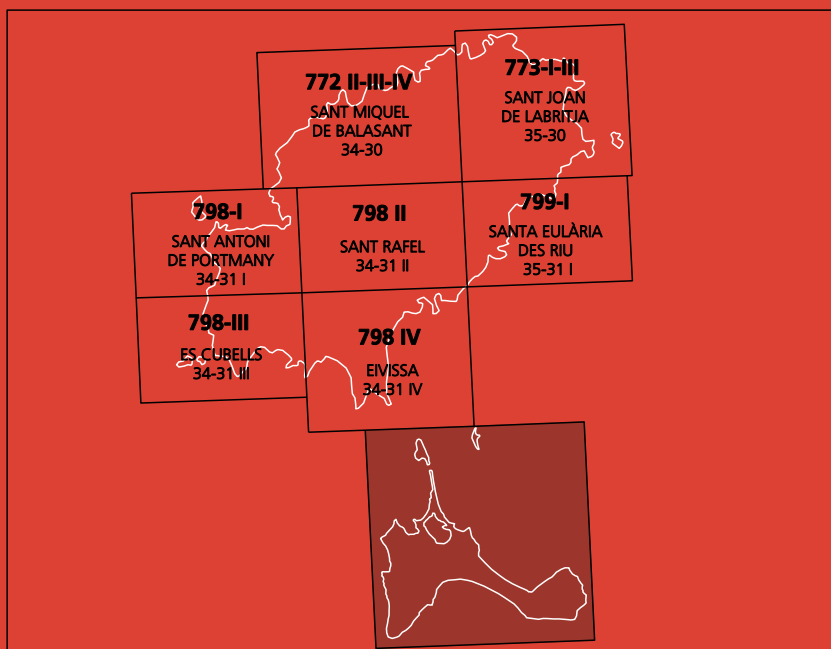




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 25.000

Segunda serie - Primera edición



IBIZA Y FORMENTERA (ISLAS BALEARES)

FORMENTERA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

FORMENTERA

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
www.igme.es
NIPO: 474-09-015-5
ISBN: 978-84-7840-804-7
Depósito legal: M-27694-2009

Fotocomposición: Les Trappistes, S. L.
Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

Las presentes Hoja y Memoria (Formentera – 824 IV – 825 III) han sido realizadas por Informes y Proyectos, S.A. (INYPSA), dentro del programa MAGNA, con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Autores

- A. García de Domingo (INYPSA). Cartografía y Memoria. Hidrogeología. Jefe de proyecto.
- J. A. Díaz de Neira (INYPSA). Cartografía y Memoria. Recursos Naturales.
- J. Gil Gil (INYPSA). Cartografía y Memoria. Geotecnia.
- P. Cabra Gil (INYPSA). Cartografía y Memoria. Geomorfología.
- P. P. Hernaiz Huerta (INYPSA). Tectónica y Neotectónica.
- M. Zamorano Cáceres (INYPSA). Sedimentología
- C. Gálvez García (INYPSA). Hidrogeología.
- J. Palacios Suárez (INYPSA). Patrimonio Cultural Geológico (PIG).

Estudios de muestras

- P. Aguilar. Nannofósiles.
- L. Granados. Micropaleontología.
- C. P. Calvo (UCM). Petrología de carbonatos.

Dirección y supervisión

- P. Ruiz Reig (IGME)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que, en el Centro de Documentación del IGME, existe, para su consulta, una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones
- Informes y fichas petrográficas, paleontológicas y sedimentológicas de dichas muestras
- Columnas estratigráficas de detalle
- Álbum de fotografías
- Informe sedimentológico
- Puntos de Interés Geológico

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	8
1.2. ANTECEDENTES	10
1.3. MARCO GEOLÓGICO	11
1.3.1. Marco regional	11
1.3.2. Evolución geodinámica	12
1.3.3. Estructura de la Hoja	12
2. ESTRATIGRAFÍA	13
2.1. MIOCENO	13
2.1.1. Mioceno superior	13
2.1.1.1. Arcillas rojas, arenas, brechas y calizas (1). Tortoniense	13
2.1.1.2. Calizas y calcarenitas (2). Tortoniense	14
2.2. CUATERNARIO	15
2.2.1. Pleistoceno	15
2.2.1.1. Arcillas de descalcificación (Fondo de dolina) (3). Pleistoceno- Holoceno.....	15
2.2.1.2. Areniscas (Playas y dunas antiguas: “marés”) (4). Pleistoceno.....	16
2.2.1.3. Arenas blancas cementadas (Cordón de dunas) (5). Pleistoceno ..	16
2.2.1.4. Limos anaranjados (Limos eólicos) (6). Pleistoceno	17
2.2.2. Holoceno.....	17
2.2.2.1. Arenas (Dunas) (7). Pleistoceno-Holoceno	17
2.2.2.2. Arenas (Manto eólico) (8). Holoceno.....	17
2.2.2.3. Arcillas y limos (Laguna interdunar) (9). Holoceno	17
2.2.2.4. Bloques, gravas, arcillas y arenas (Coluvión) (10). Holoceno	18
2.2.2.5. Gravas, arenas y arcillas (Fondo de valle) (11). Holoceno	18
2.2.2.6. Gravas, arcillas y arenas (Cono de deyección) (12). Holoceno	18
2.2.2.7. Arcillas y limos con materia orgánica (Albufera) (13). (Holoceno).	18
2.2.2.8. Arcillas y sales (Salinas) (14). (Holoceno)	18

2.2.2.9. Arenas y gravas (Playa) (15). (Holoceno)	19
2.2.2.10. Depósitos antrópicos (16). (Holoceno)	19
3. TECTÓNICA	20
3.1. ASPECTOS GEODINÁMICOS	20
3.1.1. Marco estructural	20
3.1.2. Evolución geodinámica	20
3.2. ESTRUCTURA DE LA HOJA	22
4. GEOMORFOLOGÍA	23
4.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA	23
4.2. ANTECEDENTES	24
4.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO	24
4.3.1. Estudio Morfoestructural	25
4.3.2. Estudio del modelado	25
4.3.2.1. Formas de ladera	25
4.3.2.2. Formas fluviales	25
4.3.2.3. Formas poligénicas	26
4.3.2.4. Formas eólicas	26
4.3.2.5. Formas litorales	27
4.3.2.6. Formas kársticas	27
4.3.2.7. Formas endorreicas	28
4.3.2.8. Formas antrópicas	28
4.4. FORMACIONES SUPERFICIALES	28
4.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA	31
5. HISTORIA GEOLÓGICA	32
5.1. ETAPA SEDIMENTARIA	32
5.2. TECTOGENÉISIS ALPINA	35
6. GEOLOGÍA ECONÓMICA	37
6.1. HIDROGEOLOGÍA	37
6.1.1. Climatología e Hidrología	37
6.1.1.1. Climatología	37
6.1.1.2. Hidrología	37
6.1.2. Descripción hidrogeológica	37
6.2. RECURSOS MINERALES	37
6.2.1. Rocas industriales	38

6.3. GEOTECNIA	39
6.3.1. Síntesis geotécnica	39
6.3.1.1. Criterios de división.....	39
6.3.1.2. División en Áreas y Zonas Geotécnicas.....	39
6.3.2. Estudio de las Áreas y Zonas	41
6.3.2.1. Área I.....	41
6.3.2.2. Área II.....	42
7. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (PIG).....	44
7.1. TESTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	44
7.2. ITINERARIO RECOMENDADO	44
8. BIBLIOGRAFÍA	46

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja a escala 1:25.000 de Isla de Formentera está integrada por las Hojas a dicha escala de S'Espalmador (824 II), Sant Francesc de Formentera (824 IV), Pilar de la Mola (825 III/850 I) y Cap de Barbaria (849 I). Fisiográficamente, Formentera se encuentra constituida por cuatro dominios bien diferenciados. En sus extremos oriental y occidental se alzan dos promontorios entre los que se dispone una estrecha franja o cordón de dirección NO-SE, de relieve mucho menos pronunciado, en tanto que al norte del promontorio occidental se extiende otro cordón de dirección N-S. Este último se prolonga hacia el norte de forma discontinua a través de un grupo de islas e islotes que también forman parte de la Hoja (fig. 1.1)

El Promontorio Oriental o de La Mola es el más prominente, pese a sus reducidas dimensiones, alcanzando 197 m de altitud en Sa Talaïassa. Su superficie, a modo de plataforma suavemente ondulada, aparece truncada por espectaculares acantilados, prácticamente verticales, que sobrepasan los 100 m de desnivel.

El Promontorio Occidental o de Sant Francesc posee una extensión muy superior, pero alcanza altitudes más modestas, con un máximo de 108 m en Guillén. Su superficie es más irregular, pero se observa, en general, una disminución altimétrica en sentido NNO; por ello, en sus sectores meridional y nororiental aparece limitado por abruptos acantilados, moderando los desniveles hacia el noroeste, hasta transformarse insensiblemente en una costa baja.

El Cordón Central es una estrecha franja de menos de 2 km de anchura, que con dirección NO-SE une ambos promontorios; contrasta notablemente con éstos, superando los 25 m de altitud tan sólo de forma ocasional, por lo que su costa está constituida por playas, destacando por su longitud la de Migjorn. Su paso al Promontorio de Sant Francesc se lleva a cabo a través de una moderada pendiente, en contraste con su paso al Promontorio de La Mola que coincide con un notable desnivel.

El Cordón Septentrional, situado al norte del Promontorio de Sant Francesc, posee una configuración aproximadamente triangular; se trata de un dominio de escaso relieve en el que tan sólo destacan pequeñas elevaciones correspondientes a dunas, encerrando zonas suavemente deprimidas que albergan lagunas, aprovechadas en algunos casos como salinas. Su costa baja posee diversas playas (Llevant, Ses Illetes...) que convergen hacia el norte, en el paraje de Es Trucadors, extremo septentrional de Formentera.

Diversas islas e islotes insinúan la conexión entre el Cordón Septentrional y la Punta de sa Torres de ses Portes, en el extremo meridional de Eivissa. Constituyen el Archipiélago Intermedio (entre Eivissa y Formentera), integrado por los restos emergidos de un umbral parcialmente sumergido, cuya profundidad no alcanza en ningún caso los 10 m. La entidad de las islas es muy variable, destacando entre todas ellas S'Espalmador y S'Espardell, situada 4 km al este del umbral y que posee la mayor elevación del archipiélago (30 m).

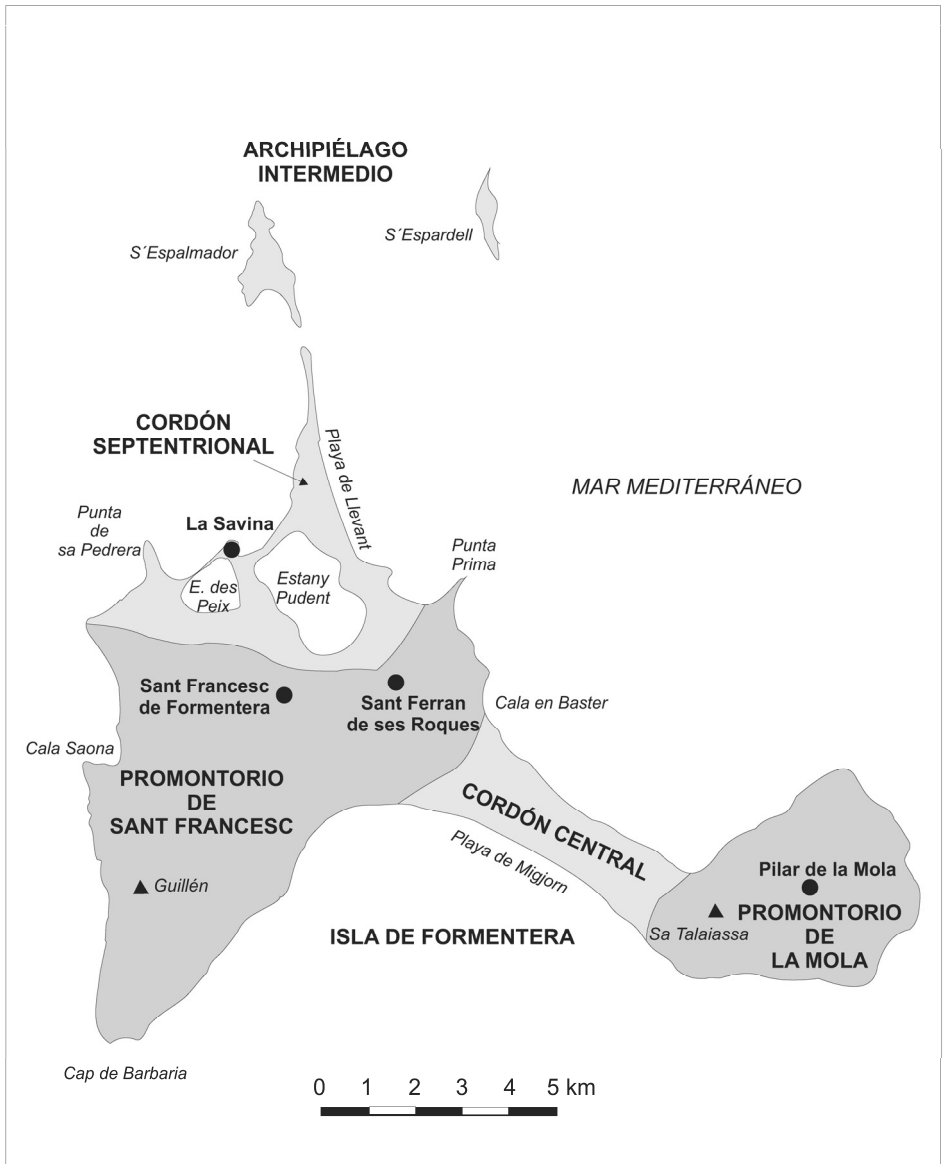


Figura 1.1. Principales elementos fisiográficos de la Hoja.

