachus phalangium*; así como, las gambas: *Athanas nitescens*, *Alpheus dentipes*, *Hippolyte longirostris* y *Thorulus cranchii*; y el cangrejo ermitaño (*Calcinus tubulares*).

La ictiofauna de estos fondos es muy diversa ya que incluye la mayoría de los peces del piso infralitoral rocoso del Mediterráneo. Son especialmente abundantes los peces de las familias de los lábridos y los espáridos. En cualquier parte se encuentra la doncella (*Coris julis*), el pez fedri (*Thalassoma pavo*), los tordos (*Symphodus tinca*, *Symphodus roissali* y *Symphodus mediterraneus*) y la salpas (*Sarpa salpa*). También mencionar los juveniles y adultos de *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus*, el salmonete real (*Apogon imberbes*) y varias especies de Gobidos.

La dinámica de esta comunidad en el área Mediterránea viene marcada por una fuerte estacionalidad. Se suceden en diferentes fases: una fase de producción, que se inicia a mediados de invierno y termina a finales de primavera, y una fase de diversificación, entre mediados de verano y mediados de otoño; que alternan con un estadio de comunidad desarrollada (junio-julio) con la de un estadio de comunidad diversificada (octubre-enero). Por ello el aspecto de esta comunidad cambia mucho a lo largo del año, de tal forma que la mayoría de especies de desarrollo anual están muy bien desarrolladas en primavera como sucede en las especies *Halopteris* sp., *Dictyota* sp., etc., y están prácticamente ausentes o en estado de reposo a finales de otoño y principios de invierno. Sin embargo, existen especies de desarrollo estival, como por ejemplo *Padina pavonea* que crecen principalmente en verano.



Distribución

En parte de los ámbitos de estudio (Ibiza y Formentera), y siempre dentro del piso infralitoral, la comunidad de algas fotófilas sobre sustrato rocoso se solapa con otras comunidades de forma muy irregular lo que dificulta su delimitación, pero fundamentalmente se localizan en lugares bien iluminados sobre afloramientos rocosos.

Ibiza

La comunidad de algas fotófilas sobre sustrato rocoso se distribuye fundamentalmente a lo largo del límite costero del ámbito de estudio a excepción de la zona central de cala Talamanca. Además, en el extremo este del ámbito se ha localizado un afloramiento rocoso entre la cota de -15 y -25 m de profundidad donde domina esta biocenosis.

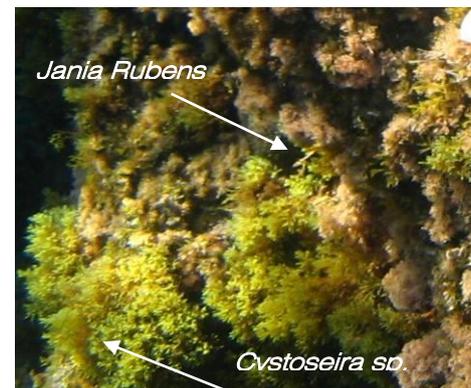
Entre otras especies se han encontrado *Codium bursa*, *Dyctiota dichotoma*, *Halopteris scoparia*, *Padina pavonica*, *Cystoseira mediterranea*, *Corallina granifera*, *Jania rubens*.

Formentera

Dicha comunidad se sitúa en el límite costero alrededor de la isla de s'Espardell de s'Espalmador, así como en otros pequeños islotes. La mayoría del litoral de la isla de Formentera es rocoso, presentando menor extensión de carácter rocoso entre el port de la Savina y la platja de Ses Canyes, donde domina la comunidad de sustrato arenoso sin vegetación.

Las especies más frecuentes en la zona de estudio son: *Dyctiota dichotoma*, *Padina pavonica*, *Cystoseira compressa*, *Jania rubens* y *Dilophus fascicola*.

El área del Racó des Pujols es una de las áreas mejor representadas dentro del ámbito de estudio por dicha comunidad debido a la presencia de numerosos islotes como Esculletes des Pujols, Illa de ses Parres, Escull des Polp, Punta de Xaloc, s'Escull Pla, ses Crestes o la illa de s'Aigua Dolça. Además, se trata de un área que presenta escasa profundidad y afloramiento rocosos, algunos de ellos con escasa vegetación entre bancales de arena tal y como se muestra en las imágenes siguientes; las dos imágenes corresponden a Racó des Pujols.



En los dos tramos someros de la mayor parte del ámbito de estudio de Formentera las algas fotófilas comparten espacio con la comunidad de *Posidonia oceanica*, tal y como se observa en las figuras contiguas localizadas junto a la illa d'en Forn y en el Racó des Pujols.



Algas hemiesciáfilas sobre sustrato rocoso

Esta comunidad de algas esciáfilas y hemiesciáfilas, normalmente compuesta de rodofíceas y feofíceas, aparece en el horizonte inferior de la comunidad de algas fotófilas y alcanza su mayor desarrollo en la batimétrica cercana a los 35 m. Se trata de un tipo de comunidad algal que se desarrolla en los estratos inferiores donde la incidencia de la luz es menor; pudiendo localizarse también en grietas, cornisas y extraplomos. Tanto las especies vegetales como animales que constituyen esta comunidad se pueden considerar como elementos típicos del precoralígeno.

Las algas más comunes de esta comunidad son las algas rojas incrustantes con talo calcáreo y algas pardas (feofíceas) de porte mediano y pequeño. Además, se pueden encontrar especies como *Halimeda tuna*, *Udotea petiolata* o *Flabellia petiolata* entre las algas verdes, *Halopteris filicina* entre las algas pardas y *Sphaerococcus coronopifolius* entre las algas rojas.

Es de destacar la presencia de la ascidias como *Clavelina dellavallei*, y de la cnidarios como *Astroides calycularis* (especie protegida en el catálogo nacional de especies amenazadas).

La fauna ictiológica está constituida principalmente por especies gregarias de pequeño tamaño como *Diplodus vulgaris* y lábridos como *Coris julis*. La riqueza aumenta en aquellas zonas donde se alterna el sustrato rocoso con el sustrato sedimentario. En estas zonas se pueden encontrar ejemplares de mero (*Epinephelus marginatus*) de gran valor comercial.

Distribución

Ibiza

No se ha identificado ningún área representativa correspondiente a esta comunidad en el ámbito de estudio de Ibiza

Formentera

En dos áreas, de superficie limitada, a más de 30 m de profundidad, se ha observado la presencia de sustrato rocoso colonizado por algas hemiesciáfilas.

A la derecha se muestra una imagen de algas rojas calcáreas incrustantes como representante de dicha comunidad.



Arenas finas y medias no vegetadas

Dicha comunidad se localiza en lugares con corrientes moderadas que permiten la sedimentación de las partículas más ligeras, de tamaño entre pequeño y medio. Dichas corrientes hacen que las arenas que la componen, en general, tengan un contenido en materia orgánica más elevado debido a una tasa de sedimentación más alta en comparación con arenas con un tamaño de grano superior (Sanders, 1958).