La red fluvial es prácticamente inexistente, en consonancia con la baja pluviometría de la región, con un solo cauce digno de mención, correspondiente al torrente de Cala Saona, de carácter estacional.

El principal recurso económico de la zona es, con notable diferencia, el turismo; en un segundo plano aparecen las labores agrícolas, en tanto que la explotación de las salinas ha sido abandonada recientemente. Esta coyuntura socio-económica provoca importantes oscilaciones en el número de habitantes, con máximos durante el periodo estival. Aunque existen numerosos chalés y urbanizaciones diseminadas, la mayor parte de la población se concentra en el sector noroccidental de Formentera, especialmente en Sant Francesc, Es Pujols, Sant Ferran de Ses Roques y La Savina, cuyo puerto es el punto oficial de acceso a la isla.

1.2. ANTECEDENTES

Pese a que el archipiélago balear ha sido objeto de una gran cantidad de trabajos de diversa índole desde épocas remotas, las islas de Eivissa y Formentera han permanecido en un claro segundo plano en relación con ellos, especialmente en el caso de la segunda. En las últimas décadas, los principales estudios corresponden a diversos autores de la escuela francesa, con aportaciones puntuales de autores españoles, apreciándose en cualquier caso un claro desinterés por los temas geológicos de ambas islas en los últimos años. A continuación se señalan aquellos trabajos que se han considerado del máximo interés durante la elaboración de la Hoja, tanto de carácter local como regional, y que engloban la mayor parte de los conocimientos existentes acerca de ella.

Entre la literatura histórica es preciso hacer mención de los trabajos de FALLOT (1910-1948), que aunque realizados en su mayor parte dentro de un contexto amplio, correspondiente a las Cordilleras Béticas, aportan numerosos datos e interpretaciones relativos al ámbito balear.

En una época más reciente, es obligado referirse a los estudios llevados a cabo por SOLÉ SABARÍS (1955, 1962) al hablar de los materiales cuaternarios de origen marino, pese a que en algunos casos se centran en Eivissa.

Sin ningún género de dudas, el conocimiento geológico actual de las islas de Eivissa y Formentera se debe fundamentalmente a los numerosos trabajos efectuados por RANGHEARD, culminados con la elaboración de su tesis doctoral (1969) y de la cartografía geológica a escala 1:50.000 (1970). En la bibliografía de este autor son innumerables las aportaciones de orden estratigráfico, estructural, paleontológico, petrológico y regional, habiendo sido de notable interés durante la realización de la presente Hoja.

La década de los ochenta supone un importante avance en el conocimiento del Mioceno postorogénico de Eivissa y Formentera, ya avanzado por BREVION *et al.* (1968), destacando los trabajos de BARÓN (1980) y SIMÓ y GINER (1983), este último basado en la Tesis de Licenciatura de SIMÓ (1982).

La evolución tectonosedimentaria de las Baleares ha sido abordada por POMAR (1979) dentro de un amplio contexto que abarca el Mediterráneo occidental. Entre los trabajos más recientes, es preciso destacar el análisis que efectúa ROCA (1994) sobre la evolución geodinámica de la cuenca Catalano-Balear.

1.3. MARCO GEOLÓGICO

1.3.1. Marco regional

La isla de Formentera, al igual que su vecina Eivissa, forma parte de las Cordilleras Béticas, ocupando una posición intermedia entre los afloramientos de la provincia de Alicante y los de la isla de Mallorca, que constituye el extremo nororiental de aquéllas.

Las Cordilleras Béticas son el extremo occidental de las cordilleras alpinas europeas; se trata de una zona que, al igual que todo el borde mediterráneo, durante la mayor parte del Mesozoico y del Terciario ha sufrido fenómenos tectónicos de escala continental relacionados con la apertura del Atlántico y la ampliación occidental del Tethys, así como con la colisión de las placas Europea y Africana. Aparecen como una serie de alineaciones montañosas que con directriz N70°E se extienden al sur del valle del Guadalquivir entre las provincias de Cádiz y Alicante, prolongándose hacia el Mediterráneo a través del Promontorio Balear.

De acuerdo con la concepción clásica del geosinclinal, las Cordilleras Béticas han sido divididas tradicionalmente en Zonas Internas y Externas. Las Zonas Internas presentan deformaciones profundas que afectan al zócalo, acompañadas de metamorfismo, mientras que las Zonas Externas se caracterizan por la ausencia de afloramientos del zócalo y por una cobertera sedimentaria plegada y despegada, con desarrollo de cabalgamientos y mantos de corrimiento.

El resto de la cordillera queda configurado por depresiones neógenas de origen diverso. Por una parte, la Depresión del Guadalquivir constituye la antifosa que separa el orógeno del margen continental estable, representado por la Meseta, habiendo recibido aportes siliciclásticos de ésta y de carácter olistostrómico, procedentes del orógeno. Por otro lado, las depresiones intramontañosas son el reflejo de la tectónica post-alpina.

La distribución de las unidades anteriores es, de norte a sur: Meseta, Depresión del Guadalquivir, Zonas Externas y Zonas Internas.

Es difícil apreciar la posición que ocupa la presente Hoja dentro de este contexto general, ya que la totalidad de sus afloramientos corresponden a depósitos postorogénicos, que se distribuyen irregularmente por la cordillera, sin ajustarse a los dominios señalados. En cualquier caso, teniendo en cuenta la paleogeografía propuesta para la isla de Eivissa, parece razonable suponer que se localiza en las proximidades del paso entre las zonas Prebética y Subbética.

1.3.2. Evolución geodinámica

El primer acontecimiento destacado de la historia geológica de la cordillera, se registra a finales del Lías medio como consecuencia de procesos de fracturación de envergadura continental relacionados con la apertura del Atlántico. Las grandes fallas originadas juegan a partir de este momento un importante papel: en primer lugar, como condicionantes paleogeográficos durante el resto del Mesozoico y, posteriormente, como zonas de debilidad aprovechadas por los esfuerzos compresivos alpinos, durante el Terciario.

A mediados del Cretácico se produce la rotación de la placa Ibérica, comenzando el desplazamiento de la Zona Bética hacia el oeste debido al acercamiento entre las placas Europea y Africana. Dicho desplazamiento se consuma durante el Mioceno inferior, provocando aloctonías generalizadas hacia el noroeste dentro de las Zonas Externas.

A partir de este momento tienen lugar nuevas fases de deformación, manifestadas de diferente forma y con intensidad variable según los sectores. Hasta finales del Mioceno no se considera acabado el ciclo orogénico alpino, en sentido estricto, pero en cualquier caso las deformaciones persisten actualmente como reflejo de una zona tectónicamente activa, al igual que todo el borde mediterráneo.

1.3.3. Estructura de la Hoja

Frente a la compleja configuración geológica de las Zonas Externas y en particular de la isla de Eivissa, como resultado de una prolongada historia sedimentaria y tectónica, la isla de Formentera y el Archipiélago Intermedio poseen una constitución simple, reflejo de una breve historia, posterior a la estructuración fundamental de la cordillera.

Formentera está constituida por un conjunto carbonatado de origen arrecifal depositado durante el Tortonense y que evolucionaría hacia el noroeste a ambientes emergidos, caracterizados por el predominio de depósitos aluviales, suelos y acumulaciones eólicas. Una intensa fracturación bajo régimen distensivo dio lugar a una densa red de fallas normales cuyo resultado más destacado fue la individualización de los promontorios de La Mola y Sant Francesc.

La fisonomía actual de Formentera se debe en buena medida al destacado papel que han jugado los procesos eólicos; éstos, no sólo han cubierto con un fino tapiz una buena parte de los promontorios, sino que han construido dos cordones arenosos: Central, entre ambos promontorios, y Septentrional entre el promontorio de Sant Francesc y Eivissa. Esta pretérita conexión entre Eivissa y Formentera tiene su reflejo en el conjunto de islas e islotes del Archipiélago Intermedio.

2. ESTRATIGRAFÍA

Los materiales aflorantes en la Hoja a escala 1:25.000 de Isla de Formentera corresponden al Tortonense y al Cuaternario, cuyos depósitos constituyen dos conjuntos con un papel sensiblemente diferente en la morfoestructura de la isla: los sedimentos postorogénicos tortonienses configuran la morfoestructura fundamental y los depósitos cuaternarios, de amplia distribución y génesis variada, se disponen a modo de tapiz sobre los materiales tortonienses.

2.1. MIOCENO

La isla de Formentera y algunas de las islas e islotes del Archipiélago Intermedio están constituidas por materiales terciarios parcialmente recubiertos por depósitos cuaternarios. No se ha encontrado los sedimentos preorogénicos del Mioceno inferior-medio característicos de la isla de Eivissa, sino tan sólo sedimentos del Mioceno superior, claramente postorogénicos.

2.1.1. Mioceno superior

Los sedimentos miocenos, atribuidos al Tortonense, presentan buenas condiciones de afloramiento a lo largo de la costa, a diferencia del interior, donde únicamente son posibles las observaciones de cierto detalle en las canteras existentes. Su carácter postorogénico con respecto a la comprensión alpina hace que aparezcan poco deformados, mostrando no obstante una intensa fracturación que ha dado lugar a la formación de bloques, cuyo resultado más evidente es la individualización de los promontorios de La Mola y Sant Francesc. Este conjunto tortoniense es correlacionable con los niveles miocenos del sector de Cala Portinatx, al norte de Eivissa.

Se han diferenciado dos unidades que presentan un notable contraste litológico y que se depositaron bajo condiciones sedimentarias distintas. En el sector noroccidental, la serie se inicia mediante un conjunto heterogéneo de tonos rojizos depositado en una amplia llanura litoral, que evoluciona en la vertical y hacia el suroeste a un típico y potente conjunto integrado por calizas de carácter arrecifal.

2.1.1.1. Arcillas rojas, arenas, brechas y calizas (1). Tortonense

Constituyen un conjunto heterogéneo cuyas principales características a nivel de afloramiento son sus tonos rojizos y sus niveles arcillosos y arenosos. Aparece, en general con buena calidad de exposición, en el litoral noroccidental, concretamente entre Racó de sa Llenya y La Savina, así como en S'Espalmador y S'Espardell, pudiendo realizarse las mejores observaciones de detalle en Cap Alt, Cala Saona y Punta de sa Gavina. Su único afloramiento en el Promontorio de La Mola se localiza en S'Estufador.

A grandes rasgos, se trata de una alternancia irregular de niveles tabulares de espesor decimétrico a métrico constituidos por arcillas, arenas, brechas y calizas dispuestos subhorizontalmente. 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 de brechas poseen matriz lutítico-arenosa y clastos de litología similar a la de la matriz que los engloba. Ambas litologías representan facies de costras calcáreas y paleosuelos.

Al sur de Cala Saona se aprecia nítidamente cómo las facies arcillosas se interdigitan con grandes cuerpos arenosos de morfología cuneiforme y tonos blanquecinos, que a menudo presentan morfología de barras, tapizadas por los niveles arcillosos de paleosuelos. Internamente se observan “megaforesets” de estratificación cruzada planar o de surco, con paleocanales dirigidos hacia el NNO. Su relación con los paleosuelos y su orientación hacia las zonas continentales indican que se trata de dunas eólicas asociadas a ambientes de playa.

Los niveles arenosos no ofrecen duda 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.

A pesar de la ausencia de fauna determinativa en el seno de la unidad, ha sido asignada al Tortoniense en función de su relación lateral con la unidad calcárea miocena (2).

2.1.1.2. Calizas y calcarenitas (2). Tortoniense

Constituyen la mayor parte de los afloramientos terciarios, apareciendo a grandes rasgos como un conjunto carbonatado de aspecto compacto; su espesor supera el centenar de metros, e incluso los 200 m en el Promontorio de La Mola, disminuyendo hacia el noroeste tanto por el paso lateral de sus niveles inferiores a la unidad anterior (1), como por causa de los procesos erosivos. Aunque dicho paso lateral es observable en el sector de Racó de sa Llenya, su difícil acceso hace que Cala en Baster sea el mejor punto de observación de las facies de tránsito entre ambas unidades.

Los afloramientos son de excelente calidad en los escarpados acantilados del litoral, especialmente en los de La Mola y Cap de Barbaria, así como en las canteras de Cova d'en Jerani y Can Rita, 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-packstone” de aspecto masivo con cemento micrítico y peloidal, así como con abundantes rodolitos y fragmentos fosilíferos.

Hacia techo y mediante una superficie de erosión neta, se pasa a otro conjunto de calizas blancas con bioconstrucciones de Corales que alternan con calizas “grainstone” bioclásticas producto de la destrucción de los edificios coralinos.

Sus abundantes restos fosilíferos incluyen Algas rodofíceas, Moluscos, Briozoos, Equinodermos y Foraminíferos, entre ellos *Amphistegina*, *Cibicides lobatula*, *Elphidium* sp., *Discorbis* sp., *Planorbulina mediterraneensis* y *Borelis melo*, Alveolínidos, Textuláridos y

Miliólidos, que han permitido asignar la unidad al Tortoniense (RANGHEARD, 1969-1971). No obstante, no debe descartarse la correlación de este conjunto con el depósito de diversas cuencas mediterráneas messinienses (SIMÓ, 1982) hasta que la unidad sea datada concluyentemente.

El depósito de la unidad se interpreta en un contexto de plataforma somera en la que se desarrollaron arrecifes y barras relacionadas con el paso de corrientes litorales por las zonas más deprimidas. La presencia de brechas y bloques ha sido interpretada como facies de talud; éste, en virtud de la paleogeografía propuesta para el Tortoniense, daría paso hacia el sureste a facies más profundas, de mar abierto, no representadas en Formentera. Por otra parte, hacia el noroeste, estos ambientes marinos evolucionarían a una amplia llanura litoral con paleosuelos, dunas y playas, representada por la unidad anterior (1). En la etapa inicial de este ciclo, la línea de costa seguiría una dirección aproximada NE-SO, entre Racó de sa Llenya y Punta Prima, retrocediendo hacia el noroeste con el paso del tiempo, mientras aumentaba la superficie de sedimentación carbonatada.