Los fondos blandos están formados por partículas sueltas de diferente diámetro que, en el caso de las arenas finas y medias, siguiendo la clasificación de Wentworth (1922) y Blott & Pye (2001) se encuentran entre 0,125 mm y 0,250 mm.

A pesar de su aspecto monótono, debido a la falta de vegetación y de especies sésiles, las comunidades bentónicas de arenas finas resultan ser muy complejas (Pères, 1967). La falta de organismos epibiontes (que viven sobre el sustrato) es debida a la inestabilidad de estos fondos, al estar sus partículas superficiales constantemente removidas por el oleaje y las corrientes. Por otro lado, la fauna endobionte o infauna (organismos que viven enterrados en el sedimento o macrofauna bentónica) es, en general muy abundante. Los grupos más representados en este medio son poliquetos, bivalvos, crustáceos (anfípodos, isópodos, tanaidáceos, decápodos, misidáceos), equinodermos, sipunculidos entre los invertebrados y peces bentónicos entre los vertebrados.

Distribución

Ibiza

En el ámbito de estudio esta comunidad bentónica se distribuye de forma irregular, solapándose con otras comunidades, principalmente en el área somera entre la línea de costa y la cota batimétrica de -15 / -20 m.

En el extremo central, frente a cala Talamanca entre la cota de -30 y -43, se localiza el área más extensa de dicha comunidad.

Sobre las arenas de la zona somera de Ibiza se forman ripples producidos por influencia de las corrientes marinas.



Formentera

Esta comunidad comienza como prolongación de playas de arena o a continuación de alguna playa rocosa que presenta cuencas de sedimentación. Ocupa el área extensa en el tramo somero de Formentera hasta unos 13 m de profundidad aproximadamente.

Sobre las arenas de la zona costera de Formentera se forman ripples producidos por influencia de las corrientes marinas.

En el área Este de la isla alcanza los -36 m próximo a la zona des Pujols y en el extremo norte donde tiene el límite profundo cerca de los 47 m de profundidad.



En algunas áreas se distribuye de forma más irregular formando claros de arena intercalados con la comunidad de *Posidonia oceanica* (ver figura siguiente) y afloramientos rocosos.

Arenas gruesas no vegetadas

En el caso de las arenas gruesas el diámetro de los granos varía entre 0,500 mm y 2 mm (Wentworth 1922; Blott and Pye, 2001). Estas arenas se localizan en sitios con corrientes moderadas o fuertes con una tasa de sedimentación relativamente baja. La consecuencia más importante de estas condiciones determina que las partículas más finas, así como la materia orgánica, no se depositen en el fondo o se depositen en una cantidad muy reducida (Sanders, 1958).

Las condiciones medioambientales hacen que los poblamientos de estas arenas sean distintos de la comunidad de arenas finas. La inestabilidad de sedimento es más acentuada debido al mayor tamaño de las partículas que la constituyen. No existe un recubrimiento algal ni un recubrimiento formado por organismos sésiles.

Por otro lado, la macrofauna bentónica (organismos que viven enterrados en el sedimento) es muy abundante gracias a la presencia de la fauna intersticial (animales que colonizan los espacios existentes entre los granos de arena (Sardá, 1984)). A esta categoría pertenecen los poliquetos de la familia Syllidae con especies de tamaño reducido como *Exogone naidina*, *Pionosyllis lamelligera*, *Pionosyllis weissmanni* (Herrando-Pérez et al., 2001). Otro poliqueto de dimensiones reducidas y frecuentes en estas arenas es *Pisione remota*. También los crustáceos están regularmente representados por los anfípodos, isópodos, anisópodos y decápodos.

Distribución

Ibiza

La comunidad de arenas gruesas sin vegetar se localiza de forma irregular en la franja marina situada entre la cota de -25 y -4m en frente a Botafoc y entre la -35 y -45 m en el extremo este del ámbito de estudio.



Formentera

En el área de estudio no se localiza un área representativa de esta comunidad.

Pradera de *Posidonia oceanica*

La fanerógama marina *Posidonia oceanica* es una especie endémica del Mediterráneo que forma praderas continuas desde casi la superficie hasta la profundidad media de unos 40 m. Los fondos colonizados por esta fanerógama son básicamente de arenas gruesas, detríticos costeros y rocosos, mientras que resulta absente en los fondos de arenas finas o en fondos afectados por un elevado aporte de sedimento fino.

Posidonia oceanica se considera como una comunidad clímax, o dicho de otra forma, se considera como una comunidad que ha alcanzado su máximo desarrollo y equilibrio (Duarte, 1991).

Una de las principales características de las praderas de *Posidonia oceanica* es su riqueza en flora y fauna. En este ecosistema se pueden distinguir dos grandes hábitats, el estrato foliar y de los rizomas y las matas, que tienen características muy diferentes entre ellos. Mientras que en el estrato foliar se encuentra una comunidad bastante inestable debido a la continua renovación de las hojas, en las estructuras formadas por los rizomas y la por la mata la comunidad es más estable y compleja, pudiendo albergar una gran cantidad de organismos.

Su elevado valor ecológico se debe, además, al papel fundamental que desempeña a nivel de ecosistema y de la dinámica marina: la pradera de *Posidonia oceanica* actúa como “nursery” o zonas de reclutamiento para muchas especies de peces y crustáceos comercialmente importantes (Luque y Templado, 2004); y por otro lado, reduce el hidrodinamismo con las hojas y rizomas que actúan como trampas de sedimento.

Para evitar el enterramiento por los sedimentos retenidos la fanerógama alarga los rizomas verticales, de manera que la pradera se eleva poco a poco mientras que al mismo tiempo quedan enterrados las raíces, los rizomas y los peciolos junto con restos de hojas y sedimentos. De esta manera se va formando un complejo entramado de restos fibrosos denominados “mata” que puede alcanzar hasta los 4 m de espesor. Por debajo de unos 20 cm de la superficie de la mata no se encuentran partes vivas de la planta y el ambiente es anóxico. La elevación de la mata produce un acercamiento progresivo de la pradera a la superficie donde el hidrodinamismo es mayor. La tasa de elevación de las praderas es de entre 0,3 y 1,5 cm al año. Estas estimaciones corresponden a escalas de tiempo cortas (menores de 30 años). A escalas temporales mayores (de siglos o milenios) esta tasa es muy inferior, entre 0,1 y 0,2 cm al año. En los lugares calmados, la pradera puede alcanzar casi la superficie formando los denominados “arrecifes barrera” cuya función es actuar como rompeolas (Luque y Templado, 2004).



Posidonia oceanica es una planta monoica con flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia, aunque la reproducción sexual en muchas zonas del Mediterráneo es esporádica o rara (Balestri et al., 1998). Esta situación determina que la reproducción vegetativa, mediante los rizomas, sea más común. A esta situación se debe la baja variabilidad genética de la fanerógama, cosa que permite considerar poblaciones distintas de praderas que se encuentran a pocos km de distancia (Procaccini et al., 2001).

En las costas de les Illes Balears, de aguas oligotróficas y transparentes, el límite somero de la pradera de *Posidonia oceanica* se encuentra en proximidad a la cota 0 mientras que el límite inferior puede alcanzar e incluso superar los 40 m de profundidad. Este amplio rango batimétrico se traduce en variaciones de la comunidad con la profundidad. La más estable, y con mayor diversidad se encuentra entre los 5-15 m de profundidad. Esto se debe a que, a profundidades inferiores a los 4-5 m, la pradera está sometida a un importante hidrodinamismo y a fluctuaciones de temperatura acusadas. Estas condiciones limitan el número de especies y la abundancia de los organismos vegetales y animales asociados a la pradera. Por otro lado, a profundidades superiores a los 15-20 m la luz se convierte en el principal factor limitante del desarrollo de la *Posidonia oceanica* y de la comunidad epífita asociada.

A nivel Europeo, esta comunidad es un hábitat de interés comunitario (HIC) de carácter prioritario (*): Praderas de posidonia – Código UE 1120, recogido en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE. También se recoge en el convenio de Berna (anexo I). Se prohíbe la pesca de arrastre (Regulación pesquera 1626/94).

A nivel nacional, este hábitat se considera zona de especial conservación por el Real Decreto 1997/1995.

A nivel autonómico, el Decreto 25/2018 de 27 de julio, sobre la conservación de la *Posidonia oceanica* en las Illes Balears, que tiene por objeto garantizar la conservación de la especie y las comunidades biológicas de las que forma parte.

Estrato foliar

Además de las especies incrustantes sésiles (animales y vegetales) existe una fauna móvil asociada a la parte aérea “canopea” de la fanerógama que se desplaza en busca de alimento.

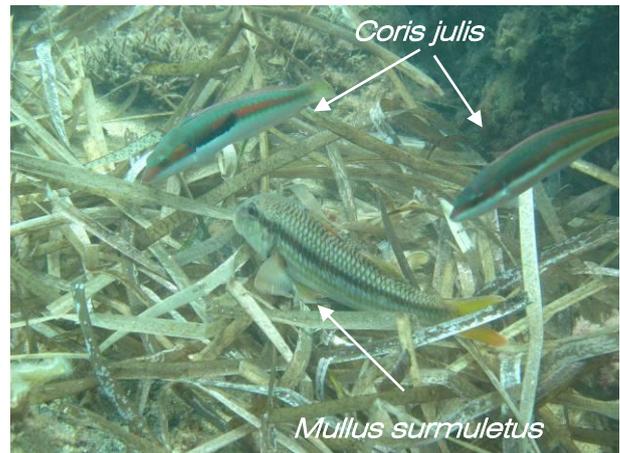
Las especies sésiles que colonizan las hojas de *Posidonia oceanica* se conocen con el nombre de “epifitos” y pueden ser tanto vegetales (básicamente algas) como animales:

- Entre las algas pardas cabe subrayar la importancia de *Sphacelaria cirrosa*, *Myrionema orbiculare*, *Giraudia sphacelaroides* y *Cladosiphon cylindricus* mientras que entre las algas rojas es importante la presencia de las especies *Acrochaetium daviesii*, *Stylonema alsidii*, *Ceramium flaccidum*, *Dasya corymbifera* y *Herposiphonia secunda*.
- Entre los animales que colonizan las hojas cabe subrayar la presencia de los briozoos incrustantes *Fenestrulina joannae*, *Chirozopora brogniartii*, *Lichenophora radiata* y *Disporella hispida*. También los hidroideos como las especies *Sertularia perpusilla*, *Plumularia obliqua*, *Agalophenia harpado*, *Clytia hemisphaerica* y *Campanularia asimétrica*; así como poliquetos de la familia Spirorbidae con las especies *Janua pseudocorrugata* y *Pileoraria militaris*.

Las especies móviles asociadas a las hojas son de una gran diversidad de organismos: anfípodos que mayoritariamente pertenecen a la familia Ampeliscidae como *Ampelisca pseudospinimana*, la familia Corophidae como *Siphonoecetes dellavallei* y a familia Lysianassidae como *Lysianassa Caesarea*; crustáceos decápodos como individuos de la familia Hipolitoidae con las especies *Hippolyte inermes*, *Hippolyte holthuisi* y *Hippolyte garciarasoii*; unas especies de cangrejos que se alimentan de las hojas como *Pisa nodipes* o *Pisa muscosa*. Y entre las especies que se esconden entre ellas, mencionar el cangrejo ermitaño (*Cestopagurus timidus*), el paguro (*Pagurus anachoretus*) o el cangrejo (*Achaneus cranchii*).

Los moluscos que se encuentran en las hojas son en casi su totalidad gasterópodos, representados por las especies *Rissoa auriscalpum*, *Rissoa variabilis*, *Rissoa ventricosa*, *Rissoa violacea*, *Glossodoris gracilis*, *Alvania montagui*, *Bittium reticulatum*, *Rissoina bruguieri*, *Cantharidus striatus*, *Tapania fusca* y el bivalvo *Propeamussium hyalum*. A su vez, y desplazándose mediante ventosas, se podría ver la estrella capitán (*Asterina pancerii*) o la anthomedusa (*Eleutheria dichotoma*) con tentáculos finos terminados en pompón.

Entre la ictiofauna que se encuentra asociada a la canopea cabe subrayar la presencia de peces bentónicos y nectobentónicos que viven pegados al fondo o que apenas se separan, uno o dos m, de él, como *Coris julis* y *Opeatogenys gracilis*; o *Sparus aurata* que aunque depende del fondo marino donde encuentra su alimento se separa algo más de él. En este hábitat confluyen, a su vez, especies residentes como *Symphodus rostratus*, *Symphodus cinereus*, *Labrus merula*, *Labrus viridis*, *Coris julis*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus annularis*, *Boops boops* y *Sarpa sarpa* que utilizan temporalmente la pradera y especies ocasionales que son presentes en algún momento en la pradera pero de modo aleatorio como *Sparus aurata*.



En la imagen se puede ver ejemplares de *Coris julis* y *Mullus surmuletus* en aguas de Formentera alimentándose entre las hojas muertas.

A continuación se representan una tabla con las especies de ictiofauna asociadas a las Praderas de Posidonia en los dos ámbitos de estudio. Se destacan las especies más representativas, singulares, protegidas o de interés comercial. Especies que circulan en el interior de la pradera y algunas se aproximan a ella para cazar, alimentarse o reproducirse y poner sus huevos.

Principales especies de ictiofauna bentónica asociadas a la pradera de Posidonia oceanica, en azul se identifican las especies que presentan algún grado de amenaza según el libro rojo de los peces del mar Balear.