2.2. CUATERNARIO

Entre los depósitos más recientes destacan sobre el resto los sedimentos de origen eólico, litoral y kárstico, aunque también se reconocen depósitos endorreicos, gravitacionales y antrópicos.

2.2.1. Pleistoceno

2.2.1.1. Arcillas de descalcificación (Fondo de dolina) (3). Pleistoceno-Holoceno

Aparecen sobre los materiales carbonatados miocenos de los promontorios de Sant Francesc y La Mola, sobre los que los procesos de disolución han dado lugar a numerosas formas exokársticas de diversa escala. También las formas endokársticas se han desarrollado en el sector de Cap de Barbaria, siendo visibles por el desarrollo de cuevas en los acantilados.

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. Su génesis muestra una gran influencia de la tectónica, puesto que su eje mayor se orienta según las direcciones principales de fracturación.

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. La potencia es difícil de estimar, pero por el tamaño de las dolinas y uvalas pueden oscilar entre 2 y 5 m.

En cuanto a su cronología, es difícil de precisar, pero por los materiales afectados y el funcionamiento de los procesos kársticos en la actualidad, se han asignado al Pleistoceno-Holoceno.

2.2.1.2. Areniscas (Playas y dunas antiguas: "marés") (4). Pleistoceno

Tienen una notable representación, localizándose en el sector septentrional del Promontorio de Sant Francesc, en la base de los cordones de dunas Septentrional y Central y en la isla de S'Espalmador. Son depósitos que actualmente no poseen una morfología concreta debido a la erosión. Genéricamente, se trata de restos de playas o dunas e incluso de un transporte eólico de aquéllas, por lo que pueden encontrarse a alturas muy diferentes, si bien aquí, se localizan casi a nivel del mar.

El "marés" está constituido por areniscas de naturaleza calcárea y color de tonos claros, pudiendo ser blanco-amarillento, amarillo-anaranjado, rosa, gris y marrón claro. Están formadas por granos esféricos y ovoides, con un tamaño medio de 0,5-1 mm de diámetro. El cemento también es calcáreo y contiene pequeños granos angulosos de cuarzo; a veces se observan oolitos.

Contiene abundantes microorganismos. En concreto, RANGHEARD (1971) encuentra los siguientes en la isla de Eivissa: Algas (Melobesias), *Elphidium cripus*, *E. complanatum* D'ORB., *E. cf. complanatum* D'ORB., *E. sp.*, *Ammonia beccarii*, *Cibicides lobatulus* (WALK. JAC.), *Discorbis sp.*, *Globorotalia inflata* (D'ORB.), *Globigerinoides rubra* (D'ORB.), *Nubecularia lucifuga* DEFR., *Textularia sp.*, *T. pseudotrochus* CUSHM., *Sphaerogypsina globula* (REUSS), *Aceroulina adherens* (SCHUTZE), *Guttulina sp.*, *Amphisorus hemprichri* (EHRENB.), *Ophthalmidium glomerosum* COLOM, Miliólidos (*Adelosina sp.*, *Quinqueloculina sp.* y *Triloculina sp.*) y *debris* de Briozoos, Lamelibranquios, Gasterópodos y Equinodermos. Pese a la abundancia de fauna, no ha podido precisarse su edad, si bien, por su posición y cementación se consideran pertenecientes al Pleistoceno inferior, no descartando la existencia de niveles más recientes.

Su estructura interna denuncia un medio litoral constituido por dunas con niveles intercalados de playa. En general, lo que se observa en los cortes son "sets" de estratificación cruzada planar separados por superficies de reactivación netas; a veces se observan encostramientos incipientes a techo. Su espesor sobrepasa 10 m en diversos afloramientos.

2.2.1.3. Arenas blancas cementadas (Cordón de dunas) (5). Pleistoceno

Constituyen la unidad exclusivamente eólica más antigua, aflorando en el Cordón Central, donde configuran dunas blancas y cementadas que dan lugar a las mayores alturas de aquél. Su morfología consiste en una serie de lomas muy características, a veces enmascaradas por depósitos más recientes. En la carretera Sant Ferran de ses Roques-Es Caló se encuentran magníficos ejemplos en cuyos perfiles se reconocen estratificaciones cruzadas y superficies de reactivación que dan cuenta de su génesis eólica.

Se trata de arenas blancas muy cementadas, constituidas por granos de caliza y restos de conchas. Se observan "sets" de estratificación cruzada planar a gran escala, correspondientes a dunas de cresta recta, ligeramente sinuosa. También aparecen superficies de reactivación y algunas estructuras de fluidificación. Aunque su espesor no es observable en su totalidad, se estima una media de 12-15 m. En cuanto a su edad, por su posición se asignan al Pleistoceno.

2.2.1.4. Limos anaranjados (Limos eólicos) (6). Pleistoceno

Rellenando las depresiones interdunares del conjunto anterior aparecen limos eólicos anaranjados y rojos que alcanzan gran extensión. Junto a sus manifestaciones en el Cordón Central, aparecen también en el Promontorio de Sant Francesc rellenando algunas depresiones kársticas o tapizando los sedimentos tortonienses.

Cuando no se observan en corte, pueden confundirse por su color con los depósitos de terra rossa, si bien los limos son algo más anaranjados. Los perfiles observados muestran "sets y cosets" de estratificación cruzada a gran escala, planar y en surco. Se trata de dunas de muy diversa morfología y de menor tamaño que las anteriores. El espesor observado en Cala en Baster es de unos 10 m. Se asignan al Pleistoceno.

2.2.2. Holoceno

2.2.2.1. Arenas (Dunas) (7). Pleistoceno-Holoceno

Tienen gran representación en el ámbito de los cordones Central y Septentrional. Son dunas actuales de grandes dimensiones y crestas alargadas, algo serpenteantes y con un desarrollo bastante espectacular. Su altura puede llegar a alcanzar 20 m. Están constituidas por arenas blancas o blanco-amarillentas sueltas, de tamaño medio. Su naturaleza es carbonatada, correspondiendo con frecuencia a fragmentos de conchas. Se consideran de edad Holoceno.

Son dunas móviles, aunque a veces están fijadas por vegetación de pinos y arbustos. Un magnífico lugar de observación es la playa de la urbanización Mar y Land, donde estas formas se desarrollan extraordinariamente bien.

2.2.2.2. Arenas (Manto eólico) (8). Holoceno

Son pequeñas acumulaciones de arena sin morfología y tamaño definidos, a modo de manto eólico. Por su textura, la ausencia de cementación y su distribución aleatoria sobre cualquier tipo de sustrato, se consideran de formación reciente.

Su naturaleza es principalmente carbonatada, al igual que en las dunas actuales, pero sus deficientes afloramientos, sin cortes limpios, no han permitido observar su estructura interna.

2.2.2.3. Arcillas y limos (Laguna interdunar) (9). Holoceno

Se trata de pequeñas formas depositadas a favor de las lagunas generadas en las depresiones interdunares diseminadas por los cordones. Se trata de acumulaciones de arcillas y limos de espesor decimétrico a métrico y de dimensiones de orden hectométrico. Se atribuyen al Holoceno.

2.2.2.4. Bloques, gravas, arcillas y arenas (Coluvión) (10). Holoceno

Aparecen suavizando los escarpes en los bordes de algunas dolinas y uvalas, estando originados por la acción conjunta del agua y de la gravedad. El resultado es una pequeña acumulación de conos de derrubios y bloques, dispuestos caóticamente. La abundancia de carbonatos provoca una importante cementación del depósito, además de la formación de una pequeña costra de ladera.

Son depósitos de 1-2 m de espesor y tienen una pequeña representación. Su textura es granular y heterogénea, con abundantes bloques y cantos angulosos-subangulosos de naturaleza carbonatada. La matriz es arcillo-limosa pardo-rojiza, con tinciones blancas por carbonatos. Aunque el depósito es en general caótico, se observa un cierto ordenamiento que podría indicar los diferentes episodios de aporte. Estos depósitos desarrollan una costra a techo, denominado "costra de ladera", con estructura interna laminar y brechoide. La edad asignada es Holoceno.

2.2.2.5. Gravas, arenas y arcillas (Fondo de valle) (11). Holoceno

Se trata de depósitos de textura granular y heterométrica, constituidos por gravas y cantos de calizas y calcarenitas, con matriz areno-arcillosa roja que puede alcanzar una elevada proporción. Su morfología es alargada, estrecha y bastante rectilínea, como se observa en el torrente de Cala Saona. Se les asigna una edad holocena.

2.2.2.6. Gravas, arcillas y arenas (Cono de deyección) (12). Holoceno

Son escasos y se forman a la salida de pequeños barrancos y arroyos, como el de las proximidades de la urbanización Punta Rasa; es un cono pequeño, con litología y textura muy similares a las de los fondos de valle. Su potencia no supera los 3 m y se les supone una edad Holoceno.

2.2.2.7. Arcillas y limos con materia orgánica (Albufera) (13). (Holoceno)

Aparecen en la costa septentrional, bordeando el Estany des Peix y el Estany Pudent. 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. Su génesis es muy reciente, por lo que se asignan al Holoceno.

2.2.2.8. Arcillas y sales (Salinas) (14). (Holoceno)

Aparecen al sur del Cordón Septentrional, adyacentes al Estany Pudent. Tienen forma alargada, encontrándose instaladas en medio del cordón de dunas, entre los parajes de Sant Ferran y Sa Pedrera. Se les atribuye una edad Holoceno y actualmente están en explotación.

2.2.2.9. Arenas y gravas (Playa) (15). (Holoceno)

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. Se enmarcan en el Holoceno.

2.2.2.10. Depósitos antrópicos (16). (Holoceno)

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 compactados. No se han diferenciado las numerosas construcciones tales como carreteras, edificaciones, etc. representados ya en la base topográfica.

3. TECTÓNICA

3.1. ASPECTOS GEODINÁMICOS

3.1.1. Marco estructural

La evolución estructural de la isla de Eivissa debe ser contemplada en el contexto geodinámico correspondiente a la Cuenca Catalano-Balear y áreas adyacentes, contexto ampliamente tratado por ROCA (1994).

La cuenca comprende el sector más oriental de la placa Ibérica, en el que se engloban no sólo zonas actualmente sumergidas (Surco de Valencia) sino también emergidas (Baleares, Cadena Costero-Catalana y sector suroriental de la Cordillera Ibérica). A escala de la tectónica de placas, se sitúa en el Mediterráneo occidental, zona compleja sometida a campos de esfuerzos muy variados, como consecuencia de los movimientos relativos entre las placas Europea, Ibérica y Africana desde su individualización en el Mesozoico.

3.1.2. Evolución geodinámica

Durante la evolución de la Cuenca Catalano-Balear se reconocen cuatro etapas de deformación principales, cuya distribución temporal puede variar ligeramente según las zonas: Mesozoico, Paleógeno, Oligoceno superior-Mioceno medio y Mioceno superior-Cuaternario.

La etapa mesozoica es la peor conocida, pero en cualquier caso se relaciona con una extensión generalizada durante el Pérmico-Cretácico inferior, cuyo resultado fue la creación de una serie de umbrales y cuencas subsidentes, delimitados por fallas normales. Este régimen distensivo favoreció la extrusión de rocas volcánicas alcalinas en el intervalo Triásico superior-Jurásico, poniendo de manifiesto un proceso de rifting, asociado a un adelgazamiento litosférico; este proceso de rifting no sería constante a lo largo del tiempo, reconociéndose cuatro etapas de máxima intensidad (Pérmico-Triásico inferior, Lías inferior, Carixiense-Toarciense y tránsito Jurásico-Cretácico) seguidas por periodos de mayor estabilidad. Esta primera etapa está ligada a los procesos de apertura del Atlántico Norte y del Tethys occidental.

Durante la etapa paleógena, la región sufrió un proceso compresivo con el que se produjo una inversión de la estructura mesozoica, llevada a cabo esencialmente mediante la reactivación contractiva de las fallas que delimitaban las cubetas mesozoicas; el resultado sería la creación de zonas emergidas y escasamente deformadas a favor de pliegues de amplio radio y fallas menores, zonas limitadas por áreas marginales donde se concentraría la deformación y donde tendrían lugar los procesos tectónicos más importantes.

Las características geométricas y cinemáticas de las estructuras generadas en estas áreas marginales estarían relacionadas con el ángulo existente entre la dirección de las estructuras mesozoicas y la del esfuerzo máximo, de orientación pirenaica (N-S). Cuando dichas direcciones son perpendiculares, el resultado es la creación de sistemas de pliegues y cabalgamientos, en tanto que si son oblicuas, el desarrollo corresponde a sistemas

transpresivos formados por fallas con movimiento en dirección y cabalgamientos con importante componente direccional.

Esta segunda etapa corresponde a una situación de convergencia N-S entre la placa Europea y el conjunto de las placas Ibérica y Africana, que comenzaría a finales del Cretácico en el sector pirenaico y a finales del Eoceno en el sector bético, evidenciando una clara diacronía de la deformación. El resultado es la elevación de la cadena pirenaica a partir de la subducción de la placa Ibérica bajo la Europea. En cualquier caso, el acortamiento de 4-6 km calculado para la Cuenca Catalano-Balear durante este período (ROCA, 1994) no supone una modificación sustancial del espesor cortical al final de la etapa de extensión mesozoica.