Orden	Familia	Género / especie	Nombre común	Estado de conservación Libro Rojo de peces del mar Balear
Gasterosteiformes	Sygnathidae	<i>Sygnathus typhle</i>	Aguja/Mula	NT
		<i>Sygnathus acus</i>	Agujón	LC
		<i>Hippocampus guttulatus</i>	Caballito de mar	VU
		<i>Hippocampus hippocampus</i>		VU
Perciformes	Serranidae	<i>Serranus cabrilla</i>	Cabrilla	LC
		<i>Serranus scriba</i>	Serrano	LC
	Sparidae	<i>Boops boops</i>	Boga	LC
		<i>Sparus aurata</i>	Dorada	VU
		<i>Diplodus vulgaris</i>	Mojarra	LC
		<i>Diplodus sargus</i>	Sargo	LC
		<i>Oblada melanura</i>	Oblada	LC
		<i>Sarpa salpa</i>	Salpa	LC
	Centracanthidae	<i>Spicara maena</i>	Chuccla	LC
	Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	Castañuela	LC
	Labridae	<i>Symphodus ocellatus</i>	Tordo de roca	LC
		<i>Symphodus mediterraneus</i>	Vaquita serrana	LC
		<i>Symphodus tinca</i>	Peto	LC
		<i>Symphodus cinereus</i>	Bodión	LC
		<i>Symphodus rostratus</i>	Tordo picudo	LC
<i>Coris julis</i>		Doncella/Julia	LC	
<i>Labrus viridis</i>		Bodion verde	VU	

Estrato de rizoma e hipogeo

La flora y fauna que se desarrolla en los rizomas y en la mata de *Posidonia oceanica* depende de las características del sustrato donde se desarrolla la pradera. Si el sustrato es arenoso la flora no tendrá una diversidad específica elevada y la fauna será compuesta por especies propias del sustrato blando adyacente.

De la misma forma, si la pradera se desarrolla sobre sustrato rocoso la flora y la fauna serán parecidas a las presentes en una comunidad de algas situada a una profundidad similar con una mayor riqueza de las especies propias de luz escasa (esciáfilas) o no muy intensa (hemiesciáfilas).



La mayor parte de algas que crecen en los rizomas son esciáfilas y están adaptadas a la escasa iluminación debida a la densa cobertura de las hojas. Entre las especies vegetales más importantes, cabe destacar las algas rojas: *Peyssonnelia squamaria* y *Peyssonnelia rubra*.

Los poliquetos constituyen la comunidad faunística más importante en los rizomas, pudiendo alcanzar más del 80% del total de la fauna. Entre las familias más importantes cabe destacar: Syllidae, Nereididae, Aphroditidae y Phyllodocidae. También entre los rizomas se encuentra los gasterópodos; son el grupo más importantes de los moluscos. Sin embargo, entre los moluscos bivalvos cabe subrayar la excepcional importancia de la nacra (*Pinna nobilis*) cuya presencia es un bioindicador claro de la calidad medioambiental del entorno. Se trata de una especie protegida e incluida en el anejo del Real Decreto 193/2011 como especie amenazada en la categoría Vulnerable. En los últimos años dicha especie ha experimentado una elevada mortalidad debido a un parásito, un protozoo del género Haplosporidium.

Por otro lado, a nivel de suelo se encuentran habitualmente los “labradores del suelo para posidonia”: *Holothuria forskali* y *H. tubulosa*. Entre las especies con periodos de reposo en las hojas conviven el arácnido (*Pontarachna punctulum*), el cefalópodo (*Sepiola rondeletti*), la anthomedusa (*Cladonema radiatum*), el quetonato (*Spadella caphaloptera*) o el pez Apleton (*Lepadogaster microcephalus*).

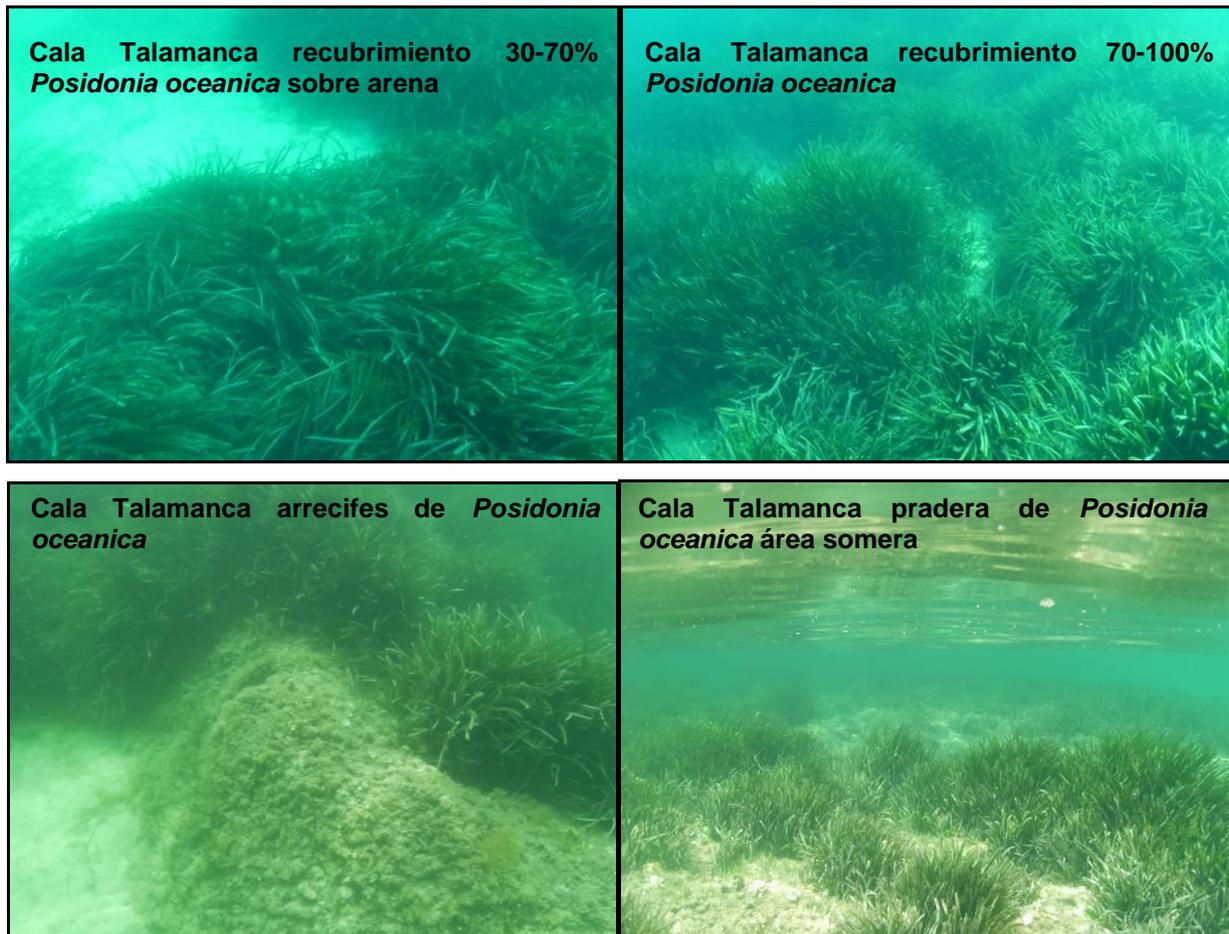
Rítmicos circadianos

También mencionar que la composición faunística de los estratos de la pradera de posidonia varía mucho entre el día y la noche, pues se dan migraciones verticales (rizoma-hojas-rizoma) y horizontales (hacia o desde los hábitats adyacentes). Ejemplo del primer caso son los decápodos depredadores que ascienden de la raíz hacia las hojas durante la noche para cazar. Y del segundo caso, las chuclas (*Spicara maenah*), peces planctófagos que de día nadan por la canopea de la pradera o en zonas próximas a ésta y de noche se refugían en ella.

Distribución

Ibiza

Se localiza desde prácticamente el medio metro de profundidad hasta pasados los -35 m de profundidad. Se trata de la comunidad más extensa del ámbito de estudio. Esta pradera crece sobre sustrato blando. Los resultados del muestreo llevado a cabo para caracterizar la pradera de *Posidonia oceanica* localizada en la zona de estudio de Cala Talamanca han permitido distinguir tres zonas con abundancia diferente que siguen el perfil batimétrico de la cala. La primera zona, que se localiza en la zona central de la Cala entre los -2 y -5 m de profundidad tiene un recubrimiento de entre 70% y 100%. La segunda zona que se localiza entre los 4 y los 22 m de profundidad tiene una recubrimiento de *Posidonia oceanica* de entre el 30 y 70% mientras que la tercera zona tiene un recubrimiento inferior al 30% y se localiza entre los 22 y pasados los 35 m. A partir de los -35 m de profundidad la pradera de Posidonia se ve progresivamente sustituida por arenas finas y medias absentes de vegetación.



Formentera

La pradera de *Posidonia oceanica* en el ámbito de estudio de Formentera forma un cinturón prácticamente continuo que bordea toda la isla, localizándose desde las áreas más someras hasta la cota batimétrica de -38/-40 m aproximadamente. Aunque el valor medio del límite de la pradera difiere levemente entre áreas del ámbito, encontrándose el límite superior de la pradera entorno a -36 m y -38 m de profundidad.

La distribución en cuanto al % de recubrimiento sigue un patrón inverso a la profundidad a mayor profundidad menor recubrimiento, de forma que las coberturas mayores del 70% se sitúan en las áreas más someras, tras lo cual se reduce paulatinamente el % de recubrimiento.



Comunidad de *Cymodocea nodosa*

Cymodocea nodosa es, después de *Posidonia oceanica*, la segunda fanerógama marina más importante del Mediterráneo. Actualmente, su distribución es restringida, además del Mediterráneo, al Atlántico oriental, desde el sur de Portugal hasta Senegal, incluyendo las islas Canarias, donde sus praderas reciben el nombre de sebadales, y Madeira.

Cymodocea nodosa es una planta típica de aguas superficiales hasta unos 30 m de profundidad. En general, ocupa pequeñas extensiones, casi siempre sobre sustrato arenoso o arenoso fangoso. Con frecuencia sus praderas son monoespecíficas pero también puede formar praderas mixtas junto con el alga verde (*Caulerpa prolifera*). En aguas abiertas puede colonizar los calveros o claros de las praderas de (*Posidonia oceanica*) o las zonas de mata muerta.

Cymodocea nodosa tiene una estructura muy parecida a la del resto de las fanerógamas marinas y un tamaño intermedio, en relación al de todas ellas, pero notablemente inferior al de *Posidonia oceanica*. Presenta un sistema de rizomas horizontales largos y verticales más cortos y bien diferenciados, enterrados en el sedimento. Los rizomas son delgados, herbáceos, o dicho de otra forma, no lignificados que presentan una serie de nudos a intervalos más o menos regulares. Las hojas se disponen agrupadas en haces que se sitúan en los extremos de los rizomas verticales y horizontales. Son acintadas con meristemas basales. Tienen el extremo apical redondeado y una leve denticulación en el margen, presentando de 7 a 9 nerviaciones paralelas que confluyen en la parte apical y miden entre 10 y 45 cm de longitud y entre 2 y 4 mm de anchura. Las raíces se insertan tanto en los rizomas horizontales como en los verticales a nivel de los nudos.

Cymodocea nodosa es una planta dioica que presenta individuos masculinos y femeninos diferenciados. Sus flores son solitarias, terminales, desnudas y con una gran simplicidad en su estructura. Sin embargo, como ocurre en el resto de las fanerógamas marinas, el principal mecanismo de proliferación es la reproducción vegetativa y su crecimiento es muy sensible a los cambios ambientales. Se trata de una planta con desarrollo marcadamente estacional con la producción de nuevas hojas y de entrenudos en los rizomas horizontales que tiene lugar básicamente en verano.