Durante la etapa del Oligoceno superior-Mioceno medio se produjo la estructuración principal de la Cuenca Catalano-Balear, como consecuencia de la coexistencia de un cinturón de pliegues y cabalgamientos en el sector suroriental, con un rift en los sectores noroccidental y central, pudiendo diferenciarse dos períodos de características diferentes: Oligoceno superior-Burdigaliense inferior y Burdigaliense superior-Serravalliense.

A lo largo del intervalo Oligoceno superior-Burdigaliense inferior, la región sufrió una distensión de directriz ONO-ESE a E-O que estructuró la cuenca en una serie de horsts y grabens orientados según ENE-OSO y N-S, con hundimiento de las zonas que durante el Paleógeno habían sido levantadas. Al mismo tiempo, al sureste del Promontorio Balear habían comenzado a emplazarse los cabalgamientos bético-baleares, con una clara vergencia hacia el NO (SABAT *et al.*, 1988; GELABERT *et al.*, 1992).

Como consecuencia del avance de los cabalgamientos bético-baleares, durante el Burdigaliense superior-Langhiense, las áreas de régimen extensivo quedaron restringidas al sector noroccidental de la región, observándose además una menor intensidad de la deformación. El apilamiento de láminas cabalgantes que dieron lugar al prisma bético-balear se produjo en dos niveles estructurales separados por la facies Keuper, de los que el superior, integrado por la cobertera sedimentaria postríasica, es el observable en superficie, caracterizándose generalmente por sus láminas imbricadas.

El régimen geodinámico de la etapa del Oligoceno superior-Mioceno inferior estaría regido por la subducción de la placa Africana bajo el conjunto de las placas Ibérica y Europea, en cuyo caso las cuencas extensionales noroccidentales corresponderían a cuencas de retroarco ("back-arc") de tipo mediterráneo, en tanto que el Promontorio Balear constituiría el arco externo que separaría dichas cuencas y la Placa Africana. De esta forma, a lo largo de dicha etapa, la Cuenca Catalano-Balear habría pasado de ser una cuenca de rift a una cuenca de antepaís del edificio bético-balear. La magnitud mínima del acortamiento ha sido estimada en 105 km (60%), si bien se desconoce la estructura contractiva del zócalo (ROCA, 1994).

Por lo que respecta a la etapa del Mioceno medio-Cuaternario, supone la implantación de un régimen distensivo en toda la cuenca, aunque con un cierto desfase entre las distintas áreas, régimen caracterizado por la efusión de magmas alcalinos. Las causas geodinámicas de esta etapa son menos claras, invocándose desde un colapso gravitatorio del edificio bético hasta movimientos diapíricos del manto. En cualquier caso, se trata de un

estiramiento de dirección NNO-SSE a NO-SE que implica un acortamiento de 8 km (3%), cifra que no supone un acortamiento cortical importante.

3.2. ESTRUCTURA DE LA HOJA

La estructura de la isla de Formentera y la de las islas e islotes septentrionales es el resultado de la sucesión de las tres principales fases de deformación reconocidas en Eivissa: distensión mesozoica, compresión terciaria y distensión finimiocena-actual, siendo la tercera la de menor envergadura pero la de mayor incidencia en la morfoestructura visible en la actualidad. Ésta se caracteriza por una estructuración en bloques individualizados por fallas o sistemas de fallas normales y puede considerarse postectónica con respecto a las fases orogénicas compresivas.

Debido a este marco tectónico general, son escasas las estructuras existentes en la Hoja, reduciéndose a una densa red de fallas normales que condicionan en buena medida su fisonomía actual, provocando en algunos casos suaves basculamientos hacia el NNO.

Las fallas normales se hallan ampliamente distribuidas por el Promontorio de Sant Francesc y aunque sus direcciones son variables, se aprecia una clara concentración en torno a NNE-SSO y ESE-ONO. Ni sus trazas ni sus planos son directamente observables sobre el terreno, deduciéndose de alineaciones fotogeológicas y rasgos morfológicos más o menos acusados; a juzgar por su trazado rectilíneo, poseen planos verticalizados. Su salto es muy variable, predominando las de pequeña envergadura, con desplazamientos que no sobrepasan el orden métrico, si bien son las de mayor envergadura, con saltos de orden deca a hectométrico, las de mayor incidencia en la morfoestructura de la isla.

La falla más espectacular es la que limita el Promontorio de La Mola por su vertiente occidental, deducible por diversos criterios, pero siendo especialmente evidente en el paraje de Racó de sa Pujada, donde la serie carbonatada del Tortoniense desaparece bruscamente, apareciendo nuevamente en el Promontorio de Sant Francesc y disponiéndose entre ambos promontorios la acumulación de arenas eólicas del Cordón Central. Éste corresponde a un bloque hundido, limitado por fallas normales de dirección NNE-SSO que generan los escarpes de los promontorios contra los que se han acumulado los depósitos arenosos transportados por el viento.

Fallas tan evidentes como la anterior, cuyo salto sobrepasa los 200 m, no son perceptibles en el Promontorio de Sant Francesc, excepto en Cala en Baster, donde los depósitos eólicos cuaternarios se acumulan contra un escarpe de materiales terciarios. En este caso, el salto de falla parece sensiblemente inferior, de tal manera que el contraste entre el Promontorio y el Cordón es menos evidente.

Aunque las fallas pueden presentarse individualmente, el caso más general es el de asociaciones a modo de graderío, que provocan suaves variaciones altimétricas, con algunas elevaciones alargadas a modo de horsts y depresiones a modo de cubetas y grabens poco contrastados.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA

La isla de Formentera tiene una superficie aproximada de 82 km² y una orografía peculiar. Está constituida por dos promontorios elevados, La Mola (al este) y Sant Francesc (al oeste), unidos mediante una franja alargada y estrecha correspondiente a un cordón dunar constituido por la acumulación de materiales eólicos; al norte del promontorio occidental existe otro cordón parcialmente sumergido que hace suponer la pretérita conexión con Eivissa. Las áreas emergidas de este cordón son las que constituyen el archipiélago existente entre ambas islas.

Las mayores altitudes se encuentran en el Promontorio de La Mola, de superficie plana debido a la disposición horizontal de los estratos. Excepto en su sector occidental, está limitado por pronunciados acantilados cuyo desnivel puede sobrepasar 100 m.

El Promontorio de Sant Francesc tiene una mayor extensión pero alcanza menores altitudes, llegando a 108 m en Guillén. Posee una superficie más irregular que el de La Mola y un descenso topográfico paulatino hacia el sector septentrional, donde se transforma en una costa baja con dos albuferas: el Estany des Peix y el Estany Pudent. Por el contrario, el litoral meridional, desde Punta Rasa hasta Punta de s'Àgulla, así como en la zona de Cala en Baster, aparece limitado por una serie de acantilados prácticamente verticales, algunos de gran espectacularidad, pero que en ningún caso superan los 100 m de altura.

Otra característica de la superficie de ambos promontorios es la existencia de numerosas depresiones de origen kárstico, poco profundas y de bordes suaves, rellenas de terra rossa. Estas depresiones son aprovechadas para cultivos y consideradas como áreas agrícolas de gran valor.

El Cordón Central posee una altura media de 15-20 m sobre el nivel del mar y una anchura de algo más de 2 km. Su relieve es suave y alomado y ofrece dos magníficas playas, la de Migjorn (al sur) y la des Carratge (al norte), ésta algo más rocosa y abierta

Por lo que se refiere al Cordón Septentrional, tiene una forma aproximadamente triangular y pequeña altura, destacando sólo modestas elevaciones que corresponden a dunas, entre las que se interponen pequeñas depresiones correspondientes a los surcos interdunares.

La isla de Formentera se caracteriza por un clima de tipo Mediterráneo Templado suave, con una temperatura media anual de 17° C. Las máximas aproximadas alcanzan los 35° C y las mínimas descienden hasta los 0° C. Por lo que se refiere a la precipitación, los valores medios anuales no superan los 380 mm, existiendo una gran diferencia entre los años secos y los húmedos. La distribución estacional de las precipitaciones presenta máximos absolutos en octubre y mínimos en julio.

En cuanto a la red fluvial, cabe señalar su escasa representación debido al reducido tamaño de la isla, a las escasas precipitaciones y a la alta permeabilidad del terreno.

La red de comunicaciones es buena, con numerosas carreteras que unen los diversos núcleos urbanos y las urbanizaciones edificadas por exigencia del turismo. Además, los numerosos chalés y casas de campo han sembrado de caminos la isla, de manera que es posible el acceso a la práctica totalidad de su superficie.

La población habitual es de unos 5.000 habitantes, cifra que se multiplica considerablemente en la época estival debido a la incidencia del turismo. La mayor parte se concentra en el sector noroccidental, concretamente en la localidad de Sant Francesc de Formentera, seguida en importancia por Es Pujol, Sant Ferran de ses Roques, Pilar de La Mola y La Savina, que constituye el puerto oficial de acceso a Formentera.

La principal actividad de la isla es el turismo, representando un importante porcentaje en el producto interior bruto, seguido a considerable distancia por la actividad agrícola, que destaca por el cultivo de cereales en los sectores más elevados.

4.2. ANTECEDENTES

Los trabajos relativos a los aspectos geomorfológicos de la isla de Formentera son mínimos en comparación con otras islas del conjunto balear. Dentro de esta escasez, se señalan a continuación una serie de publicaciones que de una u otra manera se han considerado de interés en diversos aspectos geomorfológicos de la Hoja.

Entre las obras más antiguas, hay que hacer mención a VIDAL y MOLINA (1888) que realizan un breve estudio de los depósitos cuaternarios y actuales de las islas de Eivissa y Formentera.

Algo más tarde, FALLOT (1922) llama la atención sobre la localización de depósitos dunares antiguos ("marés") a diferentes alturas y sobre los cambios del nivel de base acaecidos durante el Cuaternario. SPIKER y HAANSTRA (1935) mencionan las grandes extensiones que alcanzan los depósitos cuaternarios en las llanuras ibicencas y citan nuevos afloramientos de "marés".

También son de interés los trabajos de SOLÉ SABARÍS (1955, 1962) en los que hace un estudio detallado de los numerosos afloramientos litorales de Eivissa, ilustrados con una serie de cortes geológicos. Por otra parte, ESCANDELL y COLOM (1964) describen depósitos con abundante fauna de edad flandriense en Sant Antoni de Portmany.

Es preciso destacar de forma especial la tesis doctoral de RANGHEARD (1969), en la que los aspectos relativos al Cuaternario ocupan una parte importante del estudio.

4.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

El presente apartado trata dos aspectos fundamentales: uno de carácter estático o morfoestructural y otro de carácter dinámico. El primero se ocupa del relieve como resultado de la naturaleza y la disposición del sustrato y el segundo analiza la importancia de los procesos exógenos al actuar sobre dicho sustrato.

4.3.1. Estudio Morfoestructural

Desde un punto de vista estructural, la isla de Formentera forma parte de las Cordilleras Béticas y ocupa, junto con Eivissa, una posición intermedia entre los afloramientos de la provincia de Alicante y los de Mallorca, que constituye el extremo nororiental.

A diferencia del resto de las Baleares, Formentera está formada única y exclusivamente por depósitos posttectónicos de edad tortoniense a los que se superponen grandes extensiones de sedimentos cuaternarios. Por lo que se refiere a los primeros, se trata de materiales detrítico-carbonatados dispuestos horizontalmente que, como ya se ha señalado, configuran dos promontorios unidos por un gran cordón de dunas.

La naturaleza detrítico-carbonatada y la disposición horizontal de los depósitos tortonienses dan como resultado una superficie estructural en cada uno de los promontorios, muy modificada por la actuación durante el Cuaternario de la tectónica y los procesos kársticos, que han dado lugar a amplias depresiones rellenas de terra rossa. En este sentido, se han representado en el mapa todos aquellos accidentes que de una u otra forma se reflejan en el relieve. Se observa una serie de fallas, producto de la tectónica distensiva, en las que el hundimiento de uno de sus labios produce un escarpe, algo suavizado por la actuación de los procesos externos.

Aunque no existen otras formas estructurales que destacar, cabe añadir que la red fluvial, de carácter centrífugo, se encaja a favor de los planos de debilidad que definen las fracturas, que son también las que han controlado el modelado kárstico.

4.3.2. Estudio del modelado

Se describen aquí todas aquellas formas que se han cartografiado en el Mapa Geomorfológico, tanto erosivas como sedimentarias, elaboradas por la acción de los procesos externos. También se describen dichos procesos según su importancia, agrupándolos según su origen (fluvial, eólico, etc.)

4.3.2.1. *Formas de ladera*

Están representadas exclusivamente por coluviones, destacando el que orla el borde suroccidental del Promontorio de La Mola, que aparece como una acumulación caótica de bloques y cantos. Más frecuentes son los depósitos de pequeña entidad desarrollados en los bordes de algunas dolinas y uvalas, suavizando los escarpes. Este tipo de depósitos se originan por la acción conjunta del agua y de la gravedad. La abundancia de carbonatos produce una importante cementación del depósito, además de la formación de una pequeña costra de ladera.

4.3.2.2. *Formas fluviales*

Están escasamente representadas debido a la ausencia de una red fluvial mínimamente desarrollada. Se limitan a algunos fondos de valle y a las huellas dejadas por los procesos de incisión lineal y arroyada difusa.

Los fondos de valle están constituidos por depósitos de gravas, cantos y arcillas, estas últimas muy abundantes. Su morfología es alargada, estrecha y rectilínea, como se observa en el torrente de Cala Saona y en los que desembocan en Raconet de Nedar.

Los escasos conos de deyección están relacionados con los fondos de valle, formándose a la salida de pequeños barrancos y arroyos, como el cartografiado en las proximidades de la urbanización Punta Rasa.

Los procesos erosivos son más destacados, reconociéndose una pequeña red de incisión, de carácter cetrífugo en el Promontorio de Sant Francesc y algunos procesos de arroyada difusa en los sectores más llanos.

4.3.2.3. Formas poligénicas

Están representadas exclusivamente por la superficie de erosión-sedimentación elaborada sobre los promontorios de La Mola y Sant Francesc. Aunque en principio se trata de sendas superficies estructurales debidas a la horizontalidad de los sedimentos que las conforman, han sufrido una serie de procesos que han alterado su naturaleza. En concreto, los procesos de disolución, edáficos e incluso eólicos hacen de estas formas superficies multipoligénicas de características muy peculiares. Por lo general están bien conservadas y se observan con facilidad los resultados de los procesos que las han modelado.

4.3.2.4. Formas eólicas

Son de notable desarrollo y espectacularidad, destacando las de carácter sedimentario.

Se han reconocido cuatro tipos de formas, constituyentes del Cordón Central, si bien algunas de ellas se han desarrollado sobre el sustrato mioceno de los dos promontorios. La forma más antigua es el cordón de dunas blancas y cementadas, que dan lugar a las mayores alturas; su morfología, algo suavizada, es la de una serie de lomas muy características, a veces enmascaradas por depósitos más recientes. En la carretera Sant Ferran-Es Caló se encuentran magníficos ejemplos en cuyos perfiles se reconocen estratificaciones cruzadas y superficies de reactivación que dan cuenta de su génesis eólica.

Rellenando las depresiones interdunares se disponen limos eólicos anaranjados que alcanzan gran extensión y que también aparecen en el Promontorio de Sant Francesc. Cuando no se observan en corte, pueden confundirse por su color con los depósitos de terra rossa, aunque los limos son algo más anaranjados. Los perfiles observados muestran "sets y cosets" de estratificación cruzada a gran escala, planar y en surco. Se trata de dunas de muy diversa morfología y de menor tamaño que las anteriores.

Por encima de ambos conjuntos se instalan las dunas actuales. Son de color blanco, con tonos beige y amarillentos. Están constituidas por arenas sueltas de tamaño medio, con abundantes fragmentos de conchas, de hasta 20 m de altura. Alcanzan su mayor desarrollo en la mitad meridional del Cordón Central y en el Cordón Septentrional. Se trata de dunas móviles, aunque a veces fijadas por la vegetación de pinos y arbustos. Un buen punto de observación es la playa de la urbanización Mar y Land, donde se desarrollan muy bien.

Las formas eólicas se completan con una serie de pequeñas acumulaciones de arena ampliamente distribuidas, a modo de manto eólico carente de morfología y tamaño definidos, que por su textura, su falta de cementación y su distribución aleatoria sobre cualquier tipo de sustrato, se consideran de formación reciente.

4.3.2.5. Formas litorales

Son sedimentarias y erosivas. Por lo que a las primeras se refiere, se han cartografiado playas y dunas antiguas, conocidas coloquialmente como "marés", albuferas, salinas y playas actuales; por lo que se refiere a las segundas, están representadas por los acantilados.

Los depósitos de "marés" tienen una buena representación, localizándose en la mitad septentrional del Promontorio de Sant Francesc, en la base de los cordones Central y Septentrional y en la isla de S'Espalmador. Se trata de restos de playas y arenas de origen eólico que pueden encontrarse a diferentes alturas. En el sector de Racó de sa Pujada alcanzan 90 m de altura. Actualmente no muestran una morfología definida debido a los efectos de la erosión.

También poseen origen litoral los depósitos de albufera y las salinas del sector noroccidental. Los primeros se localizan en el ámbito del Estany des Peix y del Estany Pudent, en tanto que los segundos se reconocen en las zonas marginales de éste. Las salinas tienen forma alargada y actualmente están en explotación.

Las playas actuales son frecuentes, destacando las del litoral meridional del Cordón Central y las del Cordón Septentrional. Son playas largas, estrechas y con una excelente arena de color blanco.

Las formas erosivas se limitan a los acantilados, algunos de los cuales alcanzan un notable desarrollo, destacando los que bordean el Promontorio de La Mola y, en menor medida, los próximos a Cap de Barbaria, en el litoral suroeste. Llevan asociados importantes procesos erosivos, como caída de bloques y socavamiento de su base por la acción del oleaje.

4.3.2.6. Formas kársticas

Se desarrollan en los promontorios de Sant Francesc y La Mola, sobre los materiales carbonatados tortonienses. Los procesos de disolución han dado lugar a numerosas formas exokársticas, de diversa escala. También las formas endokársticas están presentes en el sector de Cap de Barbaria, haciéndose visibles en los acantilados por el desarrollo de cuevas.

Por lo que se refiere a las formas mayores, hay que destacar 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 el interior. Al observar la cartografía geomorfológica se puede deducir la influencia de la tectónica en su génesis, puesto que su eje mayor se orienta según las direcciones principales de fracturación.

Los materiales que rellenan el fondo de todas estas depresiones son limos y arcillas rojas, producto de la descalcificación y del aporte de algunos materiales arrastrados por el viento.

En cuanto a las formas menores, en algunos puntos de la superficie de las calizas se reconoce un pequeño lapiaz, con formación de crestas, senos, oquerosidades rellenas de *terra rossa*, etc. El mayor o menor desarrollo del lapiaz depende del clima, pero sobre todo del grado de fracturación y de la textura de la roca de la misma.

4.3.2.7. Formas endorreicas

Dentro del presente grupo tan sólo se ha reconocido una serie de depresiones interdunares de dimensiones deca-hectométricas, relacionadas con el Cordón Septentrional.

4.3.2.8. Formas antrópicas

Pese a su dispersión en la isla, únicamente se han diferenciado las relacionadas con las instalaciones portuarias de La Savina, por haber supuesto un incremento de la superficie insular a expensas de la marina. Las restantes no se han diferenciado por estar incluidas en la base topográfica.

4.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Se consideran como formaciones superficiales todos aquellos depósitos, coherentes o no, en general sueltos, que han podido sufrir una consolidación posterior y que están relacionados con la evolución del relieve existente en la actualidad. Su característica fundamental es la cartografiabilidad a la escala de trabajo y su definición por una serie de atributos tales como geometría, textura, litología, potencia y, en algunas ocasiones, edad.

Las formaciones superficiales de ladera se limitan a los coluviones. Son depósitos de poco espesor aunque con una representación superficial importante. Su composición es variable, dependiendo de la naturaleza del sustrato sobre el que se desarrollan, pero son muy similares debido a la homogeneidad litológica de éste. Lo más frecuente son lutitas blanco-amarillentas incluyendo clastos y bloques angulosos de naturaleza carbonatada. A veces se puede observar un cierto ordenamiento que indica diferentes episodios de aporte. El grado de heterometría es acusado y la morfología de los clastos, muy angulosa. Estos depósitos también desarrollan una costra a techo, denominada "costra de ladera", con estructuras laminares y brechoides. Su edad, tanto por su situación como por su aspecto, se considera Holoceno.

Las formaciones superficiales de origen fluvial están representadas por los fondos de valle, de entre los que destaca el torrente de Cala Saona. Se trata de depósitos de textura granular y heterométrica constituidos por gravas y cantos de calizas y calcarenitas, con una matriz areno-arcillosa roja con abundantes carbonatos. Se les asigna una edad holocena. También se incluyen aquí los escasos conos de deyección, de pequeño tamaño y de textura, naturaleza y edad semejantes.

Debido a su extraordinario desarrollo es preciso destacar las costras carbonatadas. Aunque se superponen a varios tipos de depósitos cuaternarios (coluviones, "marés"), alcanzan su máximo desarrollo en la superficie de los promontorios, sobre los sedimentos tortonienses. Se trata de una costra tabular, bastante continua, con un espesor medio de 10-30 cm, aunque a veces puede llegar a alcanzar algo más de 1 m. Sus facies son muy variadas, con estructuras hojosas, laminares, multiacintadas, nodulosas, granulares e incluso brechoideas, dependiendo de la textura del depósito sobre el que se originan, de la pendiente y del clima. El color es también variable, pero en general claro, encontrando tonalidades desde ocres hasta blanquecinas, pasando por rosadas, amarillentas y anaranjadas.

Según RANGHEARD (1971) esta costra se ha formado bajo un clima húmedo y cálido, en el que el agua de lluvia que penetra en el suelo provoca la disolución de las calizas y las soluciones contenidas en el suelo ascienden durante la estación seca, depositándose el carbonato de calcio en la superficie. En cualquier caso, el gran desarrollo de esta formación edáfica y la variedad de tipos que ofrece, sugieren la existencia de todo un universo que merece un tratamiento exclusivo y detallado.

Por lo que se refiere a las formaciones superficiales de carácter eólico, muestran una gran diversidad. Las más antiguas se han denominado "dunas blancas cementadas", y se han confundido a veces con el "marés". Se trata de arenas blancas muy cementadas y constituidas por granos de caliza y restos de conchas, apareciendo en el Cordón Central, donde conforman los relieves más altos. Los perfiles observados permiten reconocer "sets" de estratificación cruzada planar a gran escala, correspondientes a dunas de cresta recta, ligeramente sinuosa. También aparecen superficies de reactivación y algunas estructuras de fluidificación. Aunque su espesor no es observable en su totalidad, se calcula una media de 12-15 m. En cuanto a su edad, por su posición y características, se asignan al Pleistoceno.

También con carácter fósil se ha cartografiado una serie de limos anaranjados dispuestos sobre las dunas blancas cementadas. Existe un excelente corte en Cala en Baster, donde estos limos aparecen en la base como un depósito tabular, originado posiblemente por corrientes acuosas, apareciendo encima un conjunto eólico formado por "sets" de estratificación cruzada planar y en surco de gran escala. Son dunas de diferente morfología y menor tamaño que las anteriores. La potencia observada en Cala en Baster es de unos 10 m. La edad de estas formas es Pleistoceno.

Las dunas actuales tienen una gran representación en el ámbito de los dos cordones litorales. Son dunas de grandes dimensiones, de crestas alargadas algo serpenteantes y con un desarrollo bastante espectacular. Su altura puede llegar a alcanzar 20 m. Se trata de arenas sueltas blancas o blanco-amarillentas de tamaño medio; su naturaleza es carbonatada, tratándose con frecuencia de fragmentos de conchas. Constituyen una formación de carácter móvil, aunque en muchos puntos están prácticamente fijadas por la vegetación. Se consideran de edad Holoceno.

Se incluye también en este grupo el manto eólico, integrado por arenas sueltas carentes de morfología definida y que poseen un reducido espesor. Su naturaleza es principalmente carbonatada, al igual que en las dunas actuales, pero dado el tipo de afloramientos, sin cortes limpios, no se ha podido observar su estructura interna. Por su escasa coherencia, su carácter móvil y su posición sobre cualquier sustrato, se les asigna una edad Holoceno.

Otras características muy diferentes ofrecen las formaciones superficiales de origen litoral constituidas por la formación conocida como "marés", las albuferas, las salinas y las playas actuales.

El "marés" está compuesto por areniscas de naturaleza calcárea cuyos granos son esféricos y ovoides, con un tamaño medio de 0,5-1 mm de diámetro. El cemento es también calcáreo y contiene pequeños granos angulosos de cuarzo. A veces se observan oolitos. En general, su color es de tonos claros, pudiendo ser blanco-amarillento, amarillento-anaranjado, rosa, gris claro o marrón claro.

Entre los abundantes microorganismos que incluye, RANGHEARD (1971) cita los siguientes: Algas (Melobesias), *Elphidium cripus*, *E. complanatum* D'ORB., *E. cf. complanatum* D'ORB., *E. sp.*, *Ammonia beccarii*, *Cibicides lobatulus* (WALK. JAC.), *Discorbis sp.*, *Globorotalia inflata* (D'ORB.), *Globigerinoides rubra* (D'ORB.), *Nubecularia lucifuga* DEF., *Textularia sp.*, *T. pseudotrochus* CUSHM., *Sphaerogypsina globula* (REUSS), *Aceroulina adherens* (SCHUTZE), *Guttulina sp.*, *Amphisorus hemprichii* (EHRENB.), *Ophthalmidium glomerosum* COLOM, Miliólidos (*Adelosina sp.*, *Quinqueloculina sp.* y *Triloculina sp.*) y *debris* de Briozoos, Lamelibranquios, Gasterópodos y Equinodermos. Pese a la abundancia de fauna, no ha podido precisarse su edad, si bien, por su posición y cementación se consideran pertenecientes al Pleistoceno inferior, no descartando la existencia de niveles más recientes.

Su estructura interna denuncia un medio litoral constituido por dunas, con algunos niveles de playa intercalados. En general, lo que se observa en los cortes son "sets" de estratificación cruzada planar, separados por superficies de reactivación netas. A veces se observan encostramientos incipientes a techo. Los depósitos de "marés" pueden sobrepasar los 90 m en Racó de sa Pujada.

También son destacables los depósitos de albufera, constituidos por limos y arcillas grises con un alto contenido en materia orgánica. Pertenecen al Holoceno.

En cuanto a las playas actuales, son arenosas principalmente y están compuestas por granos de tamaño medio-grueso. Su color es blanco-amarillento o blanco-rosado.

Dentro de las formaciones superficiales de origen kárstico hay que destacar las arcillas de descalcificación, producto residual de los procesos de disolución de los carbonatos. La mayor concentración se localiza en el fondo de las dolinas o uvalas que pueblan los promontorios de La Mola y Sant Francesc, aunque también se encuentran en los pequeños huecos del lapiaz, en este caso sin entidad cartográfica. Se trata de arcillas limosas rojas con un importante contenido en arenas. También incluyen fragmentos de costras procedentes de los escarpes que rodean estas depresiones. Su potencia es difícil de calcular, pero por el tamaño de las dolinas y uvalas puede oscilar entre 2 y 5 m. Su cronología presenta problemas, pero debido a su funcionamiento actual se les ha asignado una edad que abarca todo el Cuaternario.

La única formación superficial de carácter endorreico corresponde al conjunto de limos y arcillas que constituyen las depresiones interdunares. Su potencia es de orden decimétrico a métrico y su extensión de deca a hectométrica.

4.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA

La evolución geomorfológica de la isla de Formentera se encuentra enmarcada dentro de la evolución del conjunto balear, por lo que es necesario remontarse a periodos anteriores al Cuaternario para comprender su configuración actual. Concretamente, el paso del Mioceno medio al Mioceno superior implica un cambio en el régimen geodinámico, iniciándose un periodo distensivo relacionado con la creación de fosas que se prolonga hasta la actualidad, por lo que Formentera es considerada como tectónicamente activa.

La distensión del Mioceno superior-Cuaternario tendría una gran incidencia regional pues es la responsable de que el Promontorio Balear quede independizado del ámbito peninsular (ROCA, 1994), así como de la estructuración de Formentera, en la que no existen vestigios de etapas anteriores. La fracturación finieógena y los cambios eustáticos han condicionado en gran medida la evolución cuaternaria de la isla, que ha dado lugar a una gran diversidad de procesos y formas.

Quizá los procesos más antiguos son los de origen kárstico visibles en los promontorios, afectando a los carbonatos tortonienses para dar lugar a un gran número de formas endokársticas (cuevas) y exokársticas (dolinas, uvalas...). En paralelo debieron actuar los procesos edáficos, que irían elaborando la costra calcárea tan extensamente desarrollada.

También a comienzos del Cuaternario se acumularían las arenas eólicas y las playas que originaron el "marés", sobre las que se desarrollaron varios sistemas de origen eólico que elaborarían el Cordón Central de dunas, que con dirección NO-SE une los dos promontorios constituidos por materiales tortonienses. Por otra parte, los procesos fluviales no parecen haber desempeñado un papel importante en la morfogénesis reciente, debido a su pequeña representación.

Existen otros procesos y formas que contribuyen a definir el modelado local, cabiendo destacar junto con algunos cordones dunares, las playas y los procesos litorales que modelan los acantilados, sin olvidar las transformaciones antrópicas que han tenido especial desarrollo en algunas zonas costeras.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

La interpretación exclusiva de los materiales aflorantes en la presente Hoja daría lugar a la elaboración de una historia geológica muy parcial, en la que tan sólo existirían referencias al periodo postorogénico. Ya que lo acontecido durante éste es consecuencia de una prolongada sucesión de acontecimientos previos, es preciso referirse a la evolución ocurrida no sólo en Eivissa, sino en general en todo el ámbito bético e ibérico.

Los afloramientos más antiguos de las islas de Eivissa y Formentera corresponden a la facies Muschelkalk, por lo que la historia previa, correspondiente al Paleozoico y Triásico inferior, tan sólo puede sustentarse en las hipótesis elaboradas a partir del conocimiento de su registro sedimentario en el territorio peninsular y en las islas de Mallorca y Menorca. Por contra, el resto del Mesozoico y el Cenozoico son periodos relativamente bien conocidos en los ámbitos bético e ibérico, así como en el balear, articulándose su historia en torno a dos acontecimientos geodinámicos de notable envergadura: la apertura del Atlántico Norte y del Tethys occidental, desarrollada a lo largo del Mesozoico, y la colisión de las placas Europea y Africana, acontecida durante el Terciario y responsable de la orogenia alpina.

Así pues, la historia geológica de la región puede subdividirse en dos grandes etapas: una etapa distensiva mesozoica, durante la cual predominan los procesos de sedimentación, y una etapa compresiva terciaria, responsable fundamental de la estructuración actual de la región.

5.1. ETAPA SEDIMENTARIA

La historia geológica del Mediterráneo occidental sugiere que la sedimentación triásica se desarrolló sobre un zócalo paleozoico previamente peneplanizado y posteriormente estructurado durante el período tardihercínico; éste se caracterizó a nivel peninsular por la creación de una red de fallas de gran envergadura que condicionaron la evolución posterior al delimitar las cuencas sedimentarias mesozoicas, invirtiendo más tarde su comportamiento durante la compresión alpina, al actuar como zonas de debilidad a favor de las cuales se desarrollarían cabalgamientos.

En cualquier caso, la estructuración tardihercínica tuvo como resultado inmediato la creación de una serie de umbrales y surcos (horsts y grabens), que condicionaron el desarrollo sedimentario en el Triásico inferior bajo un régimen subsidente, durante el cual se depositó la facies Buntsandstein, cuyo registro aparece en Mallorca y Menorca sugiriendo su posible relación con la Cuenca Ibérica. Sus típicos sedimentos detríticos rojos responden a procesos fluviales y aluviales, con probable progresión hacia el sureste, de tal forma que Eivissa ocuparía una posición más bien distal con respecto a dicha cuenca.

El relleno de los surcos daría lugar a una nivelación del relieve que, acompañada de un ascenso relativo del nivel del mar, favorecería el desarrollo de la primera transgresión mesozoica en la región. Con ella, durante el Triásico medio se produjo la instalación de una extensa plataforma carbonatada en la que tuvo lugar la sedimentación de la facies Muschelkalk llevada a cabo bajo condiciones submareales someras, probablemente en un extenso "lagoon". No obstante, también se produjeron diversos episodios intermareales

que aumentaron su frecuencia con el paso del tiempo e incluso dieron paso a episodios supramareales precursores de las condiciones paleogeográficas reinantes durante buena parte del Triásico superior.

A comienzos de este período, un retroceso marino permitió la implantación de ambientes supramareales de tipo "sebkha" en un clima árido, con intensa evaporación y sedimentación de evaporitas bajo una delgada lámina de agua, y con llegada de materiales siliciclásticos finos. En este contexto, se produjo la acumulación arcilloso-evaporítica característica de la facies Keuper, que en el territorio peninsular tuvo notables consecuencias en la evolución posterior, bien como nivel plástico que actuó a modo de nivel de despegue de los mantos y cabalgamientos alpinos o bien como desencadenante de procesos diapíricos. Sin embargo, en el ámbito ibicenco, el moderado espesor de este conjunto ha mermado su importancia estructural, comportándose como un nivel de despegue de menor envergadura.

De forma coetánea con la sedimentación de la facies Keuper, en Mallorca tuvo lugar un intenso vulcanismo, justificado por su posición en la intersección del Margen Bético con el Aulacógeno Ibérico. En cualquier caso, las intercalaciones de rocas ígneas entre las arcillas y yesos de la facies Keuper podrían corresponder a este evento o a alguno posterior.

El magmatismo del Triásico superior estaría relacionado con el cambio geodinámico acontecido durante dicho período, que implica el paso de un régimen caracterizado por el juego diferencial de bloques a otro de estiramiento. Con ello, la subsidencia deja de estar condicionada por la fracturación y pasa a estarlo por el adelgazamiento cortical. Esta nueva situación provocó el hundimiento de zonas que hasta ese momento emergidas, dando lugar a una transgresión generalizada en el sector oriental ibérico durante el Jurásico-Cretácico, aunque con diversas pulsaciones eustáticas.

Así, el ambiente marino fue restaurado a finales del Triásico con la creación de una extensa plataforma carbonatada, que en la región ibicenca estaría representada por una llanura de mareas en la que la producción de calizas, posteriormente dolomitizadas, se prolongó durante el Lías; en cualquier caso, dicha dolomitización ha borrado prácticamente cualquier rasgo sedimentario o paleontológico que pudiese ayudar a esclarecer la evolución del período Lías-Dogger.

Durante el Pliensbachiense, un proceso de fragmentación relacionado con la apertura del Atlántico Norte y del Tethys occidental, fragmentó la plataforma carbonatada que lenta y uniformemente se había ido construyendo en el Lías inferior a lo largo de los dominios bético e ibérico. La fragmentación se produjo como respuesta a la creación de sistemas de fallas cuya orientación en Eivissa y en todo el ámbito bético (NE-SO) condicionaría la historia posterior. Su reflejo inmediato fue la compartimentación de la cuenca mediante surcos y umbrales, que junto con una acusada subsidencia diferencial provocaría importantes variaciones de espesor en las acumulaciones sedimentarias. De esta forma, es en el Pliensbachiense cuando aconteció la individualización de las Zonas Prebética, en la que se enmarca Eivissa, y Subbética, así como los diferentes dominios de ésta: Subbético Externo, Medio e Interno.

En relación con este proceso de fragmentación dio comienzo el ascenso de magmas basálticos, a los que pudieran estar asociados los cuerpos subvolcánicos encajados en la facies Keuper (ofitas) en el ámbito de las Zonas Externas.

Una interrupción sedimentaria afectó a las plataformas europeas durante el Dogger, aunque con una duración variable, que en el caso de Eivissa abarcaría al menos una parte del intervalo Toarciense-Oxfordiense, aún mal determinada. La sedimentación se restableció con la transgresión oxfordiense, en un ambiente de plataforma carbonatada abierta y bien comunicada, iniciándose con un cierto flujo de materiales clásticos finos. Coincidiendo con el cese de estos aportes, la plataforma adquirió carácter espongiolítico a finales del Oxfordiense, sin que en la zona llegasen a edificarse montículos arrecifales como en otros puntos del dominio ibérico, tal vez debido a su destrucción por acción de las tormentas. Las calizas nodulosas depositadas bajo estas condiciones dieron paso a una importante y característica acumulación calcárea durante el Kimmeridgiense, llevada a cabo en una plataforma somera en la que la producción de carbonatos compensaría la subsidencia.

El tránsito Kimmeridgiense-Titónico supuso nuevas modificaciones paleogeográficas relacionadas con la fase de rifting correspondiente a la apertura del Golfo de Vizcaya, correlacionable con los tradicionales movimientos neokimméricos. Este período de inestabilidad, caracterizado por un juego de bloques, se prolongó a lo largo del Cretácico inferior, incluyendo los movimientos áustricos, y tuvo una incidencia directa en la estructuración de la plataforma prebética, en la que se enmarca la isla de Eivissa.

Así, a comienzos del Titónico, la plataforma ibicenca quedó estructurada en dos dominios, separados por una asociación de fracturas de dirección NE-SO: un bloque noroccidental, caracterizado por el depósito de carbonatos de ambientes someros, y un bloque suroriental, caracterizado por depósitos margosos de ambientes más externos, bien comunicados y algo más profundos. Esta distribución se mantuvo, al menos hasta parte del Valanginiense, constituyendo el criterio paleogeográfico empleado para diferenciar la Serie de Ibiza (dominio margoso), de las de San José y Aubarca (dominio carbonatado).

Un ascenso eustático favoreció la instalación de las condiciones externas, de sedimentación margosa, en toda la zona, que adquiriría una gran uniformidad durante el intervalo Hauteriviense-Barremiense; esta uniformidad sería trastocada únicamente por la llegada de esporádicos aportes terrígenos al sector noroccidental, reflejando su mayor proximidad a la línea de costa.

Este mismo sector registró durante el Aptiense el avance de los sectores internos de la plataforma, caracterizados por el desarrollo de barras y, especialmente, construcciones arrecifales, que proporcionan el criterio utilizado para individualizar la Serie de Aubarca. En cualquier caso, el avance no se produjo mediante una sola pulsación, sino a través de varias, indicativas de una desigual distribución de las condiciones externas a lo largo del tiempo.

Éstas se implantaron nuevamente en la totalidad de la zona durante el Albiense, período en el que remiten las deformaciones áustricas, habiéndose alcanzado una nueva configuración regional, de mayor reflejo en el ámbito peninsular. No obstante, a lo largo de este período la plataforma vuelve a sufrir la llegada de descargas terrígenas de procedencia noroccidental, esta vez con mayor intensidad.

A partir del Cenomaniense, la cuenca, que durante buena parte del Jurásico y Cretácico inferior había permanecido compartimentada, adquirió un elevado grado de uniformización, que perduraría hasta finales del Cretácico. La sedimentación de este intervalo se llevó a cabo en una extensa plataforma somera, abierta y bien comunicada, mediante una tasa aceptable de producción de carbonatos.

5.2. TECTOGENESIS ALPINA

La ausencia de registro del Paleógeno y de parte del Mioceno inferior dificulta notablemente la reconstrucción de los acontecimientos acaecidos a lo largo de dicho período; no obstante, una serie de hechos parecen evidentes aunque son difícilmente precisables en el tiempo. A nivel geodinámico, el régimen distensivo y de desgarre que caracteriza el Mesozoico es sustituido a finales del Cretácico por un régimen compresivo, resultante del acercamiento entre las placas Europea y Africana, con la placa Ibérica dispuesta entre ambas.

En cualquier caso, las primeras manifestaciones de este período están relacionadas con la emersión del ámbito balear a comienzos del Terciario, emersión acompañada por una etapa de deformación. En Eivissa, su resultado es la elevación de una franja central, de dirección NE-SO, incluida a grandes rasgos en la posterior Unidad tectónica de Llentrisca-Rey; menos evidentes resultan las causas de dicha elevación, pudiendo deberse a un plegamiento de amplio radio, al juego de las fracturas de idéntica dirección generadas durante el Mesozoico, o a una combinación de ambas.

Durante el resto del Paleógeno y comienzos del Mioceno, el macizo ibicenco fue sometido a la acción de los procesos erosivos, que alcanzaron su máxima intensidad en la franja central, donde fue desmantelada prácticamente toda la cobertera mesozoica, proliferando los afloramientos triásicos; a ambos lados, la tasa erosiva fue mucho menor, sin llegar a desaparecer la totalidad de la cobertera cretácica.

De esta forma, durante el Aquitaniense la zona aparecería como un relieve irregular labrado sobre los materiales mesozoicos deformados, configuración sobre la que se produciría un episodio transgresivo que abarcaría parte del Burdigaliense-Langhiense. No obstante, la posterior erosión sufrida por los depósitos de este período y su distorsión por la principal fase tectónica alpina, no permiten excesivas precisiones sobre su dispositivo sedimentario. Éste, de características marinas someras, parece basarse en abanicos deltaicos representados por depósitos conglomeráticos, que evolucionarían a ambientes de prodelta caracterizados por acumulaciones margosas. La presencia de niveles calcareníticos sugiere la existencia de playas y barras deltaicas.

La tendencia profundizante de la sedimentación burdigaliense se vería interrumpida por el desarrollo de la principal fase de estructuración alpina en la isla; ésta, correspondiente a una compresión de dirección NO-SE, se manifestaría en primera instancia por el desarrollo de pliegues vergentes hacia el NO. La consiguiente elevación del relieve acentuó la acción de los procesos erosivos, provocando el desmantelamiento de aquél y la acumulación de masas conglomeráticas correspondientes a abanicos costeros y, tal vez, continentales.

La progresión del régimen compresivo acentuó la vergencia noroccidental de los pliegues, que adoptaron una clara disposición volcada, con ruptura de las charnelas sinclinales. Ya

que los núcleos de éstos estarían constituidos fundamentalmente por los niveles plásticos correspondientes a las margas cretácicas y miocenas, se crearían cabalgamientos cuyo desplazamiento hacia el NO alcanzaría proporciones de orden decakilométrico. Así, la isla adoptaría a grandes rasgos su estructuración actual, con la superposición, de NO a SE, de las unidades tectónicas de Aubarca, Llentrisca-Rey y Eivissa.

El paso del Mioceno medio al superior supuso una nueva modificación del régimen estructural, abandonándose la prolongada compresión alpina a expensas de una distensión, relacionada con la creación de fosas en el Mediterráneo occidental a finales del Neógeno y que posiblemente está ligada con el ascenso de los magmas emplazados en los materiales burdigalienses.

A comienzos del período distensivo, Eivissa prácticamente habría adquirido su configuración actual, a modo de promontorio, pero rodeada al menos parcialmente (Cala Portinatx y Formentera) por una llanura en la que se desarrollarían aparatos aluviales, suelos y acumulaciones eólicas (unidad 1). Aún en el Tortoniense, se produjo un nuevo impulso transgresivo, reflejado por el desarrollo de construcciones arrecifales (unidad 2). Aunque este período es considerado posttectónico con respecto a la compresión alpina, la actividad distensiva no ha cesado hasta la actualidad, como consecuencia de la ubicación de la región en un dominio tectónicamente activo. De hecho, los cambios eustáticos y la fracturación finineógena, cuyo principal reflejo es la creación de los promontorios de La Mola y Sant Francesc, han condicionado en buena medida la evolución cuaternaria, que ha propiciado una notable riqueza de formas y procesos.

Entre los depósitos más antiguos y característicos de la zona se encuentran las acumulaciones arenosas eólicas y de playas ("marés") sobre las que se desarrollaron varios sistemas de origen eólico: cordón de dunas de arenas blancas, depósitos de limos anaranjados, arenas eólicas y dunas actuales. Los procesos fluviales parecen haber desempeñado un papel insignificante en la morfogénesis reciente, a diferencia de los procesos kársticos, de notable desarrollo sobre los depósitos carbonatados tortonienses.

Entre los depósitos más recientes cabe destacar junto con las dunas mencionadas, los de playas y albuferas, sin olvidar las transformaciones antrópicas que han tenido especial desarrollo en el entorno de La Savina.

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1. HIDROGEOLOGÍA

6.1.1. Climatología e Hidrología

6.1.1.1. Climatología

El clima en Formentera es Mediterráneo, con temperaturas medias del orden de 18°C, máximas de 35°C y mínimas de 0°C. La temperatura media del mes más frío (enero) es superior a los 10°C y la del mes más cálido (agosto) alcanza los 25°C.

La pluviometría media anual es del orden de los 380 mm, con variaciones interanuales muy importantes y coeficientes de irregularidad superiores a 6. En general, enero, mayo y julio son los meses que presentan menor volumen de lluvias, sin precipitación en algunos casos, mientras que los valores máximos se dan en los meses de octubre y noviembre.

Los vientos dominantes son los del norte (tramontana) y los del suroeste (llebeig), mientras que en verano también aparece el siroco.

6.1.1.2. Hidrología

No existen cursos de agua permanentes 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 con carácter intermitente.

Sin duda alguna, la presencia del Estany 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 la elevada evaporación de la zona, denunciada por la presencia de 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.

6.1.2. Descripción hidrogeológica

El reducido espesor y la elevada permeabilidad del acuífero cuaternario hacen que se pueda considerar conjuntamente con el acuífero tortoniense, 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.

6.2. RECURSOS MINERALES

La actividad minera de la Hoja se ha enmarcado exclusivamente en el campo de las rocas industriales, desconociéndose cualquier intento de aprovechamiento de minerales energéticos o metálicos. No cabe duda de que el aprovechamiento de rocas industriales ha gozado de cierto interés en Formentera, especialmente en su costa noroccidental y al oeste de Sant Francesc, donde se localizan la mayor parte de las canteras inventariadas.

6.2.1. Rocas industriales

Se entienden por tales todos aquellos materiales rocosos, granulares o pulverulentos, susceptibles de ser utilizados directamente o a través de una pequeña manipulación y preparación, en función de sus propiedades físicas y químicas y no en función de las sustancias potencialmente extraíbles de los mismos.

De entre las 13 canteras inventariadas, la mayoría corresponden a areniscas (5) empleadas como rocas de construcción, y calizas (5), utilizadas como árido de machaqueo, habiéndose observado también arenas (3), aprovechadas como árido natural. Tan sólo se han encontrado evidencias de actividad en una de ellas, siendo en todos los casos de reducidas dimensiones (cuadro 6.1).

Número (*)	Coordenadas		Sustancia	Término municipal	Provincia	Estado de actividad	Magnitud	Usos
	X	Y						
1	360.600	4.288.150	Areniscas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Bloques de construcción
2	360.450	4.288.000	Areniscas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Bloques de construcción
3	360.000	4.287.500	Areniscas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Bloques de construcción
4	359.750	4.287.250	Areniscas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Bloques de construcción
5 (35)	365.550	4.287.475	Areniscas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Bloques de construcción
6 (37)	364.975	4.285.950	Calizas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Árido de machaqueo
7 (34)	366.750	4.285.100	Calizas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Árido de machaqueo
8 (33)	364.600	4.284.125	Calizas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Árido de machaqueo
9	362.650	4.286.850	Calizas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Árido de machaqueo
10	369.250	4.282.100	Arenas	Formentera	Baleares	Activa	Pequeña	Árido natural
11	370.100	4.282.000	Arenas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Árido natural
12	370.490	4.281.625	Arenas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Árido natural
13	376.500	4.281.700	Calizas	Formentera	Baleares	Inactiva	Pequeña	Árido de machaqueo

(*) Los números entre paréntesis corresponden a la numeración del Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000 del IGME (1975)

Cuadro 6.1 Resumen de indicios de Rocas Industriales

– Areniscas

Sus explotaciones se ubican en las proximidades de la costa y corresponden al “marés” y al cordón de dunas, constituidos por areniscas cuaternarias de tonos ocres y predominio de constituyentes calcáreos. Se trabajaban como bloques, visibles en numerosas edificaciones de la región, pero su interés ha decrecido notablemente, encontrándose abandonadas todas sus explotaciones. Por sus reducidas dimensiones y su localización no producen un impacto visual digno de mención.

– Calizas

Se trata de la sustancia de mayor producción, correspondiendo a las calizas y calcarenitas tortonienses. Se concentran principalmente bajo el radio de influencia de Sant Francesc. El producto extraído era empleado como árido de machaqueo y se encaminaba al campo de la construcción.

– Arenas

Sus explotaciones se distribuyen por el Cordón Central y entre ellas se encuentra la única explotación activa, que posee un solo frente de unos 100 m de longitud y 3 m de altura, empleándose palas mecánicas para su extracción.

6.3. GEOTECNIA

En este apartado se describen de forma sintética las características geotécnicas principales de los materiales aflorantes, siendo el objetivo principal aportar al usuario una información complementaria de carácter general que pueda orientar hacia futuros trabajos de tipo geotécnico o de planificación territorial.

6.3.1. Síntesis geotécnica

6.3.1.1. Criterios de división

La superficie de la Hoja ha sido dividida en Áreas y cada una de ellas en Zonas. El criterio utilizado para esta división ha sido fundamentalmente geológico, sintetizando los aspectos litológicos, estructurales, geomorfológicos e hidrogeológicos, que caracterizados en conjunto dan a cada Zona entidad propia y una cierta homogeneidad en el comportamiento geotécnico de sus materiales.

Se describen de forma somera las características geotécnicas principales: permeabilidad, drenaje, ripabilidad, posibilidad de deslizamientos, hundimientos y otros riesgos, valorándose cuantitativamente la capacidad de carga media del terreno. Todas estas estimaciones son orientativas, por lo que deben utilizarse únicamente a nivel de estudio informativo o de anteproyecto.

6.3.1.2. División en Áreas y Zonas Geotécnicas

De acuerdo con los criterios anteriores, se han diferenciado dos Áreas de características y comportamiento geotécnico diferente (cuadro 6.2):

- Área I. Corresponde a los materiales tortonienses. Aunque predominan los depósitos calcáreos, hacia el noroeste se aprecia una cierta heterogeneidad litológica.
- Área II. Incluye el conjunto de depósitos cuaternarios, en general de naturaleza detrítica y génesis variada, si bien predominan los de origen eólico y litoral, que cubren gran parte de la superficie de la Hoja.

Área	Zona	Unidad Cartográfica	Litología	Estructura	Hidrogeología	Características Geotécnicas	
II	II ₆	16	Rellenos, bloques, hormigón y escollera de piedra			Q: Elevada	
						R: Dinámica litoral, inundaciones eventuales	
	II ₅	4, 5	Areniscas	Playas y dunas antiguas	P: Permeables	RP: No ripables	
						A: Superficiales	Q: Elevada
						D: Infiltración	R: Desprendimientos en zonas escarpadas
	II ₄	6, 7, 8, 15	Arenas finas bien seleccionadas. Gravas	Playas y dunas	P: Permeables	RP: Ripables	
						A: Superficiales y salinos	Q: Baja
						D: Infiltración	R: Erosionabilidad, nivel freático superficial
	II ₃	3, 9, 13, 14	Limos y arcillas, ocasionalmente con materia orgánica	Subhorizontal. Baja compactación	P: Impermeables	RP: Ripables	
						A: No presenta	Q: Baja
						D: Superficial	R: Asientos no tolerables. Encharcamientos permanentes
	II ₂	10, 12	Gravas, arenas y arcillas. Encostramientos generalizados	Cuerpos tabulares. Pendientes variables	P: Permeables/Impermeables	RP: Ripables/No ripables	
D: Infiltración/Superficial						Q: Media-Baja R: Asientos diferenciales, baja compacidad, nivel freático superficial	
II ₁	11	Gravas, arenas, limos y arcillas. Encostramientos locales	Cuerpos canalizados. Baja consolidación	P: Permeables/ Impermeables	RP: Ripables/No ripables		
					A: Superficiales	Q: Baja/Media	
					D: Superficial/Infiltración	R: Asientos diferenciales, nivel freático superficial, inundaciones eventuales	
I	I ₂	2	Calcarenitas y calizas arrecifales	Estratificación en bancos grandes	P: Permeables	RP: No ripables	
						A: Locales	Q: Elevada
						D: Infiltración	R: Desprendimientos ocasionales en zonas escarpadas
	I ₁	1	Arcillas, arenas, brechas y calizas	Niveles interdigitados	P: Impermeables/ Permeables	RP: No ripables	
						A: Locales	Q: Media-baja R: Erosionabilidad, deslizamientos

P: Permeabilidad

RP: Ripabilidad

A: Acuíferos

Q: Capacidad de carga

D: Drenaje

R: Riesgos

Cuadro 6.2. Características geotécnicas de los materiales aflorantes.

Cada Área se subdivide en las siguientes Zonas:

ÁREA I

- Zona I₁. Corresponde a un conjunto heterogéneo en el que predominan los niveles de arcillas y arenas sobre los de brechas y calizas (unidad 1).
- Zona I₂. Está constituida por un conjunto de calcarenitas y calizas arrecifales (unidad 2).

ÁREA II

- Zona II₁. Incluye los depósitos relacionados con la red fluvial, concretamente los fondos de valle (unidad 11).
- Zona II₂. Corresponde a materiales detríticos heterométricos ligados a depósitos de gravedad y corto transporte por agua, tales como conos de deyección y coluviones (unidades 10 y 12).
- Zona II₃. Engloba depósitos eminentemente arcillosos correspondientes a fondos de dolina, lagunas interdunares, albuferas y salinas (unidades 3, 9, 13 y 14).
- Zona II₄. Se incluyen en este apartado los depósitos arenosos de playa y de origen eólico más recientes (unidades 6, 7, 8 y 15).
- Zona II₅. Está compuesta por arenas de playa y dunas antiguas, fuertemente cementadas (unidades 4 y 5).
- Zona II₆. Corresponde a depósitos antrópicos exclusivamente (unidad 16).

6.3.2. Estudio de las Áreas y Zonas

6.3.2.1. Área I

Zona I₁

Corresponde al conjunto heterogéneo de tonos rojos aflorante en el sector noroccidental. Se trata de niveles interdigitados de arcillas, arenas, brechas y calizas, de orden decimétrico a métrico, apareciendo las dos primeras litologías en mayor proporción.

Su heterogeneidad es la causa de que en algunos casos el drenaje se efectúe por infiltración, en tanto que en otros su baja permeabilidad favorece la escorrentía superficial e incluso los encharcamientos de diversas dimensiones. En general, son ripables y poseen una capacidad de carga media-baja. Excepto en el caso de altas proporciones arcillosas, admiten fuertes taludes. Sus principales riesgos geotécnicos son su alta erosionabilidad y la posibilidad de deslizamientos en zonas arcillosas de elevada pendiente.

Zona I₂

Está constituida por calizas y calcarenitas arrecifales del Tortoniense, que integran el armazón fundamental de Formentera.

Se comportan de forma permeable, tanto por fisuración como por karstificación, aunque en algunos casos, el desarrollo de una costra calcárea superficial les confiera carácter impermeable. No son ripables, admiten taludes fuertes y poseen una capacidad de carga alta, aunque en las zonas con mayor grado de diaclasado y karstificación disminuye sensiblemente. Los riesgos más frecuentes son la posibilidad de hundimientos y de caída de bloques, especialmente en zonas de escarpe donde el diaclasado favorezca su descalce.

6.3.2.2. Área II

Zona II₁

Dentro de esta Zona se incluyen los fondos de valle. Están integrados fundamentalmente por depósitos de grano fino, limos y arcillas, con niveles de gravas y arenas finas de escasa continuidad lateral.

El alto contenido en finos hace que presenten una plasticidad elevada. Se consideran permeables o semipermeables, por lo que su drenaje se realiza por escorrentía superficial e infiltración. La ripabilidad está asegurada, salvo en zonas encostradas, y la capacidad de carga es baja. Los principales condicionantes geotécnicos se relacionan con asientos diferenciales y con la presencia del nivel freático a escasa profundidad, lo que puede provocar problemas de agotamiento en zanjas y excavaciones. Se trata de zonas con riesgo de inundaciones eventuales.

Zona II₂

Está constituida por coluviones y conos de deyección, compuestos por gravas, arcillas y arenas de espesor variable y que se encuentran con frecuencia cubiertos por costras calcáreas de extensión variable.

Su permeabilidad es muy variable, presentándose todos los términos posibles, por lo que el drenaje se efectúa tanto por infiltración como por escorrentía superficial. La ripabilidad es fácil, salvo en zonas con encostramientos importantes, y la capacidad de carga varía entre media para los materiales más consolidados y baja para los más arcillosos. Los riesgos geotécnicos más importantes 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.

Zona II₃

En ella se engloban depósitos de albuferas, salinas, lagunas interdunares y fondos de dolina, de naturaleza limo-arcillosa, que en ocasiones pueden presentar una alta concentración de materia orgánica, como en el caso de las albuferas.

Su grado de permeabilidad es bajo. Son perfectamente excavables y poseen una capacidad de carga baja. Sus principales riesgos geotécnicos están en relación con la posibilidad de asentamientos diferenciales en cimentaciones superficiales y de encharcamientos, en algunos casos con carácter permanente.

Zona II₄

En ella se engloban depósitos eólicos y de playa, ampliamente distribuidos y constituidos por arenas finas, limos y en ocasiones, por gravas sueltas de tamaño medio.

Su elevada permeabilidad favorece un drenaje por infiltración. Son fácilmente excavables y presentan capacidad de carga baja. Los principales riesgos geotécnicos están relacionados con una fácil erosionabilidad y con la presencia de un nivel freático alto.

Zona II₅

Está compuesta por un conjunto de areniscas finas correspondientes a playas y dunas eólicas antiguas, que desde un punto de vista geotécnico se diferencian de los materiales de la Zona II₄ por presentar un fuerte grado de cementación, factor decisivo en el control de sus características geotécnicas.

Son materiales permeables y su drenaje se realiza por infiltración. No son ripables; presentan una capacidad de carga elevada sin posibilidad de asentamientos y admiten taludes fuertes. Los riesgos geotécnicos más importantes están en relación con la posibilidad de desprendimientos a favor de planos de fracturación en zonas escarpadas.

Zona II₆

Está definida por un conjunto de depósitos antrópicos de naturaleza litológica variada, asiento de edificaciones e instalaciones portuarias. Se localizan en el paseo marítimo y el puerto de La Savina.

Por su propia naturaleza, carece de relevancia cualquier consideración sobre permeabilidad, drenaje y ripabilidad. Presentan una capacidad portante alta, sin posibilidad de asentamientos. Los riesgos geotécnicos más importantes son inherentes a la propia dinámica litoral y a la posibilidad de inundaciones.

7. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (PIG)

Dentro de la Hoja a escala 1:25.000 de Isla de Formentera se han inventariado seis Puntos de Interés Geológico: Sucesión cuaternaria de Cala en Baster, Acantilados de Cap de Barbaria, "Marés" de Punta de sa Pedrera, Falla de Racó de sa Pujada, Rasa de La Mola y Estany des Peix, habiéndose seleccionado y catalogado todos ellos.

7.1. TESTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

La relación de los puntos seleccionados no refleja las características de la Hoja, ya que los aspectos geomorfológicos y sedimentológicos se representan prácticamente por igual. Aunque sobre el terreno se aprecia una mayor riqueza de rasgos geomorfológicos tanto relativos a formas como depósitos, la extraordinaria calidad que presentan algunos afloramientos ha aumentado la incidencia de los aspectos sedimentológicos. A continuación se especifica el interés principal de cada Punto:

<u>PUNTO DE INTERÉS GEOLÓGICO</u>	<u>INTERÉS PRINCIPAL</u>
Sucesión cuaternaria de Cala en Baster	Sedimentológico
Acantilados de Cap Barbaria	Geomorfológico
Marés de Punta de sa Pedrera	Sedimentológico
Falla de Racó de sa Pujada	Tectónico-Sedimentológico
Rasa de La Mola	Geomorfológico
Estany des Peix	Geomorfológico

Además de su interés por su contenido, se ha tenido en cuenta su interés por su utilización (didáctica, científica y económica), así como por su repercusión (local, regional...).

7.2. ITINERARIO RECOMENDADO

A fin de facilitar la divulgación de estos Puntos, se propone la realización del itinerario Cap de Barbaria-Faro de Formentera. Aunque existen diversas rutas alternativas a ésta, el itinerario propuesto permite adquirir una visión general de los aspectos geológicos más característicos de la Hoja, ùdiendo ser complementado con otras observaciones de interés de una forma rápida.

La elección de Cap de Barbaria como punto de partida no sólo obedece a su fácil acceso, sino también a la posibilidad de caracterizar la serie carbonatada tortoniense (unidad 2) que constituye el armazón fundamental de los promontorios de Sant Francesc y La Mola. Predominan las calizas y calcarenitas de ambientes arrecifales, sobre las que se pueden efectuar observaciones parciales en diversas barranqueras cercanas.

De camino hacia la Punta de sa Pedrera se recomienda el desvío hacia Cala Saona a fin de observar las facies litorales equivalentes de la serie anterior. Están integradas por un conjunto heterogéneo de arcillas rojas, arenas, calizas y brechas (unidad 1), correspondientes a una amplia franja litoral, con desarrollo de dunas, paleosuelos y playas. A lo largo del acantilado suroccidental se aprecia la rápida evolución lateral de la unidad.

Antes de alcanzar la Punta de sa Pedrera, se bordea el Estany des Peix, conectado con el mar a través del paso de Sa Boca. En torno a él se aprecia una gran variedad de depósitos cuaternarios, destacando los de origen eólico, las salinas y las albuferas. Ya en la Punta las canteras abandonadas muestran una magnífica exposición de las estructuras relacionadas con la morfogénesis eólica. Este punto también ofrece una buena perspectiva del aspecto del litoral del Cordón Septentrional.

El siguiente punto, Cala en Baster, constituye la mejor expresión de la estructuración de la isla, así como de la cronología de sus depósitos eólicos, tan abundantes a lo largo y ancho de su superficie. La sucesión de depósitos cuaternarios se encuentra adosada al conjunto carbonatado-arcilloso tortoniense que conforma el Promontorio de Sant Francesc. La sucesión cuaternaria visible comienza a través de un nivel oscuro en el que se aprecia una disminución de espesor y de granulometría con la distancia al escarpe, interpretándose como un depósito ligado al talud. Sobre él destaca un tramo arenoso blanco (unidad 5) con marcadas estratificaciones cruzadas, interpretado como un cordón dunar antiguo, que en superficie aparece encostrado. El tramo superior, de tonos anaranjados, muestra un predominio de limos y arenas muy finas (unidad 6), de origen eólico igualmente. Existe un tercer complejo eólico, de dunas recientes (unidad 7), representado en buena parte de la isla, aunque no en este corte.

Tras atravesar el Cordón Central se alcanza Es Mirador, lugar desde el que existe una magnífica panorámica de buena parte de la isla. En sus inmediaciones, el Racó de sa Pujada, permite deducir la existencia de una falla fosilizada por depósitos eólicos, que afecta a los materiales del Mioceno superior. La falla, de dirección N10°E y generada a finales del Terciario, se encuentra fosilizada por el complejo arenoso de los depósitos de "marés y junto con sus fallas conjugadas delimita el Promontorio de La Mola. Para observar la fractura, el mejor punto se encuentra en el camino romano que recorre la costa.

Continuando por los acantilados de la costa septentrional de La Mola se puede apreciar la horizontalidad de la serie miocena, con afloramiento de niveles calcareníticos con laminaciones cruzadas y construcciones de Corales que dan lugar a pequeños domos.

En el Faro de Formentera existe una espectacular vista de los acantilados característicos del Promontorio de La Mola, observándose también la planicie de su rasa. Aquí aflora una serie calcarenítica en la que están representados tanto las construcciones de Corales y Algas como los sistemas de barras con laminaciones cruzadas. La rasa se encuentra surcada por depresiones rellenas por arcillas de descalcificación.

8. BIBLIOGRAFÍA

- BARÓN, A. (1980). "El desarrollo arrecifal en las islas de Eivissa y Formentera" *Bol. Inst. Geol. Min. España*.
- BREVIÓN, P., CHEVALIER, J.P. y COLOM, G. (1968). "Sur le Tortonien de Formentera et d'Eivissa (Balears, Espagne)". *C. R. Somm. Soc. Geol. Fr.*, s, 152-153.
- ESCANDELL, B. y COLOM, G. (1964). "Notas estratigráficas y paleontológicas sobre los depósitos flandrienses del Puerto de San Antonio Abad (Ibiza)". *Notas y Comunicaciones IGME*, 75, 95-118.
- FALLOT, P. (1910). "Sur quelques fossiles pyriteux du Gault des Baléares". *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, IX, 2, 62-90.
- FALLOT, P. (1917). "Sur la Géologie de l'île d'Ibiza (Baléares)". *C. R. Ac. Sc.*, 164, 103-104.
- FALLOT, P. (1917). "Sur la tectonique d'Ibiza (Baléares)". *C. R. Ac. Sc.*, 164, 186-187.
- FALLOT, P. (1922). "Etude géologique de la Sierra de Majorque". *Tesis Doctoral. Universidades de París y Lieja*, 481 pp.
- FALLOT, P. (1931-34). "Essais sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides espagnoles. Le Trias, le Lias, le Dogger, le Jurassique supérieur". *Imprenta Elzeviriana y Lib. Com. Barcelona*.
- FALLOT, P. (1948). "Les Cordillères bétiques". *Est. Geol. Madrid y Barcelona*, 83-172.
- GELABERT, B.; SABAT, F. y RODRÍGUEZ-PÉREA, A. (1992). "A structural outline of the Serra de Tramontana of Mallorca (Balearic Islands)". *Tectonophysics*, 203, 167-183.
- IGME. "Mapa de rocas industriales de España. Escala 1:200.000. Hoja nº 65". Ibiza.
- POMAR, L. (1979). "La evolución tectonosedimentaria de las Baleares: análisis crítico". *Acta Geológica Hispánica. Homenaje a Lluís Solé i Sabarís*, 14, 293-310.
- RANGHEARD, Y. (1969). "Etude géologique des îles d'Ibiza et de Formentera (Baléares). *Tesis Doctoral. Universidad de Besançon*, 478 pp.
- RANGHEARD, Y. (1970). "Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 772, San Miguel". *IGME*.
- RANGHEARD, Y. (1970). "Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 773, San Juan Bautista". *IGME*.

- RANGHEARD, Y. (1970). "Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 798, Ibiza". *IGME*.
- RANGHEARD, Y. (1970). "Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 799, Santa Eulalia del Río". *IGME*.
- RANGHEARD, Y. (1970). "Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Hojas 824 y 849, San Francisco Javier". *IGME*.
- RANGHEARD, Y. (1970). "Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Hojas 825 y 850, Nuestra Señora del Pilar y Faro de Formentera". *IGME*.
- RANGHEARD, Y. (1971). "Etude géologique des îles d'Ibiza et de Formentera (Baléares). *Memoria IGME*, 82, 1-340.
- ROCA, E. (1994). "La evolución geodinámica de la Cuenca Catalano-Balear y áreas adyacentes desde el Mesozoico hasta la actualidad". *Acta Geológica Hispánica*, 29, 1, 3-25.
- SABAT, F.; MUÑOZ, J.A. y SANTANACH, P. (1988). "Transversal and oblique structures at the Serres de Levant thrust belt (Mallorca Island)". *Geol. Rundschau*, 77, 529-538.
- SIMÓ, A. y GINER, J. (1983). "El Neógeno de Ibiza y Formentera (Islas Baleares)". *Rev. Inv. Geol.*, 36, 67-81.
- SOLÉ SABARIS, L. (1955). "Sobre el Cuaternario marino de Ibiza". *Asoc. Española Estudios Cuaternarios*.
- SOLÉ SABARIS, L. (1962). "Le Quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Péninsule Ibérique". *Quaternaria*, 6, 309-342.
- VIDAL, L. M. y MOLINA, E. (1888). "Reseña física y geológica de las islas de Ibiza y Formentera". *Bol. Com. Mapa Geol. España, Madrid*, VII, 67-113.