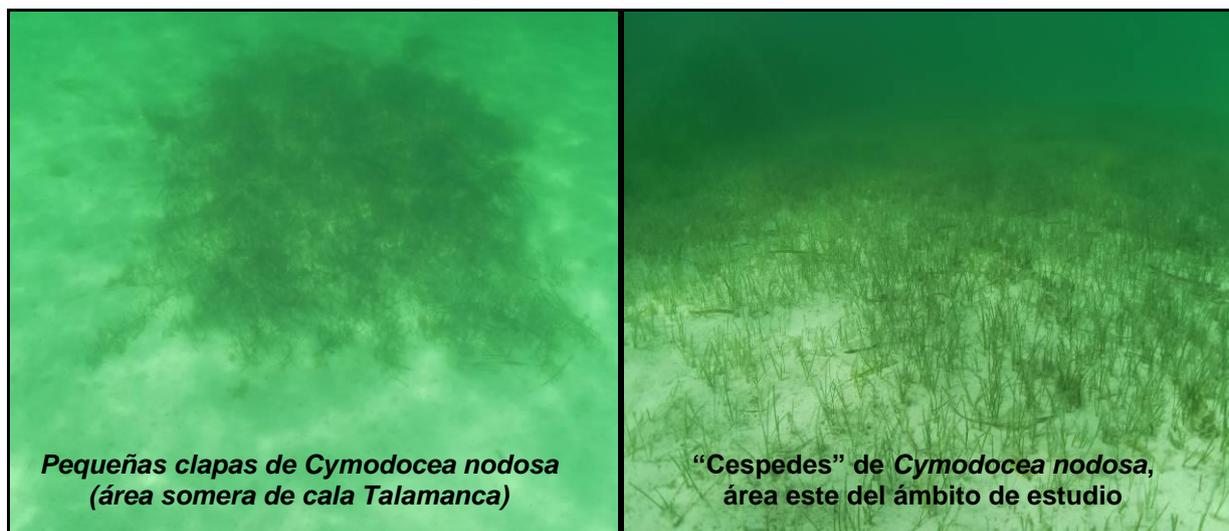


Uno de los grupos más importantes que se pueden encontrar en los sedimentos ocupados por esta fanerógama son los poliquetos que se consideran como el mejor descriptor de la fauna asociada a *Cymodocea nodosa*, debido a su gran diversidad (Somaschini et al., 1994). Por otro lado, este mismo grupo se considera también como el más abundante que se puede encontrar en las hojas y en los rizomas, debido a la gran diversidad de hábitat que proporciona el desarrollo de *Cymodocea nodosa* (Hutchings, 1982). Las familias de poliquetos más frecuentes son Paraonidae, Syllidae, Capitellidae y Spionidae (Gambi et al., 1998). Además, la pradera de *Cymodocea nodosa* es de primaria importancia para el asentamiento de las larvas de otras familias de poliquetos como por ejemplo Chaetoteridae, Maldanidae y Spionidae. Entre los vertebrados se puede encontrar la forma juvenil de muchas especies de peces litorales y peces que en esta comunidad desarrollan buena parte del ciclo vital, como por ejemplo sargo (*Diplodus spp.*), pargo (*Dentex gibbosus*), besugo (*Pagellus acarne*), salema (*Sarpa salpa*), chopo (*Spondliosoma cantharus*), el caballito de mar (*Hippocampus hippocampus*), el lagarto (*Synodus saurus*), el congrio (*Ariosoma balearicum*), etc.

Distribución

Ibiza

Se localiza en el área más somera de cala Talamanca. Aparece en pequeñas clapas mezclada con otras comunidades por lo que en el plano 9.1 se ha representado dentro del grupo "comunidad mixta" y entre la cota de -10 y -20 m en el extremo este del ámbito de estudio. Se encuentran céspedes de mayor tamaño sobre arenas.



**Pequeñas clapas de *Cymodocea nodosa*
(área somera de cala Talamanca)**

**"Céspedes" de *Cymodocea nodosa*,
área este del ámbito de estudio**

Formentera

Se localiza de forma irregular formando céspedes de baja densidad, entre la cota de -1 y -25 m de profundidad, en el Racó de es Pujols y la costa de Tramuntana.

También se localiza entre la cota de -20 m y -25 m al lado este de Punta Prima, entre ésta y Es Picatxo, también en forma de pequeñas agrupaciones.

Comunidad de sustrato compacto no rocoso con algas fotófilas y enclaves de *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*

Esta comunidad es fruto de la desaparición de la pradera de *Posidonia oceanica* presente en la zona, quedando el sedimento compactado por la “mata”; complejo entramado de raíces, rizomas y peciolos junto con restos de hojas y sedimentos.

Debido a su posición resguardada se puede considerar, siguiendo la clasificación propuesta por Calvín-Calvo (2000) como una comunidad de algas fotófilas infralitorales de modo calmo. En este comunidad resulta muy abundante el alga verde (*Caulerpa prolifera*) acompañada por varias especies de algas pardas entre las cuales destacan *Dilophus fasciola* y *Padina pavonica* mientras que en los sitios donde la penetración de la luz disminuye ligeramente, debido a la inclinación del mismo sustrato, se pueden observar especies ligeramente esciáfilas como *Lobophora variegata*.

Caulerpa prolifera es una especie autóctona del Mediterráneo, aunque se distribuye ampliamente por el Atlántico nordeste entre el sur de España y Canarias y en el mar Negro. Puede desarrollarse sobre diversos tipos de sustrato, lo normal es que forme praderas que pueden ser más o menos densas sobre fondos blandos o compactos no rocosos con escasa renovación de agua y bajo hidrodinamismo como en el caso de las arenas finas. Aunque son muy diversos los factores, tanto abióticos como bióticos que pueden limitar su distribución y desarrollo, *Caulerpa prolifera*, al ser una especie de afinidad subtropical está muy influida por las fluctuaciones estacionales del medio y muestra un ciclo de crecimiento y reproductor muy dependiente de la temperatura del agua.

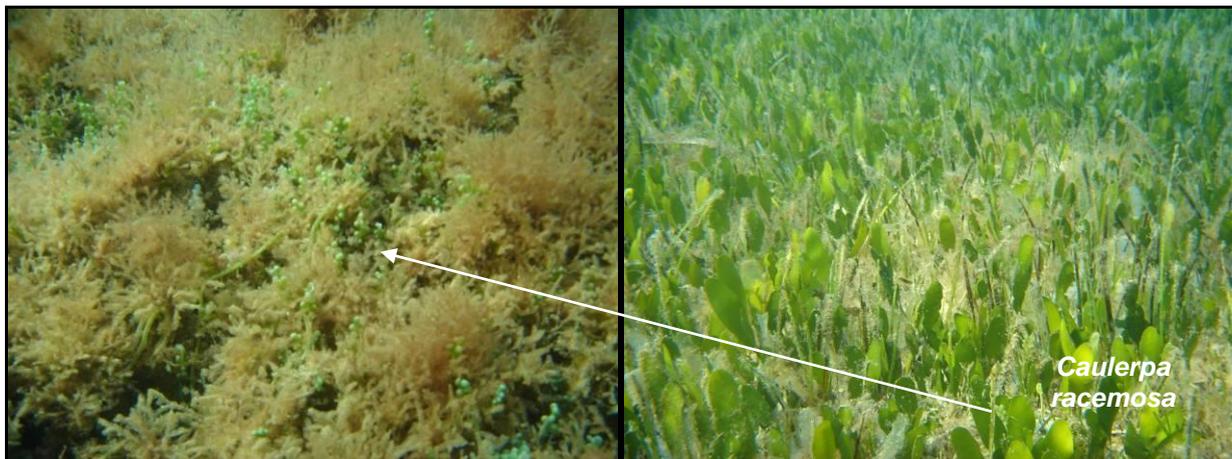
Caulerpa prolifera está constituida por una serie de estolones de entre 1 y 2 mm de diámetro, cuya longitud máxima puede alcanzar cerca de 1 m. Dichos estolones pueden formar una densa red y de ellos parten hacia el sustrato haces de finos rizoides ramificados y hacia arriba, frondes erguidos, de color verde intenso, aplanados, con los bordes enteros y a veces ondulados. Las frondes tienen una altura de entre 1 y 25 cm y su anchura oscila entre 0,5 y 2 mm. Ocasionalmente, pueden presentar ramificaciones denominadas proliferaciones o frondes secundarias. El período de mayor desarrollo y de transición de una generación vegetativa a otra se produce desde finales de junio hasta principio de otoño cuando las temperaturas son más elevadas y óptimas para el alga.

El ciclo biológico de *Caulerpa prolifera* y los cambios estacionales de la densidad de las praderas tienen una gran influencia en la composición de las comunidades vegetales y animales asociadas a estos sistemas. Por otro lado, muchas de las especies del orden Caulerpales producen una serie de metabolitos secundarios con propiedades tóxicas o disuasorias para los microorganismos, las larvas de erizos y otros invertebrados o para los peces herbívoros. En *Caulerpa prolifera* el metabolito secundario más abundante es la caulerpenina que por un lado impide el asentamiento de epifitos y por otro lado evita la depredación por parte de los herbívoros (Luque and Templado, 2004). Sólo unos pocos animales como los gasterópodos opisthobranchios pertenecientes al orden Sacoglossa, han desarrollado mecanismos de detoxificación, que por una parte los hace dependientes del alga, y por otro lado elimina la competencia con otras especies herbívoras. La presencia del alga por lo tanto determina que la comunidad bentónica normalmente presente en este tipo de sedimento sea distinta comparado con las arenas finas sin *Caulerpa prolifera*.

Se trata de una especie colonizadora con una gran capacidad de expansión que comparte nicho con praderas de fanerógamas marinas (*Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*).

En el área ocupada por esta comunidad se han encontrado, además, zonas donde destaca por su abundancia *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* alga invasora recientemente introducida en el Mediterráneo (Bouderesque and Verlaque, 2002; Verlaque et al., 2004).

El alga verde *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* presenta el talo con ejes postrados, ramas erectas y ramificadas con estolón bien desarrollado de hasta 3 mm de diámetro; de color verde, se fija al sustrato por medio de numerosos rizoides. Los filoides son erectos simples o ramificados, desde pocos hasta varios centímetros (15 cm.) de alto.



Presencia de *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* en la comunidad de algas fotófilas con *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica* dispersas sobre sustrato compacto no rocoso. Cala Talamanca (Ibiza).

En distintas zonas del área ocupada por esta comunidad se han podido observar en forma dispersa, las fanerógamas marinas *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*.

La moderada heterogeneidad de este hábitat se traduce en una mayor biodiversidad. Entre la fauna vagil cabe destacar la comunidad íctica que se caracteriza por la presencia de un elevado número de peces litorales que pertenecen básicamente a la familia *Sparidae* y *Labridae*.

Distribución

Ibiza

La comunidad mixta de sedimento compactado no rocoso se encuentra en las áreas más someras de Cala Talamanca, entre las batimétricas de -2 y -5 m y se caracteriza por la presencia de algas fotófilas (destacándose como especies de interés las algas *Caulerpa racemosa* var. *Cylindracea* y *C. prolifera*), así como algunos enclaves de *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*.



Formentera

Esta comunidad no se localiza de forma representativa en el ámbito de estudio de Formentera.

CIRCALITORAL

Comunidad de detrítico arenoso

El detrítico costero es una biocenosis de sustrato blando que suele aparecer habitualmente a continuación de comunidades de praderas de *Posidonia oceanica*, precoralígeno y coralígeno formada por varios elementos: arenas medio-gruesas, elementos de origen biogénico como los restos de caparzones de equinodermos y crustáceos, conchas, briozoos, además incluye una gran variedad de asociaciones y facies algales. En este caso se da la presencia de forma dispersa de enclaves de algas calcáreas formando rodolitos de talla variable, entre las algas de la familia Corallinacea más frecuentes se encuentran: *Lithothamnium coralloides*, *L.valens*, *Spongites fruticulous* y *Phymatholithon calcareum*.

Esta comunidad es una biocenosis formada por varios elementos: arenas medio-gruesas, elementos de origen biogénico como los restos de caparzones de equinodermos y crustáceos, conchas, briosos o maërl. Esta última facies destaca por su elevado valor ecológico tal y como se detalla a continuación: Maërl es palabra de origen bretona que deriva de la palabra latina “margella” y que significa coral (Luque y Templado, 2004). La importancia ecológica del maërl viene dada por la alta diversidad de fauna y flora que alberga y al gran número de nichos ecológicos que genera su estructura tridimensional (Bosence 1983, Birkett et al. 1998, Barberá et al. 2003).



Entre estas las algas que lo componen destacan por su importancia *Lithothamnium coralloides* y *Phymatholithon calcareum*. Ambas especies están incluidas en el anexo V de la Directiva Hábitat. A su vez, la comunidad de maërl está incluida en la red Natura 2000, en el Anexo I de la Directiva Hábitat, en la red EUNIS (European Nature Information System) y en Directiva Aus (Directiva 79/409/CEE).

Además, el Reglamento (CE) 1967/2006, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el mar Mediterráneo ha prohibido las actividades de arrastre sobre los fondos de maërl. También, en el desarrollo de los Convenios internacionales de Barcelona (1995) y Berna (1996) se ha recomendado su protección y donde la comunidad de maërl es lo suficientemente representativa para ser incluida en futuros planes de conservación.

Distribución

Ibiza

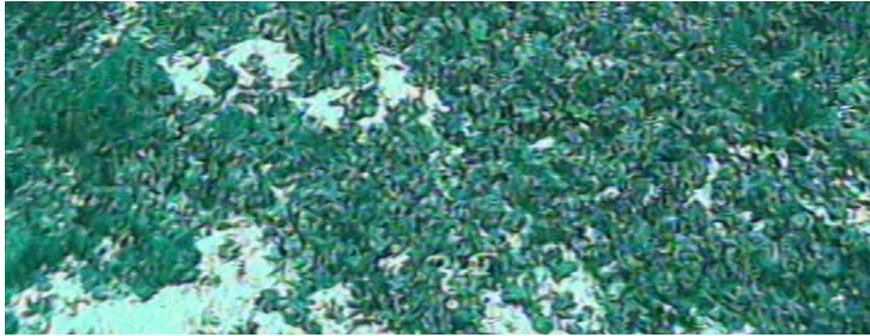
No se localiza área representativa de esta comunidad en el ámbito de estudio de Ibiza.

Formentera

Dicha comunidad presenta una gran extensión dentro del ámbito de estudio. Se solapa al inicio con el límite inferior de la pradera de *Posidonia oceanica*.

Se sitúa entre la cota de -35 y -50 m de profundidad aproximadamente. Tanto en las filmaciones como en las muestras de sedimento se observaron enclaves de maërl dispersos formando rodolitos.

Agrupaciones de rodolitos de maërl sobre la comunidad de detrítico arenoso y ejemplar de *Spatangus purpureus* (Formentera).



Detrítico arenoso con algas esciáfilas y enclaves de arena con *Spatangus purpureus*

Esta comunidad corresponde a la anterior, como indica su nombre, con la salvedad de que presenta algunas facies más. Se caracteriza por la presencia, en algunos casos masiva, de algas esciáfilas rojas y de enclaves de arena con el erizo irregular *Spatangus purpureus*.

También en este caso, de forma puntual, en algunas zonas se han localizado enclaves de maërl, hábitat descrito en el apartado anterior, que otorga un elevado valor ecológico añadido a dicha comunidad.



Las comunidades esciáfilas del Mediterráneo constituyen elementos florísticos y estructurales de primer orden. Especialmente relevante es el desarrollo que presentan los biótopos infralitorales sombríos caracterizados por escaso o moderado hidrodinamismo. Las especies que caracterizan esta comunidad son rodofíceas (algas rojas) que pertenecen a la familia Peyssonneliaceae, como *Peyssonnelia rubra*, *Peyssonnelia polymorpha* y *Peyssonnelia rosa-marina*. Todas estas especies están adaptadas a desarrollarse en un medio donde las fluctuaciones estacionales de temperatura y luz son relativamente constantes. Sin embargo, la especie de alga más abundante que se ha encontrado en esta comunidad es el alga roja (*Vidalia volúbilis*) de color muy oscuro que pertenece a la familia Rhodomelaceae. Dicha especie se caracteriza por presentar un talo erguido y acintado, pinnado en los bordes que presentan unos dienteclillos retorcidos. *Vidalia volúbilis* es un alga muy frecuente en todo el Mediterráneo entre los 30 y 80 m de profundidad.

Otra característica de esta comunidad es la presencia de enclaves de arena con la presencia del erizo irregular (*Spatangus purpureus*) de familia Spatangoidae. Este erizo se caracteriza por tener una coloración violeta pálido uniforme y un cuerpo acorazonado, con el lado aboral elevado y el oral plano. La longitud del cuerpo varía entre los 10 y 12 cm. La especie se caracteriza además por presentar una zona ambulacral anterior bastante larga y profunda. Las espinas son escasas y de tamaño reducido en la superficie oral. Por otro lado las espinas aborales y laterales alcanzan un tamaño considerable siendo directamente implicadas en los movimientos del animal.

Distribución

Ibiza

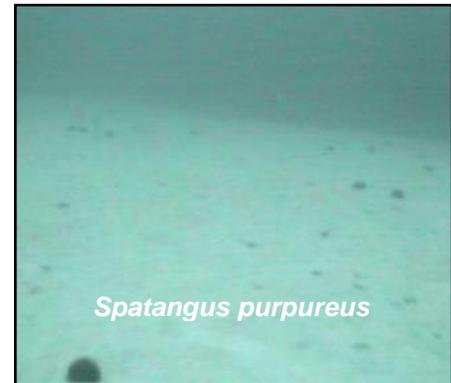
Se distribuye en el tramo profundo del ámbito de estudio entorno a la cota batimétrica de -40 / -45 m. Tan sólo en el extremo suroeste se solapa con el límite inferior de la pradera de *Posidonia oceanica*. En el resto se inicia progresivamente a continuación de áreas arenosas.

Formentera

Esta comunidad se sitúa exclusivamente en el área este del ámbito de estudio. Se inicia fundamentalmente a partir de la cota batimétrica de -40 m. Al este de la isla Espardell se observa desde la cota de -35 m hasta los 20 m de profundidad.

En este ámbito de estudio predomina la presencia de *Spatangus purpureus* respecto a las otras facies que componen la comunidad.

En la imagen se observa una captura de vídeo donde se observa un ejemplar de *Spatangus purpureus*.



6.2.2.1.2. Clasificación Jerárquica de hábitats EUNIS

En la tabla siguiente se identifican los códigos de la clasificación EUNIS para las comunidades presentes y descritas en el ámbito de estudio. Se han identificado un total de 16 hábitats EUNIS.

CLASIFICACIÓN Pérès and Picard, 1964 //Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer méditerranée. Pérès J. M. and J. Picard, 1964.//	CLASIFICACIÓN JERÁRQUICA EUNIS //EUNIS Hábitat Clasificación 200410//	Código EUNIS
Algas fotófilas sobre sustrato rocoso	Mediterranean submerged fucoids, green or red seaweeds on full salinity infralittoral rock	A3.33
	Association with <i>Cystoseira compressa</i>	A3.331
Algas hemiesciáfilas sobre sustrato rocoso	Mediterranean low energy infralittoral rock	A3.3
Arenas finas medias gruesas no vegetadas	Mediterranean communities of well sorted fine sands	A5.236
	Infralittoral mobile clean sand with sparse fauna	A5.231
	Littoral sand and muddy sand	A2.2
Pradera de <i>Posidonia oceanica</i>	Sublittoral seagrass beds	A5.53
	Ecomorphosis of striped <i>Posidonia oceanica</i> meadows	A5.5351
	Facies of dead "mattes" of <i>Posidonia oceanica</i> without much epiflora	A5.5353
<i>Cymodocea nodosa</i>	Littoral sedimes dominated by aquatic angiosperms	A2.6
Algas fotófilas con <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Posidonia oceanica</i> dispersa sobre sustrato compacto no rocoso	Association with <i>Caulerpa prolifera</i> on <i>Posidonia</i> beds	A.5.5354
	Facies of banks of dead leaves of <i>Posidonia oceanica</i> and other phanerogams	A2.131
Comunidad de Detrítico arenoso	Mediterranean communities of coastal detritic bottoms	A5.46
	Association with rhodolithes on coastal detritic bottoms	A5.461
	Infralittoral mixed sediments	A5.43
Detrítico arenoso con algas esciáfilas y enclaves de arena con <i>Spatangus purpureus</i>	Association with <i>Osmundaria volubilis</i>	A5.464

6.2.2.1.3. Resultados del muestreo de las comunidades de fondo sedimentario

El estudio de las comunidades macro bentónicas habitualmente se ha dirigido hacia la caracterización y evaluación de la integridad biológica dado que los organismos que la componen son bioindicadores del estado ecológico del lecho marino.

En el presente estudio se han muestreado 10 estaciones, 5 en cada ámbito insular.

Composición cuali-cuantitativa de las estaciones de muestreo:

Abundancia o densidad de organismos

Se puede definir como el número total de individuos por unidad de superficie (m²). Este parámetro se ve sometido a variaciones muy amplias en las diferentes épocas del año y en casos de perturbaciones.

Ibiza

La estación de muestreo B3 destaca por presentar una abundancia o densidad por metro cuadrado sustancialmente más alta de las otras cuatro. Por otro lado la estación B2 presenta el valor más bajo.

Formentera

El análisis de la abundancia indica diferencias sustanciales entre las estaciones estudiadas con los valores más elevados en las estaciones B5 y el valor más bajo en la estación B1.

Dominancia de los grupos taxonómicos

Ibiza

Se observa un patrón de dominancia similar en las 5 estaciones muestreadas: un elevado porcentaje de poliquetos y crustáceos. La presencia de otros grupos se puede considerar secundaria o marginal debido al bajo porcentaje que alcanzan.

Formentera

Con respecto a la dominancia de los grupos faunísticos, las cinco estaciones presentan un patrón de dominancia parecido al ámbito de estudio de Ibiza donde destaca el elevado porcentaje de los poliquetos. Cabe destacar en la estación B2 la elevada abundancia relativa de los nemátodos. La presencia de otros grupos se puede considerar marginal o secundaria debido al bajo porcentaje que alcanzan.

Diversidad específica Índice de Shannon-Wiener

Existen distintos índices para el cálculo del grado de diversidad de una comunidad de entre los cuales destacamos el algoritmo de Shannon-Weaver o Wiener (1963).

Su formulación responde al siguiente algoritmo:

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde: