



MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



BENIDORM

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

BENIDORM

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
Base Topográfica: Servicio Geográfico del Ejército
Cartografía: Cartografía Madrid S. A.

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
www.igme.es
NIPO: 657-08-007-4
ISBN: 978-84-7840-753-8
Depósito legal: M-5282-2008

Fotocomposición: Cartografía Madrid S.A.
Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

Las presentes Hoja y Memoria Benidorm-848, han sido realizadas por la COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. dentro del programa MAGNA, con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos:

Jefe de Proyecto

- A. Lendinez (ADARO)

Autores

- A. Hernández Samaniego (C.G.S.). Cartografía geológica del Mesozoico y Terciario. Secciones estratigráficas y sedimentología. Memoria.
- J. Javier Navarro Juli (C.G.S.). Cartografía geológica del Mesozoico y Terciario. Secciones estratigráficas y Sedimentología. Tectónica y Memoria.
- A. Estévez (Universidad de Alicante). Cartografía geológica del Mesozoico y Terciario. Tectónica y Memoria.
- M. López (Universidad de Alicante). Cartografía geológica del Mesozoico y Terciario. Tectónica y Memoria.
- A. Lendinez (ADARO). Geotecnia. Geología económica.
- J. Ramírez del Pozo. Micropaleontología.
- H. Pascual Muñoz (C.G.S.). Cartografía del Cuaternario y Geomorfología.

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 información complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Fichas petrológicas y paleontológicas de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle.
- Álbum de fotografías y diapositivas.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
2. ESTRATIGRAFÍA	12
2.1. MESOZOICO.....	13
2.1.1. Limolitas rojas, areniscas y dolomias laminadas. Yesos (1). Triásico.....	13
2.1.2. Calizas micriticas grises (2). Portlandiense.....	14
2.1.3. Cretácico.....	15
2.1.3.1. Margas con ammonites (3). Aptiense.....	15
2.1.3.2. Calizas y margas (4). Albiense.....	15
2.1.3.3. Calcarenitas, calizas y calizas nodulosas y margas (5). Albiense inferior, medio y superior.....	16
2.1.3.4. Calizas de rudistas (6). Albiense medio superior.....	17
2.1.3.5. Alternancia de calizas y margas (7). Albiense superior.....	18
2.1.3.6. Calizas (8). Cenomaniense-turoniense.....	19
2.1.3.7. Calcarenitas y dolomias (9). Turoniense-campaniense.....	19
2.1.3.8. Calizas tableadas y margocalizas laminadas (10). Turoniense-maastrichtiense.....	20
2.2. TERCIARIO.....	21
2.2.1. Eoceno.....	22
2.2.1.1. Margas y calizas con alveolinas (11). Eoceno inferior.....	22
2.2.1.2. Calizas con alveolinas y corales (12). Eoceno medio-superior.....	22
2.2.2. Oligoceno-mioceno.....	23
2.2.2.1. Ciclo oligoceno.....	25
a. Calizas bioclásticas (13). Oligoceno.....	25
b. Megabrechas de margas y margocalizas (14). Oligoceno.....	26
c. Margas y calcarenitas (15). Oligoceno.....	26
2.2.2.2. Ciclo oligoceno superior-Aquitaniense.....	27
a. Calizas arenosas y margas (16). Oligoceno superior-Aquitaniense.....	28
b. Margas y margocalizas (17). Oligoceno superior-Aquitaniense.....	30
2.2.2.3. Ciclo mioceno inferior-medio.....	30
a. Calizas arenosas, margocalizas y margas (18). Aquitaniense-Langhiense.....	30
b. Margas blanquecinas con slumps (19). Aquitaniense-Langhiense.....	31

2.2.2.4. Ciclo mioceno medio-mioceno superior.....	32
a. Brechas, arcillas y yesos (20). Bloques (21), (22), (23) y (24). Langhiense-Tortonense.....	32
b. Megabrechas de margas y margocalizas. Fm. Guadalest (25). Bloques (26) y (27). Langhiense-Tortonense.....	34
c. Calcarenitas amarillentas y margas (28). Langhiense-Tortonense.....	35
d. Conglomerados (29). Tortonense.....	35
2.2.2.5. Conglomerados calcáreos de matriz arcillosa (30). Plioceno.....	36
2.2.2.6. Cuaternario.....	36
a. Carbonatos. Costras calcáreas (31). Plio-Pleistoceno.....	36
b. Cantos y gravas con matriz arcillo-arenosa y costras calcáreas. Glacis (32), Pleistoceno inferior (33) Pleistoceno superior (34) y (35). Pleistoceno superior-Holoceno.....	36
c. Gravas con matriz arcilloso-arenosa. Terrazas (36). Pleistoceno superior (37) y (38). Holoceno.....	37
d. Cantos con matriz limo-arcillosa. Conos y abanicos aluviales. (41). Pleistoceno superior-Holoceno.....	37
e. Limos y arcillas con cantos. Depósitos de aluvial-coluvial. Arcillas y arenas con cantos. Depósitos de arroyada (18). Holoceno.....	38
f. Arcillas y limos. Zonas endorreicas. Holoceno.....	38
g. Cantos con matriz limo-arcillosa. Coluviones (46) Holoceno	38
h. Cantos sueltos heterométricos. Derrubios de ladera, canchales (47). Holoceno.....	38
i. Arcillas y limos con cantos. Meandros abandonados (49). Fondos de valle (50). Holoceno.....	39
j. Arenas con conchas y gravas sueltas. Playas actuales (43). Dunas degradadas (44). Arenas con conchas y gravas cementadas. Playas fósiles (39). Holoceno.....	39
k. Gravas y arenas cementadas, terrazas marinas (40). Pleistoceno superior-Holoceno.....	39

3. TECTÓNICA.....	40
3.1. MARCO TECTÓNICO REGIONAL.....	40
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	41
3.2.1. Introducción.....	41
3.2.2. Sierra de Bernia.....	42
3.2.3. Sierras de Aitana y Cortina.....	42
3.2.4. Sierra Helada.....	43
3.2.5. Diapirismo.....	43
3.3. EVOLUCIÓN TECTÓNICA.....	44
3.3.1. Mesozoico.....	45
3.3.2. Paleógeno.....	45
3.3.3. Neógeno.....	46
3.4. NEOTECTÓNICA.....	46

4. GEOMORFOLOGÍA	50
4.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA.....	50
4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	52
4.2.1. Estudio morfoestructural.....	52
4.2.2. Estudio del modelado.....	52
4.2.2.1. Formas fluviales.....	52
4.2.2.2. Formas de ladera.....	53
4.2.2.3. Formas lacustres.....	53
4.2.2.4. Formas litorales.....	54
4.2.2.5. Formas poligénicas.....	55
4.2.2.6. Formas kársticas.....	56
4.2.2.7. Formas antrópicas.....	56
4.3. FORMACIONES SUPERFICIALES.....	56
4.4. EVOLUCIÓN DINÁMICA.....	56
4.5. MORFOLOGÍA ACTUAL Y SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.....	57
5 HISTORIA GEOLÓGICA	58
5.1. CICLO MESOZOICO-PALEÓGENO.....	58
5.2. CICLO NEÓGENO.....	61
6. GEOLOGÍA ECONÓMICA	63
6.1. MINERÍA Y CANTERAS.....	63
6.2. HIDROGEOLOGÍA.....	64
6.2.1. Características climáticas generales.....	64
6.2.2. Características hidrológicas.....	65
6.2.3. Características hidrogeológicas.....	66
6.2.4. Manantiales y humedales.....	67
6.2.5. Riesgos e inundaciones.....	70
7. BIBLIOGRAFÍA	71

1. INTRODUCCIÓN

El área geográfica de la hoja de Benidorm (30-33) está situada dentro de la provincia de Alicante, en su sector nororiental.

Orográficamente la hoja se caracteriza por presentar un relieve muy accidentado, pues a pocos kilómetros de la costa encontramos alturas que sobrepasan los 1000 m. Son de destacar la Sierra de Bernia con 1.129 m. y los picos de Puig Campana con 1.100 m (dentro de hoja) y Monte Ponocho con 1.181. De menor entidad, pero asimismo espectaculares por su proximidad a la costa, están Sierra de Toix y Sierra de Oltá con 337 y 591 m respectivamente, Sierra Helada con 438 m, Sierra de Cortina con 529 m y Alniedia con 685 m.

Entre estas sierras y ocupando una zona central en la hoja se extiende una planicie que se conoce en la región con el nombre de La Marina.

El único curso fluvial permanente es el río Algar, con su afluente el río Guadalest, que atraviesan la hoja con dirección NO-SE, y desembocan en el Mediterráneo muy cerca de la población de Altea.

El resto del área está drenada por una red de valles, unas veces encajados otras de fondo plano, y por ramblas con cursos intermitentes de agua cuando las precipitaciones son abundantes.

El clima de la región es típicamente mediterráneo, con inviernos secos y temperaturas suaves, y veranos secos y cálidos.

La economía de la región está fundamentalmente dirigida hacia el turismo en la zona de costa, destacando las zonas próximas a Benidorm, Altea y Caspe, que presentan un incremento sustancial de población en las épocas de verano.

También son importantes, en las zonas donde abunda el agua, principalmente en las regiones de Callosa y La Nucia, los productos hortofrutícolas, naranjos, limoneros y nísperos fundamentalmente, y en menor proporción viñedos y almendros; aunque muchas de las tierras dedicadas a la labor poco a poco van siendo sustituidas por terrenos urbanizables, como consecuencia del tirón que supone en la región el sector turístico.

La densidad de población es muy variable a lo largo del año, por las razones expuestas anteriormente. Destacan las poblaciones de Benidorm (con más de 25.000 habitantes), Altea (con más de 11.000), Calpe (con 8.000) y Callosa d' En Sarriá (con 7000). Por debajo de los 5.000 habitantes se encuentra Alfaz del Pi, La Nucia y Polop.

Geológicamente la región está enmarcada en el sector oriental del Prebético, zona conocida en la literatura geológica como el Prebético de Alicante. Los materiales representados poseen una edad comprendida entre el Triásico y el Mioceno superior y Plioceno además de los diversos depósitos cuaternarios que recubren las formaciones menos competentes de la hoja. Los sedimentos más representativos están constituidos por margas y calizas de origen marino, de diferentes edades; también, en menor proporción afloran limolitas, areniscas y yesos, fundamentalmente de edad Triásica. (Fig. 1).

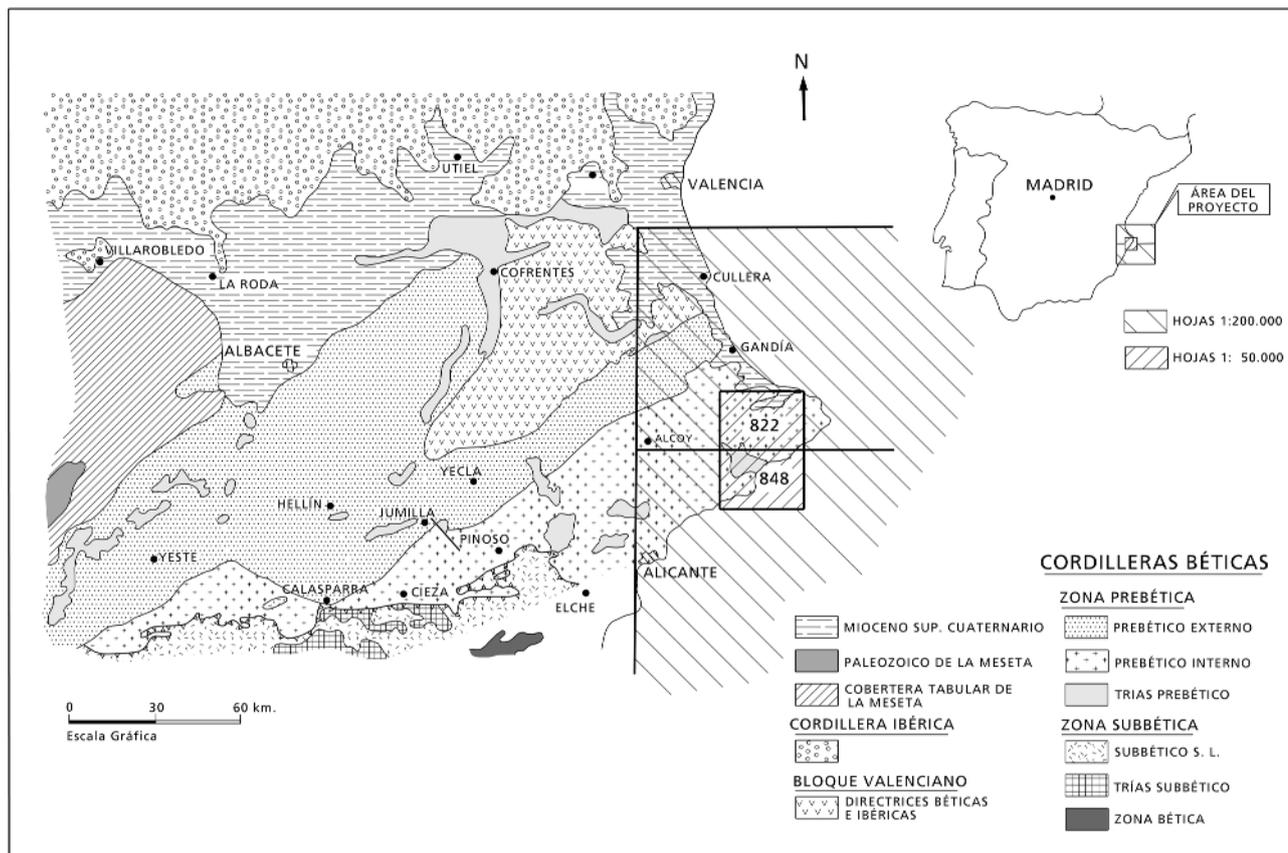


Fig 1. Esquema geológico del área del proyecto y dominios estructurales relacionados con él mismo.

Estos materiales se encuentran intensamente estructurados, presentando en la cartografía una distribución aparentemente caótica. A este resultado ha contribuido por un lado la intensa actividad tectónica de la zona, experimentada en distintas fases, y por otro la composición litológica de los sedimentos que por su plasticidad ha permitido en unos casos la extrusión (para los materiales triásicos) y los deslizamientos, "slumps" y resedimentaciones para algunos tramos del Cretácico y Terciario.

En cuanto a la actividad tectónica, su complejidad estriba en un problema de interpretación y de ordenamiento de las distintas fases, ya que las estructuras observadas en la actualidad y los depósitos que originaron, enmascaran y en ocasiones modifican sustancialmente, el modelo de funcionamiento tectónico que se estaba produciendo con anterioridad. Un ejemplo de lo expuesto es el funcionamiento de la estructura localizada al norte de Sierra de Bernia, que durante el Oligoceno y Mioceno inferior actuó como un margen pasivo, para con posterioridad (durante el Mioceno medio y Superior) actuar como un margen activo dando lugar a depósitos de gravedad, resedimentaciones y olistolitos.

En esta memoria, consideramos que el fenómeno tectónico de mayor importancia en esta zona fue, en un principio, la puesta en funcionamiento del diapiro de Altea, que dio origen a una inestabilidad en la cuenca desde el Cretácico. Con posterioridad la actividad tectónica fue compleja y difícil de desentrañar únicamente en la superficie de la hoja de Benidorm. Por una parte, consideramos que las interpretaciones propuestas por los numerosos autores que con anterioridad han estudiado la región, en las que es la tectónica compresiva, casi exclusivamente, es la que ha actuado, no explica suficientemente tanto la disposición de los materiales, como la distribución de facies dentro de cada etapa.

Por el contrario un modelo mixto del anterior con otro en el que la compartimentación de la zona por fallas de orientación ONO-ESE y E-O, y su posterior funcionamiento como fallas lístricas y sus conjugadas antitéticas, pueden explicar más favorablemente tanto la distribución de facies dentro de cada periodo, como las resedimentaciones sucesivas de los materiales, como respuesta a los movimientos de las grandes fracturas regionales.

Los primeros trabajos que se conocen de esta región hacen referencia fundamentalmente a aspectos paleontológicos, así COTTEAU, G. (1890-91), VILANOVA, J. (1886) y JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1922) estudian diversos yacimientos de equinidos del Eoceno, dentro de la hoja de Benidorm. Posteriormente aparecen diversos estudios con un enfoque prioritariamente estratigráfico y estructural como los de CINCUNEGUI, M. (1931), que estudia el Triásico de la región alicantina, DARDER, B. (1945), GARCIA, B. (1960-61-65), NAVARRO, A. et al (1959-60) y BUSTANARDO, R. et al (1960), RÍOS, J.M. et al (1960) realizaron el estudio geológico de la hoja escala 1:50.000 de Benidorm, aportando gran cantidad de datos, que han sido de gran utilidad, tanto para la confección de esta memoria, como para la realización de la cartografía.

Los trabajos mas recientes se deben a ORTI CABO, F. (1973), MOSELEY, F. (1973), AZEMA, J. (1977), BOUJU et al (1981), MAURIN, A.F. (1984), GANIER, B. et al (1984-89), BUSNARDO et al (1985) (inéditos), y RUIG, M.J. (1991-92)¹.

¹ no tenemos referencias bibliográficas de Busnardo, Bouju y Ortí.

Para el estudio geológico de esta hoja se han levantado un total de doce columnas estratigráficas de detalle, que han respaldado la realización de la cartografía geológica. Para ello, se ha contado con el apoyo del estudio de un número elevado de muestras, con el fin de determinar el problema de los materiales resedimentados muy frecuentes en esta hoja y que en ocasiones dan edades anómalas respecto a la edad en que se formaron los materiales. Asimismo se han realizado los estudios habituales de sedimentología, tectónica y geomorfología.

2. ESTRATIGRAFÍA

En la hoja de Benidorm (30-33) afloran materiales sedimentarios correspondientes al Mesozoico, Terciario y Cuaternario, así como rocas subvolcánicas doleríticas (ornas) asociadas a los depósitos de edad triásica. Litológicamente predominan las calizas, calcarenitas, margas y arcillas.

Los sedimentos más antiguos pertenecen al Triásico superior y se encuentran asociados a un gran diapiro localizado en las inmediaciones de la localidad de Altea, en la parte centro-septentrional de la hoja. También afloran en un estrecho corredor que se dirige hacia Finestrat por el Sur del macizo montañoso de Puig Campana, al Norte de la Sierra de Cortina.

El Jurásico superior está escasamente representado, con dos afloramientos reducidos, uno en lo alto del macizo montañoso de Puig Campaña y otro, accesible únicamente por vía marítima, en la base del acantilado de Sierra Helada.

El Cretácico aflora extensamente en la hoja a partir del Aptiense, ya que los pisos inferiores a este no se encuentran. Los materiales superiores del Cretácico presentan importantes deformaciones sinsedimentarias de forma generalizada, encontrándose completamente "slumpizados" en extensas áreas. Fenómeno que interpretamos, en este trabajo, debido a la inestabilidad tectónica de la cuenca en este periodo.

Aunque se han encontrado niveles cuyo contenido faunístico corresponde al Paleoceno, en los casos observados estos niveles no se hallaban en su posición estratigráfica correcta, sino resedimentados en materiales que, como se comentará en los siguientes capítulos, hemos considerado de una edad posterior.

El Eoceno se encuentra representado, dentro de la hoja de Benidorm, por dos tramos cartográficos, el inferior constituido por una alternancia de margas y calizas con fauna muy abundante, y el superior formado por una sucesión de bancos de calizas con Nummulites. Por lo general, se encuentran intensamente estructurados, y en ocasiones involucrados, ambos conjuntos litológicos, en bloques resedimentados en formaciones de edad oligocena o miocena.

Es característica en esta zona la presencia de materiales triásicos resedimentados durante el Terciario, asociados al entorno de los afloramientos diapíricos del Trias, con el cual se han venido confundiendo en las cartografías anteriores, dando lugar a la interpretación de accidentes tectónicos erróneos. Estos materiales resedimentados incorporan grandes bloques de ofitas, calizas triásicas, cretácicas y eocenas, etc. que presentan una distribución caótica en la cartografía.

También afloran unas margas, con fauna eocena predominante que incluyen grandes bloques cretácicos, paleocenos y eocenos y que se han atribuido al Oligoceno y al Mioceno medio-superior.

El Oligoceno está representado por dos grupos de facies, separados geográficamente. En el sector norte (Sierras de Bernia y Toix) está constituido por bancos de calizas bioclásticas, con abundantes Lepidocyclinas, de origen arrecifal y pararrecifal. En el sector sur (zona de Villajoyosa) está formado por una alternancia de calizas, calcarenitas y margas, con un tramo de megabrechas en la base, correspondientes a depósitos de una plataforma externa y de margen activo, en las que pueden visualizarse secuencias turbidíticas, en ocasiones con cuerpos canalizados y "slumps".

Similar distribución y facies se repiten para los materiales correspondientes al Oligoceno superior-Aquitaniense y Aquitaniense-Burdigaliense.

Los depósitos más modernos del Terciario, en la hoja de Benidorm, se han asimilado a la secuencia Langhiense-Serravaliense-Tortonense, constituida fundamentalmente por materiales resedimentados de edades que oscilan entre el Cretácico y Oligoceno principalmente, entre los que destacan bloques de dimensiones de hectométricas a kilométricas, como los de Sierra de Oltá y Peñón de Ifach, y que se han interpretado como depósitos de un borde tectónico activo.

En el Cuaternario se han diferenciado depósitos de génesis marina y de génesis continental. En los primeros destacan las Playas actuales y fósiles y terrazas marinas, y entre los segundos los Glacis, Terrazas, Abanicos aluviales, Coluviones, así como depósitos aluvial-coluvial, de arroyada, de zonas endorreicas, de meandros abandonados, derrubios de laderas, y costras carbonatadas.

2.1. MESOZOICO

Está representado por materiales del Triásico superior, por un pequeño afloramiento de calizas jurásicas en el Puig Campana y por materiales cretácicos que comprenden desde el Aptiense al Maastrichtiense. No están representados, pues, los términos inferiores del Triásico, ni la mayor parte del Jurásico, faltando también los pisos basales del Cretácico.

2.1.1. Limolitas rojas, areniscas y dolomías laminadas. Yesos (1). Triásico

Los materiales triásicos que constituyen el diapiro de Altea, afloran extensamente en los márgenes de los Ríos Algar y Guadalest, en el sector centro-septentrional de la hoja. Otro afloramiento, de menor entidad que el anterior, se encuentra en el Barranco situado al norte de Sierra de Cortina, y que se corta por la carretera de Benidorm a Finestrat.

Están constituidos mayoritariamente por limolitas rojizas, con niveles de areniscas y dolomías laminadas de potencia variable, intercalados. Las litofacies yesíferas son poco frecuentes, únicamente se ha podido representar en la cartografía un pequeño afloramiento al sur de la Urbanización Bello Horizonte (por la carretera de Altea a La Nucia, en el P.K. 4), donde hay unas pequeñas excavaciones para la extracción de yeso. El resto de las masas yesíferas adscritas al Triás en otras cartografías, se ha comprobado que forman parte de materiales resedimentados del triásico en formaciones terciarias, y que serán descritos en sus apartados correspondientes.

No hay en la zona afloramientos que conserven una estructura suficientemente homogénea como para poder levantar una columna estratigráfica detallada, así como para estimar la potencia de la serie triásica. Por tanto, la descripción se hace a partir de afloramientos puntuales.

En el P.K. 54,700 de la carretera de Alicante a Valencia afloran unos 100 m. de lutitas versicolores, fundamentalmente rojizas. Hacia la base intercalan niveles centimétricos de gipsarenitas rojas, con laminación de "ripples" y yesos, sobre las que se apoyan unas margas grises con niveles de dolomías laminadas amarillentas, de origen estromatolítico. Aparentemente por falla, continúan, encima de las anteriores, unas lutitas rojas y margas grises en las que destaca un paleocanal, de unos 6 m de potencia, relleno de areniscas de grano medio, de tonos rojizos y blanquecinos, pasando a continuación a unos 50 m. de lutitas rojas.

Otro afloramiento situado junto al río Algar, a la altura de Callosa d' En Sarria, está constituido por unos 50 m. de limolitas rojas y varioladas con niveles centimétricos de limolitas calcáreas amarillentas y verdosas, y de areniscas que quedan coronadas por un bloque de calizas dolomíticas, actualmente en explotación para la obtención de áridos.

En el río Guadalest en el borde noroccidental de la hoja, y por la carretera de Callosa d' En Sarria a Guadalest se cortan unos 30 m. de los siguientes materiales triásicos: en la base una capa de areniscas de 5 m de potencia, blanquecinas y amarillentas con estratificaciones cruzadas planares, y "ripples" hacia la parte superior, terminando el banco en una costra ferruginosa; le siguen 32 m. de limolitas verdosas, a techo violáceas, con niveles centimétricos de areniscas de "ripples" y nivelillos carbonatados laminados con costras ferruginosas, para terminar a techo en 2 m. de arcillas rojas, cubiertas por materiales terciarios. Estos materiales se distribuyen en secuencias de unos 2 m. de potencia, formadas por lutitas con areniscas de "ripples" para terminar con un nivel carbonatado con una costra ferruginosa.

Estos materiales se interpretan como depositados en una llanura de inundación distal, en tránsito a una "sebkha" costera, con sedimentación evaporítica.

2.1.2. Calizas micríticas grises (2). Portlandiense

Se ha cartografiado esta unidad en el Cerro de Puig Campana (borde occidental de la hoja) y en la base del acantilado de Sierra Helada. GRANIER, B. et al (1981) y GRANIER, B. (1989) estudian estos afloramientos dando la siguiente sucesión:

PUIG CAMPANA:

- Calizas grises en bancos métricos, micríticas, con pasadas de intraclastos. La edad es Kimmeridgiense-Portlandiense. Calizas de Clypeinas.
- Areniscas y calcarenitas amarillentas (10 m), en bancos decimétricos con estratificaciones cruzadas.
- Calizas oolíticas de Trocholinas (18 m), amarillentas y anaranjadas de aspecto masivo, en ocasiones se observan estratificaciones cruzadas. El techo de este tramo se data como Berriasiense.

SIERRA HELADA:

En esta zona sobre las calizas de Clypeinas portlandienses se apoyan las margas con ammonites del Aptiense inferior.

El hecho de que en Sierra Helada falten los tramos iniciales del Cretácico inferior, que si se encuentran en el Puig Campana, se ha interpretado por estos autores como debido a causas tectónicas.

La potencia del tramo en el Puig Campana es del orden de 500 m.

El ambiente de sedimentación para estos materiales se interpreta como facies de "lagoon" en tránsito a facies pararecifales en una plataforma carbonatada.

2.1.3. Cretácico

CRETÁCICO INFERIOR:

Está representado en la hoja de Benidorm por el Aptiense (en Sierra Helada) y por el Albiense (en Sierra Helada, Puig Campana y en un pequeño afloramiento en el núcleo del anticlinal cretácico al Sur de Sierra Bernia), con gran variedad de facies, que se pueden resumir en dos grupos: los afloramientos próximos al Puig Campana, constituidos por una alternancia de calizas y margas, y los afloramientos de Sierra Helada, con predominio de facies Urgonianas, calizas y calcarenitas en la base, y por margas a techo. El afloramiento de Sierra Bernia lo asociamos a este último grupo, aunque la potencia y extensión del afloramiento no permiten un análisis definitivo.

2.1.3.1. Margas con ammonites (3). Aptiense

Se ha cartografiado en esta unidad un tramo de unos 15 m. de potencia de margas pardo-amarillentas que se apoyan, mediante discordancia sobre las calizas del Jurásico superior, al pie del acantilado de Sierra Helada (accesible solamente por vía marítima).

En estos materiales se observan estructuras de "slumps". El contenido faunístico, según GRANIER, B. (1986) da una asociación de Foraminíferos, Algas, Ostrácodos, Braquiópodos y Pelicípodos de edad Aptiense superior a Albiense inferior.

2.1.3.2. Calizas y margas (4). Albiense

En esta unidad cartográfica se han incluido los materiales de esta edad próximos al Puig Campana (borde oeste de la hoja) y La Nucia.

Los afloramientos son muy parciales y desconectados unos de otros, de tal forma que no permiten un estudio detallado, así como el levantamiento de una columna estratigráfica. Se estima una potencia para este tramo superior a los 500 m.

Está constituida por una alternancia de calizas y margas, en capas de unos 20 cm., con aspecto rítmico. Las margas, de tonos grises y amarillentos, contienen abundante microfauna. Las calizas de tonos grises son "wackstone-packstone".

Un levigado realizado en los niveles margosos ha proporcionado la siguiente microfauna: *Favusella washitensis* (CARSEY), *Ticinella roberti* (GANDOLFI), *Tritaxia pyramidata* (REUSS), *Spiroplectinata annectens* (PARK y JONES), *Arenobulimina preslii* (REUSS), *Triplasia acutocarinata* (ALEX y SMITH), *Marginulina aequivoca* (REUSS), *Vaginulina sp.*, *Vaginulinopsis complanata* (REUSS), *Lenticulina gaultina* (BERTHEL), *L. sp.*, *Patellina subcretácea* (CUSHM y ALEX), *Cytherella ovata* (ROEM), *Paracypris sp.*, *Bairdoppilata cf. pseudoseptentrionalis* (MERTENS), *Schuleridea bosquetiana* (BOSQUET) y *Cythereis (rehacythereis) cf. reticulata* (JONES y HINDE), que datan esta serie como Albiense superior.

El ambiente de sedimentación de estos materiales se interpreta como depósitos de "lagoon".

2.1.3.3. Calcarenitas, calizas y calizas nodulosas y margas (5). Albiense inferior, medio y superior

Estos materiales constituyen la mayor parte de Sierra Helada, donde dan lugar a un relieve abrupto de dirección NE-SO, que termina bruscamente en un acantilado de hasta 400 m. de altura.

Han sido estudiados en la columna estratigráfica 01-Sierra Helada, donde se ha medido un espesor de 256 m, con los siguientes tramos de muro a techo:

- 100 m. de una alternancia de areniscas, masivas, pardo-amarillentas con cemento calcáreo, calcarenitas bioclásticas, en ocasiones oolíticas ("grainstone") y calizas margosas, de aspecto noduloso.

Se ordenan en secuencias de energía decreciente y de potencia variable de 2 a 20 m. La base de las secuencias está constituida por un tramo arenoso masivo, muy patente en las secuencias inferiores e inexistente en las superiores; le sigue un tramo de calcarenitas oolíticas y bioclásticas, con estratificación cruzada planar y cuerpos sigmoidales, en ocasiones rellenando formas canalizadas, para terminar en un tramo de calizas margosas y margocalizas nodulosas, con laminaciones de "ripples" y muy bioturbadas que culminan en algunas secuencias, en niveles margosos.

Al microscopio son intrabioesparitas, con un 25-30% de intraclastos de un 20-25% de fragmentos de fósiles (orbitolinidos, foraminíferos arenáceos, Algas, Briozoos, Políperos y Crinoideos), y de un 40-50% de esparita.

Los levigados han proporcionando la siguiente fauna: Orbitolina (mesorbitolina) subconcava (LEYM), O. (mesorbitolina) texana (ROEMER), Ataxophragmium (valvulamina) sp., Everticyclammina greigi (HENSON) y Bairdoppilata sp. del Albiense inferior.

Estos materiales se han sedimentado en una plataforma interna, con términos de sub a intermareales que sirve de protección a los sedimentos finos de baja energía situados tras él.

- 25 m de alternancias de calizas bioclásticas, de aspecto noduloso, y margas, en cuerpos de 0,5 a 1 m de potencia.

Se distribuyen en secuencias somerizantes, formadas en la base por un término bioclástico, con estratificación cruzada planar y fundamentalmente "ripples", y a techo un término margoso con bioturbación intensa. Se interpretan como el depósito de una plataforma interna somera.

- 130 m de calcarenitas pardo-amarillentas de 1 a 3 m. de espesor, con niveles intercalados de calizas margosas nodulosas y margas. Se distribuyen en secuencias de 1,5 m a 8 m de potencia, formadas en la base por un término calcarenítico, bioclástico, en ocasiones de aspecto masivo, en otras con estratificaciones cruzadas, de surco y planar, y cuerpos sigmoidales; también son frecuentes las capas con bases canalizadas y techos ondulados. Un término intermedio poco potente de biocalcarenitas de aspecto noduloso con laminaciones de "ripples", "flaser" y huellas de bioturbación, de media a abundante y costras ferruginosas. El término superior de las secuencias lo forman margas con estructuras "lensen" y "rills" bioclásticos. Las secuencias del techo de este tramo disminuyen de potencia (0,6 a 1,5 m) a la vez que presentan estos términos invertidos, encontrándose en el "lag" de algunos bancos restos de Toucasias, y niveles con abundantes orbitolinas, así como estructuras "herringbone".

Al microscopio los tramos carbonatados son intrabiocritas con oolitos, intrabiomicritas con granos de cuarzo y biomicritas.

De los levigados se han clasificado: *Pseudocyclammina hedbergi* (MAYNC), *Marssonella oxycona* (REUSS), *Lenticulina* sp., *Protocythere* cf. *triebli* (DEROO), *Centrocythere denticulata* (MERTENS), *Cytherella ovata* (ROEMER), *C. cf. parallela* (REUSS), *Cythereis* cf. *bonnemai* (TRIEBEL), *C. cf. reticulata* (JONES e HINDE), *Patellina subcretacea* (CUSHM y ALEX), *Buccicrenata subgoodlandensis* (VANDERPOOL), *Mayncina d'Orbigny* (CUVILL y SZAKALL), *Sigmoilina antiqua* (FRANKE), *Bairdopillata* cf. *pseudoseptentrionalis* (MERTENS) y *Dolocytheridea* sp., que caracterizan desde el Albiense medio al superior.

La sedimentación de este tramo superior se ha llevado a cabo en un ambiente de plataforma barrera, con desarrollo de "shoalds" bioclásticos así como barras y dunas sometidas con frecuencia a la acción mareal.

2.1.3.4. Calizas de rudistas (6). Albiense medio superior

Se han diferenciado en la cartografía los tramos más representativos aunque en los tramos superiores de la unidad descrita anteriormente, también se encuentran intercalados estos mismos niveles de calizas, pero con menor desarrollo tanto vertical como horizontal.

Esta unidad cartográfica en la columna estratigráfica 01-Sierra Helada, donde aflora con una potencia de 45 m, está compuesta por unas calizas grises de aspecto masivo y calizas nodulosas muy bioturbadas, que se distribuyen en secuencias somerizantes de orden métrico, que comienzan en la base con un término constituido por calizas nodulosas con restos de bioconstrucciones de Rudistas, Corales y Algas, y a techo, representado por calizas ("grainstone", "rudstone" y "framestone") de rudistas y de corales con matriz bioclástica, intensamente bioturbadas. Localmente se observan procesos secundarios de dolomitización, que confieren a la roca tonalidades beige u ocre.

Al microscopio son biomicritas con: *Quinqueloculina* sp., *Cuneolina pavonia* (D'ORB), *Spiroplectammina* sp., *Ophthalmidium* sp., *Orbitolina* (*mesorbitolina*) *subconcava* (LEYM),

Neorbitolipnosis conulus (H. DOUVILLÉ), *Dicyclina*, sp., *Barkerina* sp., *Haplophragmoides* sp., *Buccicrenata subgoodlandensis* (VANDERPOOL), así como restos de Rudistas, Gasterópodos, Políperos y Algas. La edad es Albiense medio-superior.

El conjunto debió depositarse dentro de una plataforma interna carbonatada, en la que se desarrollaron facies bioconstruidas, que hacían de barrera protectora.

2.1.3.5. Alternancia de calizas y margas (7). Albiense superior

Esta unidad aflora de forma continua en la Playa del Albir (extremo norte de Sierra Helada). Otro pequeño afloramiento, en el que solamente son observables los 10 m. superiores de la serie margosa, está situado en el núcleo del anticlinal del Alto de la Galera (al, Sur de Sierra de Bernia). Se han estudiado en las columnas estratigráficas 01-Sierra Helada y 03-La Galera.

En sierra Helada esta unidad cartográfica está constituida por dos tramos, el inferior formado por 90 m. de calizas bioclásticas pardo-amarillentas y calizas margosas, de aspecto noduloso, con niveles intercalados de margas. El tramo superior de 185 m de potencia, está formado por una serie de margas y margas arenosas de colores gris-amarillentos, con intercalaciones de calizas bioclásticas y margosas, nodulosas, que contienen abundante fauna de equínidos, y se encuentran intensamente bioturbadas.

Los materiales del tramo inferior se distribuyen en secuencias negativas, cuyo espesor oscila entre 6 y 15 m, formadas en la base por el término margoso, con estructuras de "ripples" y "lensen", por encima calizas margosas, nodulosas con "ripples" y bioturbación de moderada a intensa, con abundante fauna de equínidos, y el término superior, que forma el resalte de la secuencia, constituido por unas calcarenitas y/o calizas bioclásticas con estratificaciones cruzadas, "ripples" y cuerpos sigmoidales, que suelen presentar a techo del banco una costra ferruginosa.

En los materiales de la parte superior de la serie, la secuencia está constituida por margas en la base y cuerpos de caliza margosa, nodulosa, a techo. La serie esta intensamente bioturbada y son frecuentes las estructuras "lensen", en la masa lutítica, y los "ripples", así como "rills" bioclásticos intercalados. Rara vez se encuentran bancos de calizas arenosas con laminaciones y estratificaciones cruzadas y cuerpos sigmoidales.

Al microscopio las calizas estudiadas son biomicritas con "pelets" y arena/limo, con un 5% de cuarzo, 20% de fósiles, 10% de "pelets" y 65% de micrita, con un alto contenido en foraminíferos, ostrácodos, espículas y crinoideos.

Los levigados de las margas han proporcionado: *Tritaxia pyramidata* (REUSS), *T. cf. tricarinata* (REUSS), *Patellina subcretacea* (CUSHM y ALEX), *Triplasia acutocarinata* (ALEX y SMITH), *Pseudotextulariella cretosa* (CUSHM), *Textularia chapmani* (LALICKER), *Favusella washitensis* (CARSEY), *Lenticulina gaultina* (BERTHELIN), *L. sp.*, *Frondicularia* sp. (PALMULA), *Hedbergella planispira* (TAPPAN), *Centrocythere denticulata* (MERTENS), *Cytherella ovata* (ROEMER), *C. parallela* (REUSS), *Cythereis cf. bonnemai* (TRIEBEL), *C. luermannae* (TRIEBEL), *C. cf. reticulata* (JONES E HINDE), *C. sp.*, *Cytherelloidea chapmani* (JONES E HINDE), *Protocythere* sp., *Dolocitheridea* sp., *Schuleridea jonesiana* (BOSQUET), *Ammobaculites* sp., *Vaginulinopsis complanata* (REUSS), *Vaginulina cf. geinitze* (REUSS), *V. sp.*, *V. cf. comitina* (BERTHELIN), *Dorothia gradata* (BERTHELIN), *Marssonella oxycona* (REUSS), *Sigmoilina antiqua* (FRANKE), *Epistomina* sp., *E. reticulata* (REUSS), *Paracypris* sp., *Eoguttulina anglica* (CUSHM y OZAWA),

Nodosaria prismatica (REUSS), *Bairdoppillata cf. pseudoseptentrionalis* (MERTENS), *Citharina sp.*, *Gavelinella (Berthelina) intermedia* (BERTHELIN), *Tristix cf. acutangulum* (REUSS), *Bairdia cf. pseudoseptentrionalis* (MERTENS), y *Marginulina aequivoca* (REUSS); que datan al Albiense superior.

Estos materiales se depositaron dentro de una plataforma carbonatada con barras bioclásticas que protegían ligeramente una amplia zona interna de "lagoon", sometida a la acción de las mareas, posiblemente con amplias comunicaciones con el mar abierto.

CRETÁCICO SUPERIOR:

Los materiales del Cretácico superior en la hoja de Benidorm, están distribuidos en dos zonas, con calidades de afloramientos distintas. En la zona norte (en Peña Alhama, al sur de Sierra Bernia y en la Almedia, al norte de Callosa d' En Sarriá) afloran en serie continua desde el Cenomaniense hasta el Maastrichtiense, formando sendas estructuras anticlinales. Se ha estudiado en las columnas estratigráficas 03-LA GALERA y 04-SIERRA BERNIA. Otro grupo de afloramientos se encuentran en el sector centro-occidental de la hoja (Monte Ponocho, La Nucia y Alfaz del Pi), con una calidad de observación y continuidad de los niveles muy inferior al del sector norte, salvo los que constituyen la estructura anticlinal de la Sierra de Cortina. No se ha podido levantar, en este sector, columnas de detalle, y la descripción de los materiales y sus dataciones, obedecen a observaciones puntuales, dada la distribución caótica de estos afloramientos.

2.1.3.6. Calizas (8). Cenomaniense-turoniese

Esta unidad cartográfica está constituida por una alternancia de calizas masivas y calizas tableadas grises. Ha sido estudiada con detalle en la columna estratigráfica 03-LA GALERA, donde afloran 75 m de estos materiales, en contacto neto sobre las margas de la unidad (7).

Constituyen, al menos, tres secuencias de potencia decamétrica, con un término inferior formado por calizas gris oscuro, de aspecto masivo, en las que se observan estructuras de alta energía, bases canalizadas, geometría de barras y superficies de reactivación, en ocasiones con carácter erosivo, estratificaciones cruzadas, por lo general poco patentes, y cuerpos sigmoidales. El término superior de la secuencia está formado por calizas grises de aspecto tableado, con laminación paralela y "ripples" a techo de las capas y bioturbación moderada.

Al microscopio son biomicritas con predominio de microfósiles planctónicos, con un 25-37% de fósiles, un 60-70% de micrita y glauconita variable.

El contenido faunístico clasificado: *Pithonella sphaerica* (KAUFM), *P. ovalis* (KAUFM), *Rotalipora cf. apenninica* (O. RENZ), *R. sp.*, *Praeglobotruncana sp.*, *Favusella washitensis* (CARSEY), *Hedbergella sp.*, *Lenticulina sp.*, *Tritaxia aff. pyramidata* (REUSS), *T. sp.*, *Pseudovalvulineria sp.*, *Globotruncana helvetotruncana helvetica* (BOLLI), *G. (Marginotruncana) coronata* (BOLLI), *G. (M.) sigali* (REICH), y *G. (M.) pseudolinneana* (PES-SAGNO), datan al Cenomaniense. Los términos superiores son de probable edad Turoniense.

El ambiente de sedimentación de estos materiales es el de una llanura de mareas con términos sub a intermareales, dentro de una plataforma somera.

2.1.3.7. Calcarenitas y dolomías (9). Turoniense-campaniense

Esta unidad cartográfica está constituida por una sucesión de calcarenitas y calizas arenosas, en ocasiones dolomitizadas, masivas, que forman los resaltes más abruptos de los materiales cretácicos. Se apoya concordantemente sobre las calizas de la unidad (8). Suelen presentar niveles intercalados, poco potentes, de calizas tableadas. La potencia estimada de esta unidad oscila entre 150 y 250 m.

En la columna estratigráfica 03-LA GALERA se han medido 150 m de estos materiales, en los que en los tramos de aspecto masivo (son los más potentes) abundan los cuerpos sigmoidales y las morfologías de barras, con algunas superficies erosivas y costras ferruginosas, y en los niveles tableados laminaciones de "ripples". Forman secuencias de 5 a 10 m de potencia.

Al microscopio son biomicritas y biopelmicritas con un 25% de fósiles, 30% de "pelets" y un 45% de micrita.

El contenido faunístico: *Pithonella sphaerica* (KAUFM), *P. ovalis* (KAUFM), *Globotruncana (marginotruncana) aff. sigali* (REICH), *G. (M.) aff. coronata* (BOLLI), *G. (M.) marginata* (REUSS), *G. (Globotruncanita) elevata* (BROTZ), *Pseudovalvulineria sp.*, *Spiroplectamina sp.*, *Lenticulina sp.* y *Glomospira sp.*, no precisa la edad de estos materiales, oscilando entre un Turoniense y un probable Campaniense inferior para el techo de la unidad. El conjunto se ha interpretado como la sedimentación en una plataforma ligeramente protegida, mediante barras calcareníticas, sometidas a la acción de las mareas.

2.1.3.8. Calizas tableadas y margocalizas laminadas (10). Turoniense-maastrichtiense

Estos materiales constituyen el techo del Cretácico superior, aunque en parte se corresponden por tránsito lateral, con las calcarenitas de la unidad (9), descritas en el apartado anterior. Por tanto, consideramos que el contacto entre ambos conjuntos sedimentarios regionalmente es transicional. Se estima que en esta zona la potencia de la unidad puede oscilar entre 150 y 250 m.

Se han estudiado con detalle en la columna estratigráfica 04-SIERRA BERNIA, donde afloran 105 m. De estos los 50 m. inferiores están formados por calizas grises y blanquecinas, micríticas de aspecto tableado, en capas de 20 a 50 cm., con juntas margosas y algún nivel "slumpizado". El resto de la serie la constituyen unas margas blanquecinas, laminadas, con capas centimétricas de margo calizas que, solo localmente alcanzan potencias de 1,5 m.

Son escasas las estructuras sedimentarias, siendo las más frecuentes y más llamativas los "slumps" que afectan de forma casi continua a estos materiales; también los "ripples" y la laminación paralela.

Localmente, el tramo superior de margas con "slump", contiene niveles de "capas rojas" características, constituidas por calcarenitas con "ripples" de tonos rosados y rojizos, que forman parches irregulares discontinuos, y cuyo contenido faunístico las data como Maastrichtiense. Se han reconocido en el km. 39.500 de la carretera de Callosa d' En Sarriá a Bolulla, y por la pista que asciende al depósito del agua de Peña Alhama.

Al microscopio las calizas de esta unidad son biomicritas, con predominio de foraminíferos planctónicos. Contienen un 40% de fósiles y un 60% de micrita.

Los levigados realizados en las margas han proporcionado la siguiente asociación: *Globotruncana (Globotruncanita) stuartiformis* (DALBIEZ), *G. (rosita) fornicata* (PLUMM.), *G. (G.) ventricosa* (WHITE), *G. (G.) lapparenti* (BOLLI), *G. (G.) arca* (CUSHM), *G. (G.) rosetta* (CARSEY), *Gaudryina rugosa* (D'ORB), *Marsonella trochus* (D'ORB), *Ammodiscus sp.*, *Arenobulimina d'orbigny* (REUSS), *Fronicularia sp.*, *Lenticulina sp.*, *Pseudovalvulineria clementiana* (D'ORB), *P. monterelensis* (MARIE), *Bairdoppillata sp.*, *Cytherella sp.*, *Rugoglobigerina rugosa* (PLUMM), *Archaeglobigerina cf. blowi* (PESAGNO), *Pseudotextularia elegans* (RZEHAKE), *Cibicidoides voltziana* (D'ORB), que datan al Campaniense y Maastrichtiense.

En materiales equivalentes a estos, estudiados en la columna estratigráfica O2-FINESTRAT, en el sector occidental de la hoja, han proporcionado abundantes fósiles del Coniaciense, Santoniense y Campaniense.

El ambiente de sedimentación de esta unidad margosa sería el de una plataforma talud-cuenca.

2.2. TERCIARIO

El Terciario de Altea presenta una serie de características que dificultan su estudio, a pesar de estar ampliamente representado en la superficie de la hoja. Estas características son:

RESEDIMENTACIONES:

En la columna estratigráfica terciaria, se encuentran intercalados una serie de tramos cuya masa principal de sedimentos proceden, por resedimentación, de otros anteriores. Este es el caso de los materiales resedimentados procedentes de la destrucción del Triásico del diapiro de Altea y que en cartografías anteriores se han representado como de edad Triásico. También presentan estas características, solo que construidos con materiales procedentes del Eoceno y Cretácico varias unidades cartográficas que se han situado en la columna estratigráfica en el Oligoceno y en el Mioceno medio-superior.

DATAIONES:

A pesar de ser los casos anteriormente citados los más representativos, es muy frecuente en toda la serie terciaria, los fósiles resedimentados en materiales de edad posterior, aunque no sean visibles in situ grandes masas de materiales resedimentados. Este fenómeno produce con frecuencia errores en las dataciones puntuales de estos sedimentos. No obstante, al realizar pequeños cortes seriados o columnas estratigráficas, estos errores pueden subsanarse, aunque obliga a una recogida exhaustiva de muestras y a su análisis posterior teniendo en cuenta estas alteraciones.

En el apartado correspondiente al Oligoceno se propone un modelo que ayuda a interpretar estos fenómenos relacionados con la tectónica y la sedimentación.

Están representados en la hoja de Benidorm, materiales del Eoceno, Oligoceno y Mioceno. No se han encontrado afloramientos del Paleoceno a pesar de que RÍOS, J.M. et al (1960), cita en varios puntos de la hoja, margas con contenido faunístico del Daniense. Sí nos han dado este resultado algunas muestras incluidas en materiales claramente resedimentados.

2.2.1. Eoceno

Como pertenecientes al Eoceno se han cartografiado solamente los materiales situados en Peña Severino, al oeste de Sierra de Bernia, a pesar de que en numerosos puntos de la hoja, al estudiar el contenido faunístico de las rocas, aparecían con frecuencia fósiles eocenos mezclados con especies procedentes de otras unidades cartográficas. En estos casos se han tenido en cuenta otros factores, disposición geográfica, materiales asociados, etc. para su inclusión en un tramo cartográfico concreto.

Se han diferenciado en el Eoceno dos tramos, inferior margoso y superior carbonatado.

2.2.1.1. Margas y calizas con alveolinas (11). Eoceno inferior

Por la pista que sale de Fuentes del Algar (al norte de la hoja) en dirección a Peña Severino, afloran unos 45-50 m de unas margas arenosas de tonos amarillentos, con niveles intercalados de calizas arenosas ("grainstone") de aspecto noduloso-brechoides, que buzan 45° hacia el NE, y que constituyen la unidad basaj del Eoceno en esta zona.

Asimismo, al sur del Pico de Bernia, aproximadamente a 1 kilómetro, se han medido en la columna 04-SIERRA BERNIA, sobre las margocalizas del Maastrichtiense, 60 m de margas con niveles intercalados de calizas arenosas, de hasta 1 m de potencia, que presentan abundante fauna de Nummulites. Las únicas estructuras visibles son "ripples" y algunas bases canalizadas en los cuerpos calcareníticos.

Al microscopio las calizas son bioclásticas de macroforaminíferos (Nummulitidos y Orbitoideos), con un 5% de cuarzo, 75% de fósiles y 20% de micrita.

En las margas se han clasificado: *Globorotalia aequa* (CUSHM y RENZ), *G. velascoensis* (CUSHM), *G. rex* (MARTIN), *G. formosa gracilis* (BOLLI), *G. Wilcoxensis* (CUSHM y PONTON), *G. formosa formosa* (BOLLI), *G. aragonensis* (NUTT), *G. quetra* (BOLLI), *G. broedermanni* (CUSHM y BERM), *Globigerina linaperta* (FINLAY), *G. collactea* (FINLAY), *G. primitiva* (FINLAY), *G. gravelli* (BRONN), *G. soldadoensis* (BRONN), *G. prolata* (BOLLI), *G. turgida* (FINLAY), *Bolivinaopsis caribbeana* (BERM), *Osangularia (parella) mexicana* (COLE), *Lenticulina sp.*, *Cibicides sp.*, *C. subspiratus limbatus* (CITA), *C. tuxpamensis aspensis* (COLOM), *Dorothia cf. principensis* (CUSHM y BERM), *Schenckiaella gracillima* (CUSHM. y BERM), *Cylindroclavulina sp.*, *Marginulina cf. cumulicostata* (GÜMB), *Loxostomoides dupuyi* (COLOM), *Neorotalia minuta* (COLOM), *Nummulites exilis* (DOUV) y *N. cf. involutus* (SCHAUB), del Eoceno inferior.

Estos materiales corresponden a depósitos de una plataforma externa.

2.2.1.2. Calizas con alveolinas y corales (12) Eoceno medio-superior

Esta unidad ocupa gran parte del relieve que constituye Peña Severino hasta Sierra Bernia. Está constituida por calizas bioclásticas, "grainstone", grises, unas veces de aspecto masivo, y otras distribuidas en bancos de 1 a 2 m de potencia. Se encuentran intensamente estructuradas, y localmente pueden observarse pliegues de eje vertical afectándolas (por la pista desde Fuentes del Algar hacia Peña Severino).

En ocasiones estas calizas se encuentran en masas totalmente brechificadas, siendo muy difícil precisar si corresponden a brechas de edad posterior, aunque constituidos casi exclusivamente de calizas eocenas. Su adjudicación a una u otra edad, depende muchas veces de la calidad del afloramiento, su posición con respecto al resto de la serie terciaria, así como de la interpretación que el autor haga del fenómeno.

Al microscopio son calcarenitas con glauconita, con matriz muy recristalizada.

Contienen: *Asterodiscus taramellii* (SCHLUMB), *Discocyclus sp.*, *Nummulites cf. campesinus* (SCHAUB), *Lenticulina (robulus) sp.*, *Marginulina sp.*, *Bolivinopsis sp.*, *Rotalia (Neorotalia) sp.*, *Cibicides sp.*, *Gyroidina sp.*, *Gaudryinella sp.*, Ataxophragmiidos y Miliolidos del Eoceno inferior-medio.

Probablemente los tramos superiores de esta unidad puedan llegar al Eoceno superior.

Estos materiales se disponían en la cuenca formando barras bioclásticas, que separarían la plataforma interna de la externa, donde se depositarían los sedimentos margosos de la unidad anterior. Ambos conjuntos definen para el Eoceno una megasecuencia regresiva.

2.2.2. Oligoceno-mioceno

A partir del Oligoceno y durante todo el Mioceno se originan una serie de depósitos que, para cada etapa sedimentaria o ciclo, se pueden englobar en una serie de tipos de facies.

Por un lado, y en un sentido amplio, las facies de brechas y megabrechas con grandes olistolitos, empastados en una matriz margo-arcillosa, originados por fenómenos de inestabilidad gravitacional que originan mecanismos de "debris-flow" y caída de bloques aislados sobre el bloque hundido. Esta inestabilidad puede emplazar localmente olistolitos de enormes dimensiones.

Por otro lado, las facies de margas, calizas y calcarenitas, distribuidas en secuencias de tipo turbidítico. Estos dos conjuntos de facies que se repiten en cada megasecuencia, definen, para cada etapa sedimentaria, la paleogeografía de la plataforma carbonatada en la que tiene lugar la sedimentación.

El modelo de tectónica-sedimentación que proponemos, en el que las distintas facies cartografiadas encontrarían acomodo, está representado en la Fig. 2.

Siguiendo este modelo, la sedimentación tendría lugar en una plataforma carbonatada, compartimentada en bloques debido a una serie de fracturas (que en el caso de la hoja de Benidorm serían de direcciones ONO-ESE para la zona norte y NE-SO para la zona Sur). El movimiento de unos bloques respecto a otros, a favor de estas fallas listricas, daría lugar en la plataforma a la distribución de facies siguiente:

FACIES EN ZONAS ELEVADAS: se pueden diferenciar dos tipos:

- Tipo A₁: facies pelágicas condensadas en zonas de crestas
- Tipo A₂: representadas por las facies pararecificales originadas en las plataformas aisladas.

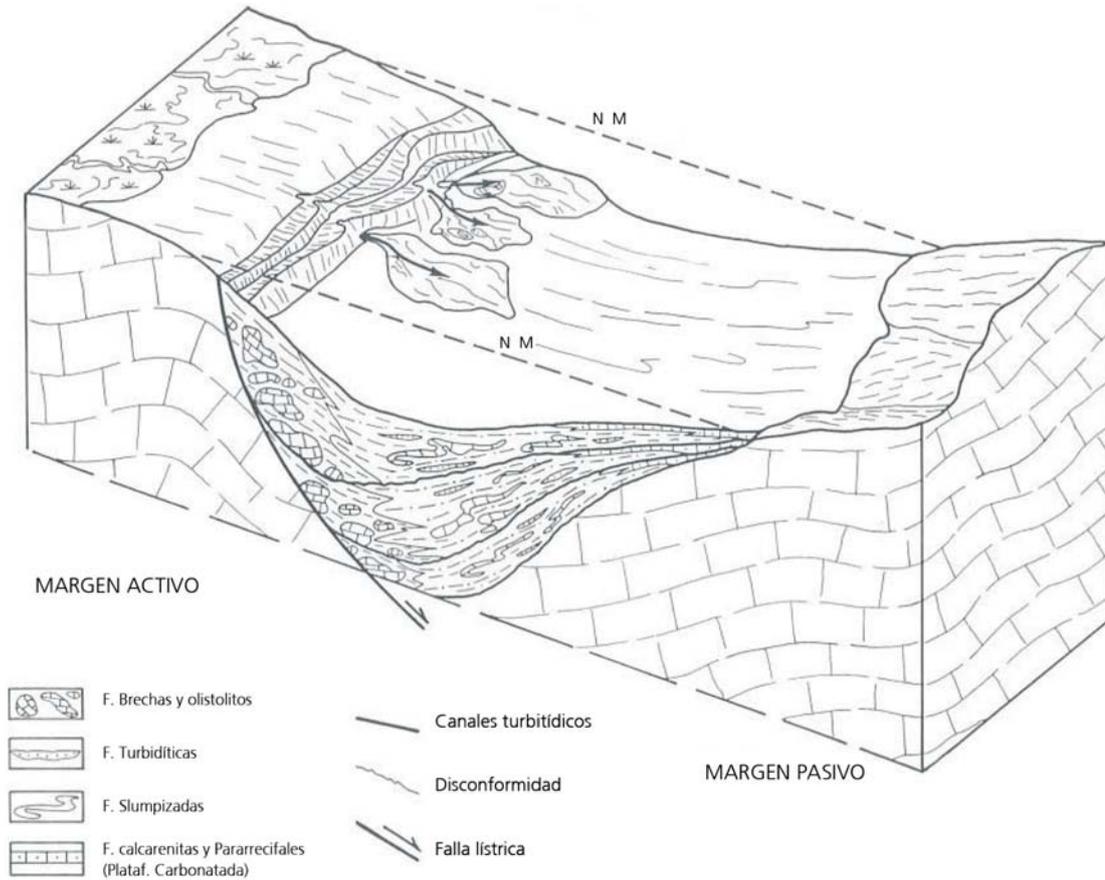


Fig 2. Esquema de distribución de Facies en el Terciario.

FACIES EN ZONAS PROFUNDAS: en las que a su vez se diferencian:

- Tipo B₁: Facies de margen activo, localizadas en las zonas próximas a la falla, en las que la sedimentación tiene una componente gravitacional importante, los sedimentos están formados fundamentalmente por materiales resedimentados y olistolitos.
- Tipo B₂: Facies turbidíticas y "slumps": situadas entre las facies del tipo A₁ y B₁ y relacionadas con ambos tipos por cambios laterales de facies.
- Tipo B₃: Facies de plataforma interna, situadas en la parte interior de las barreras (Tipo A₂) donde se depositan calizas y margas con resedimentaciones de la barrera y eventualmente conglomerados.

2.2.2.1. Ciclo oligoceno

En la hoja de Benidorm está representado, en el sector norte en las Sierras de Bernia y Toix, por las calizas de *Lepidocyclinas* (facies Tipo A₂) y en la zona de Villajoyosa, al sur, por megabrechas (facies tipo B₁), sobre las que se depositan margas y calcarenitas (facies Tipo B₂) (Fig. 3A).

Se han diferenciado las siguientes unidades cartográficas.

a. Calizas bioclásticas (13). Oligoceno

Han sido estudiadas en la columna 05-Alto de la Pedriza (en Sierra de Bernia), donde se han medido 220 m. (la unidad puede tener unos 50 m. más no visibles en este plinto), de una serie muy monótona de calizas bioclásticas ("packstone-grainstone" por lo general), de colores grises y beige, en bancos de 1 a 3 m. de potencia, con abundantes restos fósiles (Algas, equínidos, pectínidos y *Lepidocyclinas*). En la mitad inferior de la unidad se disponen en secuencias de 1,5 a 2 m de potencia, de energía decreciente ("grainstone-wackstone"), con geometrías de barras, con algún nivel brechoide con cantos ("mudstone") gris negruzcos, con laminación de algas. Estas estructuras laminadas se hacen más frecuentes desde la mitad de la serie hacia el techo, donde las estructuras de alta energía son minoritarias.

Estos materiales constituirían barreras que separarían, dentro de la plataforma carbonatada oligocena, la plataforma externa de la interna.

Al microscopio son biomicritas con restos fósiles (foraminíferos, políperos y Algas rodofíceas) con 30-35% de fósiles, 0-5% de "pelets" y 65% de micrita.

Los fósiles clasificados son: *Austrorillina howchini* (SCHLUMB), *Pracphapydionina delicata* (HENSON), *Peneroplis cf. evolutus* (HENSON), *P. cf. laevigatus* (D'ORB), *P. cf. farsensis* (HENSON), *P. cf. damesini* (HENSON), *Lithoporella melobesioides* (FOSLIE), *Cibicides cf. lobatulus* (WALK y JAC), *Dendritina cf. ranoi* (D'ORB), *Nummulites sp.*, *Lepidocyclina (Nephrolepidina) sp.*, *L. (eulepidina) sp.*, *Halkyardia minima* (LIEBUS), *Borelis cf. pygmaea* (HANZ), *Triloculina sp.*, *Spiroloculina sp.*, *Dendritina sp.*, *Glomospira sp.*, y otras especies, que datan desde el Oligoceno inferior al superior.

b. Megabrechas de margas y margocalizas (14). Oligoceno

Ocupan una franja situada al SO de la hoja, entre Benidorm y Sierra Cortina, separadas de los materiales cretácicos que constituyen la sierra por una falla de carácter lístrico de orientación NE-SO.

La naturaleza de los materiales de esta unidad, constituida por un porcentaje muy elevado de materiales resedimentados de edad eocena, y la dificultad de observación, por encontrarse gran parte de la unidad cubierta por depósitos de glaciares, ha contribuido a que en cartografías anteriores se hallan interpretado como sedimentos de edad Eoceno.

Sin embargo, en este trabajo se las ha considerado como depósitos de un borde activo (limitado por la falla de Sierra Cortina), que ha provocado la deposición de materiales resedimentados, bloques y olistolitos (facies Tipo B,) en la cuenca oligocena. El momento en que se produce esta sedimentación queda ajustado en el tiempo, ya que por encima se apoyan los materiales de tipo Flysch, datados claramente como Oligocenos (unidad cartográfica 2.2.2.1.c.).

Las características, tanto de exposición como por la naturaleza de los materiales citados anteriormente, han impedido levantar una columna detallada, así como evaluar la potencia de estos depósitos. Se estima que su espesor puede oscilar entre 100 y 150 m.

Litológicamente está constituida por una serie de margas y margocalizas de tonos amarillentos y blanquecinos, grisáceos en corte, de aspecto desorganizado y brechoide, con bloques incrustados en la masa lutítica. Una explotación de caliza nummulítica del Eoceno situada en esta zona, en la finca el Murtal, tuvo que ser abandonada al comprobar que constituía un bloque rodeado de material margoso.

c. Margas y calcarenitas (15). Oligoceno

Estos materiales afloran únicamente en el sector Suroeste de la hoja, en la zona comprendida entre Benidorm y Villajoyosa. Ha sido estudiada con detalle en la columna estratigráfica 02-FINESTRAT, levantada como a 1 km. del borde oeste de la hoja de Benidorm, dentro de la de Villajoyosa, donde los materiales afloran de forma casi continua.

Sobre unos 100 m de margas gris amarillentas con niveles de brechas y calcarenitas, con fauna del Eoceno superior, que se han considerado como materiales resedimentados del Eoceno de la unidad (14), afloran los siguientes tramos de muro a techo:

- 50 m. Alternancia de biocalcarenitas, pardo amarillentas, con tramos de margas gris-verdosas y blanquecinas. Constituyen secuencias de 6 a 12 m de potencia, formadas en la base por un tramo calcarenítico, en cuerpos de 1,5 a 5 m de espesor, con bases canalizadas, a veces con un "lag" de cantos, que en ocasiones son de arcilla, grano selección positiva, estratificaciones cruzadas, "ripples" a techo de los bancos, y en alguno de ellos un tapiz centimétrico de brechas carbonatadas o por costras ferruginosas con "zoophicus". El techo de las secuencias está formado por margas, de aspecto noduloso, y fractura concoidea.

- 65 m. Margas blanquecinas, de aspecto noduloso, con niveles intercalados de biocalcarenitas, de grano fino, en cuerpos canaliformes de 0,5 a 2,5 m de espesor, otros lenticulares centimétricos, con estratificaciones cruzadas, laminación paralela y “riples”.
- 60 m. Margas blanquecinas y calizas en secuencias somerizantes, formadas por un tramo basal de margas, de aspecto noduloso, un tramo intermedio, noduloso o laminado, constituido exclusivamente por conchas, para terminar en un nivel de biocalcarenita, o de micrita bioturbada con nódulos de hierro y abundantes caparazones de equínidos.
- 40 m. Margas blanquecinas con niveles discontinuos de margocalizas “slumpizadas”, y capas de calizas laminadas con pisolitos a techo. También son frecuentes los caparazones de equínidos.

Se interpretan como facies turbidíticas y “slumpizadas” (Tipo 13₂), depositados en una plataforma carbonatada en rampa.

Al microscopio las calizas son biomicritas, con un 5% de intraclastos, 40% de fósiles, 5% de pellets y 50% de micrita. Los fósiles predominantes son Nummulitidos, Orbitoididos, Anomalínidos, Rotálidos, Miliólidos, Algas rodofíceas y Briozoos.

De las muestras levigadas se han clasificado: *Catapsydrax unicavus* (BOLLI LOEBL. y TAPP), *C. dissimilis* (CUSHM y BERM), *Globigerina rohri* (BOLLI), *G. venezuelana* (HEDBERG), *G. parva* (BOLLI), *G. ampliapertura* (BOLLI), *G. gortanii* (BORSETTI), *G. tapuriensis* (BLOW y BANN), *G. ciperoensis* (BOLLI), *G. angiporoides* (HORNIBR), *G. sellii* (BORSETTI), *G. binaiensis* (KOCH), *G. angulisutaris* (BOLLI), *Globorotalia (T.) increbescens* (BANDY), *G. nana* (BOLLI), *G. opima* (BOLLI), *Vulvulina nummulina* (GÜMB), *V. haeringensis* (GÜMB), *V. spinosa* (CUSHM), *Clavulinoides excurrens* (CUSHM y BERM), *Cassigerinella chipolensis* (CUSHM y PONTON), *Spiroclypeus carpaticus* (UHLIG), *Lepidocyclina (eulepidina) sp.*, *Operculina sp.*, *Lagena cf. staphillearia* (SCHWAG), *Nodosaria acuminata* (HANTK), *Karrieriella cf. siphonella* (REUSS), *K. brady* (CUSHM) y *Textularia recta* (CUSHM), que datan desde el Oligoceno inferior al superior.

2.2.2.2. Ciclo oligoceno superior-aquitaniense

Sobre los materiales de edad oligocena, descritos anteriormente, se apoyan unas unidades de edad Oligoceno superior-Aquitaniense, distribuidas en dos grupos de afloramientos. En el sector norte de la hoja (al norte de las Sierras de Bernia y de Toix) afloran unas calizas arenosas con glauconita y margas, relacionadas con las calizas bioclásticas de *Lepidocyclina* del Oligoceno (unidad 13), sobre las que se apoyan mediante discordancia progresiva (visible en la ladera derecha del Barranco del Salado); en el sector Suroeste (al oeste de Benidorm) afloran unas margas y margocalizas con “slump”, que se apoyan sobre la unidad flysch del Oligoceno (unidad 15), en este caso la relación entre ambos conjuntos no es visible por estar recubierta de cuaternario. (Fig. 3B).

Se han diferenciado las siguientes unidades cartográficas:

a. Calizas arenosas y margas (16). Oligoceno superior-Aquitaniense

Esta unidad cartográfica se apoya, en el sector norte de la hoja, mediante discordancia sobre las calizas de Lepidocyclinas del Oligoceno. Aflora, en serie continua en el Barranco del Salado, donde se ha estudiado en la columna estratigráfica n° 12, del mismo nombre. En ella se han medido 130 m. de una alternancia de calcarenitas con glauconita y margas, que hacia el techo incluyen en la alternancia tramos de margocalizas nodulosas, dando al conjunto un aspecto rítmico.

Las calcarenitas, en capas de 20 a 50 cm, son "packstone" y "grainstone", de tonos gris verdoso y pardo amarillentas en superficie, con estructuras sigmoidales. Algunos niveles no muy potentes presentan tramos con las capas rotas y onduladas, sin llegar a constituir "slumps".

Los tramos de margo-calizas, de aspecto noduloso, contienen laminaciones de "ripples" y nódulos de hierro.

Los tramos margosos se van haciendo más potentes hacia el techo donde alcanzan 70 cm de espesor. Hacia la parte media y superior de la serie las estructuras de tipo "slump" se van haciendo progresivamente más patentes y completas, llegando incluso, aproximadamente a los 70 m. de la base, a haber grandes superficies de deslizamiento cortando capas que nos indica la inestabilidad de la cuenca, durante la sedimentación de estos materiales.

Estos sedimentos se distribuyen en secuencias somerizantes, de 1 a 1,5 m. de potencia, constituidas por un tramo basal margoso, un tramo intermedio de margocalizas nodulosas y un tramo superior calcarenítico con fauna.

Se interpretan como facies turbidíticas (Tipo B₂) dentro de una plataforma carbonatada en rampa.

Al microscopio las calcarenitas contienen un 5% de cuarzo, un 55% de fósiles, 35% de micrita y 5% de glauconita.

En los levigados se han clasificado: *Lepidocyclina* (eulepidina) *dilatata* (MICH), *Clavulinoides szaboi* (HANTK), *Spiroplectammina carinata* (D'ORB), *Ammobaculites humboldti* (REUSS), *Vulvulina haeringensis* (GÜMB), *V. pectinata* (HANTK), *V. nummulina* (GÜMB), *Karriella siphonella exilis* (HAGN), *Bolivina tectiformis* (CUSHM), *Uvigerina gallowayi* (CUSHM), *Cibicides pseudoungerianus* (CUSHM), *C. cushmani* (NUTT), *Heterolepa dutemplei* (D'ORB), *H. perlucida* (NUTI), *Anomalina alazanensis* (NUTT), *A. grosserugosa* (GÜMB), *Globigerina sellii* (BORSSETTI), *G. rohri* (BOLLI), *G. venezolana* (HEDBERG), *G. ciperoensis* (BOLLI), *Sphaeroidina bulloides* (D'ORB), *Spiroplectammina carinata* (D'ORB), *Martinottiella communis* (D'ORB), *Pseudoglandulina aequalis* (REUSS), *Almaena hieroglyphica* (SIGAL), *Globorotalia opima nana* (BOLLI) y *Osangularia* (parella) *mexicana* (COLE), del Oligoceno superior y Aquitaniense inferior.

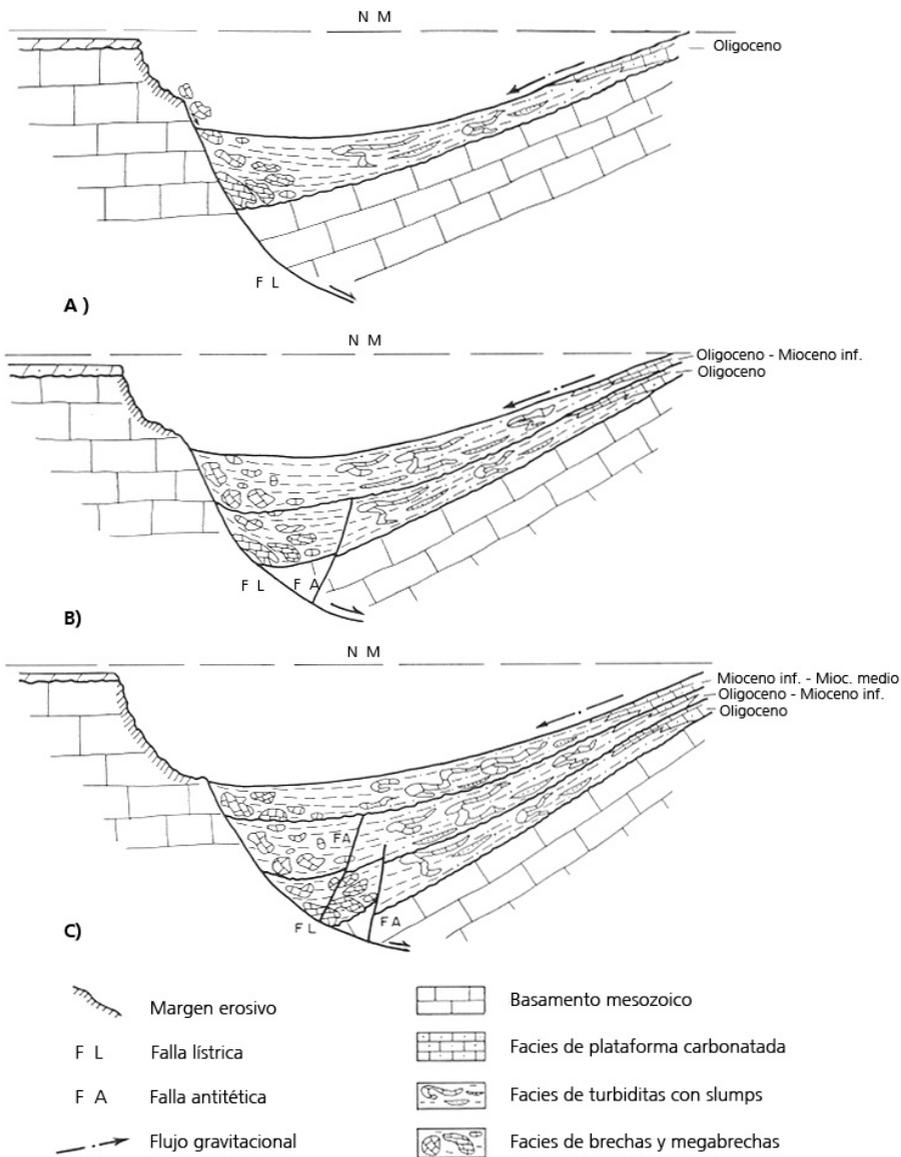


Fig. 3 Relación entre las facies en cada periodo
 A) Durante el Oligoceno
 B) Durante el Oligoceno sup.-Mioceno inferior
 C) Durante el Mioceno inf.-Mioceno medio

b. Margas y margocalizas (17). Oligoceno superior-Aquitaniense

Estos materiales afloran en el sector suroeste de la hoja, en la zona comprendida entre Benidorm y Villajoyosa, donde se ha levantado la columna 02-FINESTRAT. En ella se han medido unos 50 m de margas grises y margocalizas con niveles de biocalcarenitas. En la base un canal de unos 3 m de potencia, relleno de areniscas calcáreas, masivas y con "lag" de conchas. A techo del banco se aprecia estratificación cruzada en surco, laminación horizontal y "ripples".

Se interpretan como facies turbidíticas (Tipo B₂), depositadas en una plataforma carbonatada.

La edad de estos materiales es Aquitaniense.

2.2.2.3. Ciclo mioceno inferior-medio

Los sedimentos de edad Mioceno inferior están escasamente representados en la hoja de Benidorm, con afloramientos dispersos y recubrimientos cuaternarios importantes, que dificultan la correlación y la interpretación de algunas manchas cartográficas. Se han considerado discordantes sobre las unidades sobre las que se apoyan, constituyendo un ciclo independiente más por criterios regionales que por observaciones realizadas dentro de esta hoja.

En el sector nororiental, zona de Calpe, aflora una serie margosa blanquecina y amarillenta con bancos de calcarenitas, en ocasiones de bastante potencia. También hay un pequeño afloramiento atribuido a esta edad en el sector suroccidental (zona de Villajoyosa). (Fig. 3C).

También se han asociado a esta edad unos pequeños afloramientos de margas y calizas con bloques de Cretácico en los alrededores del Cerro Puig Campana.

La edad de estos materiales es Aquitaniense-Burdigaliense, no habiéndose conseguido de las muestras estudiadas, dataciones por encima del Burdigaliense, aunque por consideraciones regionales pueden alcanzar edad Langhiense.

Se han distinguido las siguientes unidades cartográficas:

a. Calizas arenosas, margocalizas y margas (18). Aquitaniense-Langhiense

Sobre la unidad 16 descrita en el apartado 2.2.2.2.a. afloran en la columna 12 Bco. Salado unos 210 m. constituidos por calizas arenosas de tonos pardo-amarillentos, margocalizas arenosas, nodulosas, de tonos grises y negruzcos, con fractura concoidea, y margas grises, con niveles centimétricos de lumaquelas y brechas con costras ferruginosas. En los 110 m. inferiores de la serie predominan los tramos calcareníticos en bancos de gran potencia (hasta 8 m. de espesor), mientras que hacia la parte superior se hacen mayoritarias las margas, siendo la potencia de las capas de calcarenitas de 0,5 a 1,5 m.

Estos materiales se distribuyen en secuencias de potencia decamétrica (de 10 a 30 m), constituidas en la base por un tramo de calizas arenosas ("grainstone"), algunos cuerpos con bases canalizadas amplias, morfología de barras, con estratificaciones cruzadas planares, y en su interior cantos blandos, restos fósiles y venillas ferruginosas. Estos cuerpos hacia el techo

y lateralmente pasan a margo-calizas arenosas, de aspecto noduloso, con laminaciones de "ripples" y nódulos de hierro. A techo de las secuencias se encuentra un tramo de margas masivas, en las que no se observan estructuras, solamente en algunas secuencias, termina en un nivel brechoide con abundantes restos de fauna y costras ferruginosas.

En las secuencias superiores de la unidad, en las que se conservan los mismos tramos descritos, disminuye la potencia de las mismas (entre 4 y 10 m) a la vez que las calcarenitas constituyen pequeños canales, los tramos nodulosos se presentan muy bioturbados y en las margas, que son mayoritarias, se observan estructuras de "slumps".

Al microscopio las calizas son intrabiomicritas constituidas por 25% de cuarzo, 15% de fósiles y 60% de micrita.

En los levigados se han clasificado: *Globigerina angulosutaralis* (BOLLI), *G. praebulloides* (BLOW), *G. ciperiensis* (BOLLI), *G. binaiensis* (KOCH), *G. venezuelana* (HEDBERG), *Globigerinoides primordius* (BLOW y BANN), *Globorotalia (T.) obesa* (BOLLI), *G. (T.) siakensis* (LE ROY), *G. (T.) opima nana* (BOLLI), *Cassigerinella chipolensis* (CUSHM y PONTON), *Ammobaculites humboldti* (REUSS), *Cylindroclavulina rudislostia* (HANTK), *Martinotiella communis* (D'ORB), *Spiroplectammia carinata* (D'ORB), *Vulvulina pectinata* (HANTK), *V. Haeringensis* (GÜMB), *Nodosaria latejugata* (GÜMB), *Lenticulina subpapillosa* (NUTT), *L. rotulata* (LAM.), *Uvigerina gallowayi* (CUSHM), *Pullenia quinqueloba* (REUSS), *P. bulloides* (D'ORB), *Cancris auriculus* (FICHT y MOLL), *Cibicides lobatulus* (WALK y JAC), *C. cf. pseudoungerianus* (CUSHM), *Nonion (melonis) pompilioides* (FICHT y MOLL), *Heterolopa dutemplei* (D'ORB), *H. perlucida* (NUTT.), *Spihonodosaria verneuili* (D'ORB), *Anomalina alazanensis* (NUTT) y *A. grosserugosa* (GÜMB), que datan al Aquitaniense.

Las asociaciones de facies permiten interpretar los depósitos como producidos en una llanura de mareas mixta, con desarrollo de barras arenosas.

b. Margas blanquecinas con "slumps" (19). Aquitaniense-Langhiense

En el sector suroccidental de la hoja de Benidorm, los materiales de esta edad están situados sobre los de facies flysch del Aquitaniense, no siendo visible el contacto entre ambas unidades, por encontrarse recubierto por sedimentos cuaternarios.

Han sido estudiados en la columna estratigráfica 11-VILLAJYOYA, donde afloran 35 m, en el núcleo del sinclinal de Villajoyosa. Está constituida por margas blanquecinas, con cantos angulosos de calizas beig, dispersos en el sedimento, y capas de 0,5 a 1 m de potencia de margocalizas "slumpizadas".

Se interpretan como facies turbidíticas (Tipo B₂) en una plataforma carbonatada.

Las calizas al microscopio son biomicritas, con un 35% de fósiles 60% de micrita y 5% de arcilla.

Los fósiles clasificados en los levigados son: *Globorotalia (T) Kugleri* (BOLLI), *G. (T.) siakensis* (LE ROY), *G. (T.) obesa* (BOLLI), *Globigerina cf. praebulloides* (BLOW), *Globigerinoides primordius* (BLOW y BANNER), *Catapsydrax unicavus* (BOLL, LOEBL. y TAPPAN), *C. dissimilis* (CUSHM y BERMU), *Cassigerinella chipolensis* (CUSHM. y PONTON), *Sphaeroidina bulloides* (D'ORB),

Cylindroclavulina rudislosta (HANTKEN), *Clavulinooides szaboi* (HANTKEN), *Tritaxilina cf. pupa* (GÜMB), *Textularia cf. andalta* (REUSS), *Vulvulina cf. pennatula* (BATSCHE), *V. pectinata* (HANTKEN), *Martinottiella communis* (D'ORB), *Spiroplectamma carinata* (D'ORB), *Nodosaria longiscata* (D'ORB), *N. cf. bacilloides* (HANTK), *N. cf. radícula* (LINNE) y *Bulimina pyrula* (D'ORB), que datan el Aquitaniense.

2.2.2.4. Ciclo mioceno medio-mioceno superior

En este grupo, que presenta los afloramientos de mayor extensión del Terciario en la hoja de Benidorm, se han englobado una serie de unidades cartográficas, de las que las más frecuentes, tienen un carácter olistostrómico de difícil datación. Su adjudicación en este trabajo al Mioceno medio-Mioceno superior, se debe a consideraciones regionales, aunque no se descarta que, en parte al menos, puedan corresponder a depósitos anteriores, de las mismas características tecto-sedimentarias.

Se han diferenciado las siguientes unidades cartográficas, en las que están representadas las facies Tipo A₁, Tipo B, y Tipo B.

a. Brechas, arcillas y yesos (20). Bloques (21), (22), (23) y (24). Langhiense-Tortonense

Esta unidad está constituida por brechas poligénicas de matriz arcillosa y limolítica, y yesífera rojiza, con cantos cuyo tamaño puede variar desde escasos centímetros a tamaño de bloques.

El hecho de que la procedencia mayoritaria de estos materiales sea del Triásico, aunque también se encuentran en menor proporción del Cretácico, es por lo que en las cartografías anteriores se hayan asimilado al Trías, con el que se encuentra relacionado geográficamente, ya que el subyacente de esta unidad lo constituyen las distintas litologías de la unidad cartográfica (1) de edad triásico, y que en la hoja de Benidorm se encuentran diapirizadas.

Existen buenos afloramientos donde se pueden hacer observaciones puntuales de esta unidad, así como de su relación con el subyacente, en las vertientes de los ríos Algar y Guadalest. Merecen destacarse los afloramientos que se cortan por las carreteras de Callosa d' En Sarriá a Fuentes del Algar y de Polop a Callosa d' En Sarriá, en los desmontes de la autopista Valencia-Alicante (en varios puntos), y en la vertiente sur del río Guadalest antes de desembocar en el río Algar.

En el primero de los lugares citados se ha levantado la columna estratigráfica 06-FUENTES DEL ALGAR donde se han medido 60 m. de unas brechas poligénicas de colores rojizos, con cantos imbricados de tamaño variado, y con matriz yesífera. Los cantos son prioritariamente de areniscas de grano fino y limolitas, yeso y dolomías del Triásico. Se presentan en cuerpos de aspecto masivo y base erosiva. Hacia el techo del tramo se observan formas canalizadas de poca extensión lateral, rellenas de cantos, dispersas en una masa brechoide desorganizada.

- La interpretación sobre el origen de estos materiales es compleja debido a tres hechos fundamentales.
- Ausencia de buenos afloramientos para hacer estudios detallados de la serie.

- La litología, en su mayor parte procedente del Triásico, dificulta la diferenciación entre ambos materiales.
- La elevada tectonización regional hace difícil sobre el terreno la continuidad de las observaciones.

Los factores que hemos considerado más importantes a la hora de emitir un juicio sobre el origen y formación de un depósito de estas características son los siguientes:

- Los cantos que constituyen las brechas poligénicas son fundamentalmente de carácter blando, es decir, cantos arcillosos y limolíticos que implican escaso transporte y en masa.
- La composición de los materiales en un porcentaje muy elevado del Triásico, requiere unos relieves próximos de esta facies que den lugar, mediante su destrucción, a estos depósitos.
- La existencia de bloques, en ocasiones de gran tamaño, incluidos entre los materiales de esta unidad, sugieren el carácter viscoso del sedimento que hace aumentar la capacidad de transporte "por flotación" de bloques de considerable tamaño, favorecido por una pendiente acusada.
- La intercalación a techo de la unidad de margas con fauna marina implican, que en esta zona al menos, la deposición tuvo lugar en zonas próximas a la costa.

Este tipo de procesos son frecuentes en aquellas zonas donde el área madre aporte gran cantidad de sedimentos finos, existan fuertes pendientes y descargas rápidas y violentas. La desaceleración de un flujo de este tipo es incapaz de sedimentar su carga de forma selectiva. El resultado final es un depósito de brechas desorganizadas con abundante matriz de tamaño lutita y de textura no grano sostenida ("matriz support") que incluye clastos de grandes dimensiones. Se tratarían de depósitos de transporte en masa del tipo "debris flow".

Asociados a esta unidad se han diferenciado en la cartografía aquellos bloques (olistolitos) más representativos, y cuyo tamaño permitían su representación. Según su composición, y de la posibilidad de asignarlos a un tramo cartográfico determinado, se han individualizado los siguientes:

- Bloques de ofitas (21): solamente han sido reconocidas estas rocas incluidas en la unidad (20), nunca en los afloramientos del Trías. La mayor parte de ellos, han sido explotados como áridos para carreteras: éste es el caso de los que afloran a 1 km. al NE de Polop.
- Bloques de dolomías laminadas y tableadas (22): correlacionadas con la Facies Muschelkalk, aunque no existen afloramientos de esta edad en la región. Asimismo, son explotadas para áridos, siendo el más representativo el afloramiento acanterado situado a 2 Km. al NO de Altea. Existen otros bloques de estas rocas dispersos en la masa de la unidad (20), al SE de Callosa d' En Sarriá.

- Bloques de calizas y calcarenitas del Cretácico inferior (23): como en los casos anteriores, se encuentran dispersos en bloques irregulares de colores amarillentos en superficie, y grises en corte. Los que han sido reconocidos pertenecen al Aptiense y Albiense.
- Bloques indiferenciados (24): se han englobado en este apartado aquellos bloques que, cartografiados sobre fotografía aérea, no han sido reconocidos "in situ", o habiéndose reconocido en campo no se ha podido determinar su pertenencia a alguno de los casos anteriores.

b. Megabrechas de margas y margocalizas. Fm. Guadalest (25). Bloques (26) y (27). Langhiense-Tortoniense

En esta unidad cartográfica se han englobado una serie de afloramientos de margas y margocalizas brechoides que se encuentran bien representados en la esquina N de la hoja de Benidorm (entre Polop y Guadalest) y en los parajes de Jardines de Alhama y Sierra de Altea (al sur de Sierra de Bernia).

Está constituida por una serie de margas y margocalizas de tonos amarillentos y blanquecinos, grisáceos en corte, de aspecto desorganizado y brechoide, con bloques incrustados en la masa lutítica. Estas características son equivalentes a las descritas en las unidades (14) y (17), por lo que no se descarta que parte de los materiales de la unidad (25) engloben sedimentos anteriores.

Ha sido reconocida en las columnas estratigráfica 07-Guadalest, 09-Barranco del Canet y 10-Peña Roc, levantadas la primera por la carretera de Callosa d' En Sarria a Guadalest (entre los kilómetros 6 y 7), y la segunda y la tercera por la carretera de Polop a Guadalest y de esta por la Pista a Peña Roc. Se ha medido una potencia estimada en 450 m., ya que por sus características litológicas es muy difícil pronosticar la posible repetición de la serie.

Del estudio de estas columnas se concluye que tanto los materiales que la conforman, las escasas estructuras visibles ("ripples", "flaser" y "slumps") como los fósiles que contienen, son heredados y corresponden a sedimentos previos, que han sufrido una acumulación en forma de coladas masivas y caóticas, en los taludes originados por las fallas lítricas, facies Tipo B₁ (ver Fig. 2).

El contenido fosilífero, de cerca de 30 muestras analizadas en estos sedimentos, es muy abundante, datando distintos pisos del Cretácico superior (Campaniense-Maastrichtiense), del Paleoceno y del Eoceno inferior y medio, incluso dentro de un mismo levigado. Es importante destacar, que ningún ejemplar corresponde a niveles más altos del Eoceno superior, ni se mezclan con fauna del momento en que se produjo la sedimentación.

Incluidos en las margas se han individualizado en la cartografía grandes bloques de calizas oligocenas (26) y cretácicas (27), deslizados.

También asociados a la unidad margosa del Mioceno en la zona de Calpe, existen grandes bloques deslizados (olistolitos), algunos de ellos de gran extensión superficial, como los que coronan la Sierra de Oltá y el Peñón de Ifach. Los materiales que los constituyen, son las calcarenitas del Oligoceno, probablemente procedentes de la Sierra de Bernia, patinadas a favor

de las margas miocenas. En la base de estos bloques en la zona de Oltá se han clasificado fósiles del Eoceno y del Mioceno inferior.

c. Calcarenitas amarillentas y margas (28). Langhiense-Tortonense

En la Población de Altea, por la pista que sube del cementerio al cerro próximo se cortan 30 m. de margas blanquecinas, con bancos de hasta 1 m. de espesor de calcarenitas, hacia el techo los niveles carbonatados se hacen más frecuentes y más potentes. A estos tramos se han asociado las calcarenitas amarillentas, de aspecto esquistoso, que afloran al sur de La Nucia, y que se encuentran actualmente en explotación como material de construcción. No se descarta que el afloramiento de La Nucia pueda ser de una edad posterior, cosa que no se ha podido comprobar con el resultado de la fauna que contiene.

Al microscopio son intrabioesparitas con 10% de intraclastos, 35% de fósiles y 55% de esparita.

Los levigados han permitido clasificar: *Catansydrax dissimilis* (CUSHM y BERM), *C. stainforth* (BOLLI, LOEBL y TAPP), *Sphaeroidina bulloides* (D'ORB), *Globigerina venezuelana* (HEDBERG), *G. praebulloides* (BLOW), *Cassigerinella chipolensis* (CUSHM y PONTON), *Golobigerinoides triloba* (REUSS), *G. inmatura* (LE ROY), *G. sacculifer* (BRADY), *G. altiapertura* (BOLLI), *G. primordius* (BLOW y BANNER), *Globorotalia siakensis* (LE ROY), *G. semivera* (HORNIBROOK), *G. pseudokugleri* (BLOW), *G. (T.) obesa* (BOLLI), *G. kugleri* (BOLLI), *Globoquadrina globosa* (BOLLI), *G. dehiscens* (CHAMP, PARR y COLLINS), *Dorothia subglabra* (GÜMB), *Vulvulina cf. pennatula* (BATSCHE), *V. spinosa* (CUSHM), *Pseudoglandulina aequalis* (REUSS), *Siphonodosaria nutalli* (CUSHM y JARVIS), *S. curvata* (CUSHM), *S. plicosuturata* (DERV), *S. verneuli* (D'ORB), *Bolivina tectiformis* (CUSHM), *Pullenia bulloides* (D'ORB), *Globobulimina perversa* (CUSHM), *Cibicides subtenuissimus* (NUTT), *Chiralogonium tenuicostatum* (CUSHM y BERM), *Siphonogenerina multicostata* (CUSHM y JARV), *Uvigerina rustica* (CUSHM y EDW), *U. gallowayi basicordata* (CUSHM y RENZ) y *Cassidulina subglobosa* (BRADY), del techo del Aquitaniense a Burdigaliense inferior.

Corresponden a depósitos de facies Tipo A₁ de una plataforma carbonatada.

d. Conglomerados (29). Tortonense

En las proximidades de Polop, por la pista del cementerio que discurre paralela a la carretera que va a Callosa d' En Sarria, así como en la urbanización Santa Clara (a 1,5 Km. al oeste de Altea La Vieja), existen dos pequeños afloramientos de conglomerados de cantos redondeados, de 3 a 8 cm de diámetro mayor, algunos presentan huellas de perforación por serpúlidos.

Se han asociado entre sí y con el resto de los depósitos Miocenos, descritos en el apartado anterior, aunque no existe constancia de estas correlaciones, y podrían corresponder a sedimentos más recientes.

Se interpretan como depósitos de una playa de gravas.

2.2.2.5. Conglomerados calcáreos de matriz arcillosa (30). Plioceno

Estos materiales afloran en la carretera de Alicante a Valencia, al sur del Mascarat. Están constituidos por niveles conglomeráticos, masivos, de cantos subangulosos de caliza, de tamaño máximo 30 cm, alternando con tramos de lutitas rosadas y rojizas.

Se les ha asimilado al Plioceno por consideraciones regionales.

2.2.2.6. Cuaternario

Los depósitos cuaternarios de la hoja de Benidorm se han dividido en dos grupos: continentales y marinos, dependiendo de su génesis.

La edad de estas formaciones se ha efectuado mediante dataciones radiométricas absolutas (ver capítulo Neotectónica) o bien por correlación con otros materiales cuaternarios cercanos y pertenecientes al mismo contexto geográfico y climático.

a. Carbonatos. Costras calcáreas (31). Plio-Pleistoceno

Esta formación se localiza en el cuadrante NE de la hoja, culminando los relieves terciarios (Mioceno superior), calizas aflorantes en esta zona: cerro El Moro, Alto de Hombres, etc.

Su extensión es difícil de calcular debido a su fuerte estado de degradación, acusado por la intensa actividad antrópica (laboreo, construcciones) a la que están sometidas estas áreas.

El espesor es variable, pudiendo alcanzar los 50 cm siendo el contacto con la unidad terciaria muy irregular.

Litológicamente está formada por la alternancia de distintos tipos de facies: nodulosos, pulverulentos, bandeados de distinta potencia.

Generalmente el conjunto presenta a techo el desarrollo de un suelo pardo-rojizo con abundantes procesos de bioturbación.

Se le atribuye una edad Plioceno-Pleistoceno inferior atendiendo a criterios estratigráficos.

b. Cantos y gravas con matriz arcillo-arenosa y costras calcáreas. Glacis (32), Pleistoceno inferior (33) Pleistoceno superior (34) y (35). Pleistoceno superior-Holoceno

Los depósitos cuaternarios tipo glacis se encuentran muy bien representados en la hoja de Benidorm, situándose al pie de los fuertes relieves que jalonan el área: Sierra de Cortina, Monte Ponoch, y Cerro del Puig-Campana al Oeste y Sierra de Bernia al Norte.

Ocupan gran parte del cuadrante suroccidental de la hoja, así como la mitad Noreste del área, alcanzando potencias en el primer caso de más de 50 cm.

En su composición predominan los cantos y gravas heterométricos de naturaleza caliza, angulosos a subangulosos, con moda 5-10 cm y centil observado hasta 30 cm, y tamaños que aumentan hacia las zonas de raíz. La matriz arcillo-arenosa de colores rosáceos a beige, aparece en una proporción aproximada de 80/20 (80% cantos y 20% matriz).

Presentan estructuras internas, como paleocanales estratificación cruzada, cicatrices de reactivación, secuencias granodecrecientes de distinto espesor, etc.

Se han podido, asimismo, diferenciar distintos niveles de glacis encajados y superpuestos, cuyas características internas varían sensiblemente, como por ejemplo el tipo de matriz (más arcillosa o arenosa), de presencia de costras carbonatadas generalmente va asociada a niveles más antiguos.

A veces se han observado buzamientos o basculamientos anómalos en estas formaciones superficiales, causados por una actividad neotectónica reciente.

El fuerte grado de antropización existente en la zona así como los procesos externos de erosión, hacen que en ocasiones estos depósitos se encuentren degradados, por lo que se han diferenciado en la cartografía geológica como tales.

Se les ha asignado una edad Pleistoceno inferior-superior.

c. Gravas con matriz arcilloso-arenosa. Terrazas (36). Pleistoceno superior (37) y (38). Holoceno.

De escaso desarrollo, este tipo de formaciones superficiales, se ubican en los valles del río Algar y Guadalest.

Se ha diferenciado un sistema de terrazas de 3 niveles, constituidos por 2-3 m de gravas imbricadas de calizas, subredondeadas con centil 15-20 cm y moda de 3-5 cm, con matriz limo-arcillosa de color beige a rojizo.

Destaca la mezcla de depósito de terraza de origen continental con depósito de terraza de origen marino en la desembocadura del río Algar en la parte centro-oriental de la costa.

La edad de estos materiales es Pleistoceno superior-Holoceno.

d. Cantos con matriz limo-arcillosa. Conos y abanicos aluviales. (41). Pleistoceno superior-Holoceno

Se extienden al pie de monte Ponocho, de Sierra Helada y de la Sierra de Oltá principalmente.

Litológicamente el depósito está compuesto por canto heterométricos angulosos, dispuestos caóticamente, de centil 25 cm y moda 8-10 cm, tamaños que aumentan hacia las zonas próximas a los relieves a los que se asocian. Presentan matriz margo-arenosa y margo-arcillosa en las zonas más distales.

La potencia supera los 10 m, observándose secuencias grano positivas de unos 1,5 m en algunos puntos, así como encostramientos carbonatados locales.

Normalmente este tipo de formaciones culmina con una cobertera edáfica de unos 0,5 m a 1 m, con importantes procesos edáficos actuales.

Edad: Pleistoceno superior-Holoceno.

e. Limos y arcillas con cantos. Depósitos de aluvial-coluvial. Arcillas y arenas con cantos. Depósitos de arroyada (18). Holoceno

Se han cartografiado pequeñas zonas en el cuadrante centro-oriental de la hoja.

Se trata de materiales en cuya composición litológica predominan los limos y arcillas que engloban gravas y cantos dispersos sin organización interna. Su espesor es escaso, mayor de 1,5 m.

Los depósitos de aluvial-coluvial y los de arroyada se diferenciaron en función de la morfología, estando los segundos asociados a amplios cauces abandonados. Ambos están ligados a procesos morfogenéticos de clima árido, arroyada y gravedad fundamentalmente.

La edad es asimismo, Holoceno.

f. Arcillas y limos. Zonas endorreicas. Holoceno

Estos depósitos se localizan al S de la Nucia y en el municipio de Calpe.

Se trata de lutitas y limos de tonos pardos a beige, de reducido espesor pese a la ausencia de cortes.

Corresponden a pequeñas depresiones de origen kárstico en un caso y de origen mixto (salinas) en el caso de las de Calpe, sometidas a procesos de encharcamiento.

La edad es Holoceno.

g. Cantos con matriz limo-arcillosa. Coluviones. (46). Holoceno

Se han cartografiado en el mapa geológico los depósitos de ladera de mayor espesor y extensión superficial.

Estos depósitos se componen de cantos angulosos, dispuestos caóticamente, y englobados en una matriz arcilloso-arenosa.

Se localizan en las laderas de los principales relieves del área: Monte Ponocho, y Sierra de Bernia, y asociados a los relieves invertidos de los depósitos de glaciares, participando de las características litológicas de los mismos.

El espesor de los coluviones puede llegar a los 3 m. Se les asigna una edad Holoceno.

h. Cantos sueltos heterométricos. Derrubios de ladera, canchales (47). Holoceno

Se trata de depósitos superficiales localizados en las vertientes N y sur de la Sierra de Bernia, formados por cantos calizos sueltos, heterométricos, sin matriz y afectados por importantes procesos de gravedad, debido a su posición de inestabilidad.

Edad Holoceno-actualidad.

i. Arcillas y limos con cantos. Meandros abandonados (49). Fondos de valle (50). Holoceno

Esta unidad cartográfica engloba tanto a los sedimentos de cauces activos (Algar, Guadalest) como a los tramos de cauces abandonados, así como a los rellenos de los valles de fondo plano, situados en el ámbito de la Hoja, y con dinámica de aportes mixto entre aluvial y de laderas.

El aluvial de los ríos Algar y Guadalest, está formado por gravas y cantos bien redondeados, arenas y arcilla, mientras que los rellenos de los valles son depósitos de limos y arcillas de tonos paraos que engloban cantos de calizas y areniscas, con organización interna.

Su edad es Holoceno.

j. Arenas con conchas y gravas sueltas. Playas actuales (43). Dunas degradadas (44). Arenas con conchas y gravas cementadas. Playas fósiles (39). Holoceno

Estos depósitos de origen marino se extienden a lo largo de toda la costa, destacando por su longitud y amplitud, las de Poniente y Levante en Benidorm las del Albir y Altea y la playa de la Fosa, en Calpe.

Desde el punto de vista litológico se diferencian 2 tipos de playas:

- Arenosas; caracterizadas por la acumulación de arenas de grano muy fino con restos de conchas.
- De gravas; en cuya formación intervienen gravas y cantos con morfologías planares, arenas y restos de fauna marina.

Se han localizado asimismo en la cala de los Basetos y en el pueblo de Calpe afloramientos de arenas y restos de conchas cementados, pertenecientes a antiguas playas emergidas actualmente con respecto al nivel del mar.

Morfológicamente se ha podido diferenciar una pequeña zona cerrando posteriormente la cala de Morales, en el Cuadrante SO de la hoja, con las mismas características litológicas que las playas arenosas, pero con un suave relieve, por lo que se cartografió como restos de dunas, fuertemente degradados por la intensa presión antrópica a que están sometidas.

k. Gravas y arenas cementadas, terrazas marinas. (40). Pleistoceno superior-Holoceno

Este tipo de depósitos se encuentran bien representados en la playa de l' Olla al N de Altea, donde se ha podido diferenciar 2 niveles: uno de 1 m aprox. compuesto de cantos homogéneos de caliza de 5-8 cm de media, matriz biocalcareníta y cemento carbonatado y, otro situado debajo del anterior de las mismas características, pero con menos restos de fauna marina, esto es, con matriz mas arenítica (ss) y cemento asimismo carbonatado.

RÍOS GARCÍA et al (1958) en la Memoria Geológica de Altea (MAGNA, serie antigua) citan, además, la existencia de restos de terraza marina en el costado SE de la Sierra Helada de reducida de extensión y formada principalmente por areniscas calizas.

Esta terraza tiene aparentemente rumbo y buzamiento de unos N 30E-15N, y se sitúa a unos 170 m sobre el nivel del mar, lo que hace suponer la existencia de movimientos neotectónicos de gran importancia, afectando a este sector de la costa.

3. TECTÓNICA

3.1. MARCO TECTÓNICO REGIONAL

La hoja de Benidorm (30-33) está situada en el extremo nor-oriental de las Cordilleras Béticas, en el dominio del Prebético Interno.

Las Cordilleras Béticas constituyen la parte más occidental de la Cadena Alpina Mediterránea. Forman los relieves meridionales de la Península Ibérica, alineados en dirección ENE-OSO, y sus estructuras se continúan por el mar hasta las Islas Baleares, al ENE y por la Cordillera Rifeña, en África al Sur, por medio de un acusado giro en la zona del Estrecho de Gibraltar. Su límite septentrional lo constituye la Cuenca Miocena del Guadalquivir en el sector oeste, el Hercínico de la Meseta y su cobertera tabular en la parte central, y el extremo SE de la Cordillera Ibérica en la zona oriental.

Atendiendo a criterios estratigráficos, estructurales y de interpretación paleogeográfica, el orogéneo bético se subdivide en diversas unidades geológicas (AZENA et al, 1979 y GARCÍA HERNÁNDEZ, 1980). En primera aproximación se distinguen fundamentalmente dos grandes conjuntos estructurales yuxtapuestos.

Las Zonas Externas, al Norte, constituidas por una banda de pliegues y cabalgamientos del antepaís del orogéneo que afectan a rocas autóctonas o parautóctonas mesozoicas y cenozoicas esencialmente no metamórficas que constituyeron el anterior margen continental ibérico. Su estructura se caracteriza por el despegue de la cobertera respecto al zócalo hercínico, que no llega a aflorar.

Las Zonas Internas, al Sur, que no presentan un despegue generalizado de la cobertera, llegando a aflorar extensamente rocas triásicas y pretriásicas con estructura muy compleja, en la que predominan los apilamientos de mantos vergentes al NN, la esquistosidad y el metamorfismo.

La hoja de Benidorm está situada en el extremo oriental de las Zonas Externas. Como ya se ha comentado, en las Zonas Externas no afloran materiales paleozoicos, sino solamente la cobertera despegada principalmente a favor de los materiales plásticos del Triásico. Se diferencian dos dominios paleogeográficos en función de variaciones estratigráficas, especialmente en las series jurásicas y cretácicas.

- Zona Prebética, al Norte, con materiales mesozoicos depositados en medios marinos someros, costeros y continentales. Atendiendo principalmente a la posición y envergadura de las lagunas estratigráficas, así como a la posición de la línea de costa durante el Jurásico terminal y Cretácico inferior, y teniendo en cuenta algunas consideraciones tectónicas, en esta zona se distingue un Prebético Externo, al Norte, caracterizado por la existencia de una laguna estratigráfica que afecta a una gran parte del Cretácico inferior y que indica la emersión del área durante amplios intervalos de tiempo en aquel periodo, y lo mismo sucede en el Paleógeno. Al Sur de esta zona la sucesión estratigráfica es más completa y potente, con emersión solamente en el

Eoceno superior-Oligoceno inferior; es el Prebético Interno, donde está ubicada la hoja de Benidorm.

- Zona Subbética, situada al Sur de la anterior, con facies de medio marino pelágico durante la mayor parte del Mesozoico (a partir del Lías medio) y del Paleógeno. La diferenciación entre Prebético y Subbético se realiza en el Lías medio, en una etapa de fracturación generalizada que origina un accidente que individualizará ambos dominios. Distintos autores han realizado subdivisiones dentro de esta zona en función de las características de las series jurásicas y del emplazamiento de superficies de cabalgamiento. A grandes rasgos, el Subbético cabalga sobre el Prebético, pero el contacto es difícil de delimitar, debido a la existencia de materiales de características intermedias entre ambos dominios, cabalgantes sobre el Prebético y cabalgados por el Subbético. Son las Unidades Intermedias, estudiadas por RUIZ ORTIZ (1979 y 1980), caracterizadas por la presencia de turbiditas en el Jurásico y Cretácico. En la hoja de Benidorm no está representado el Dominio Subbético, pero el sector comprendido al Sur de la localidad de Altea y limitado al Norte por el diapiro de Altea se viene asignando al Dominio Intermedio, aunque a veces se incluye en el Prebético (DE RUIG, 1992). En el sector oriental de la Cordillera el Subbético está ausente, y el Prebético (incluyendo las Unidades Intermedias) limita directamente con la Cuenca del Elche, situada sobre las Zonas Internas, a través de la Falla de Crevillente-Alicante. El límite sur del Subbético es el límite entre Zonas Externas e Internas, de marcado carácter tectónico.

Generalmente se admite que el conjunto orogénico bético-balear y los relieves norteafricanos rifeños tienen un origen común debido a la colisión y movimientos relativos de la Placa Ibérica, la Placa Africana y una pequeña placa intermedia, la Placa de Alborán, que se introduce como una cuña entre ambas. Según este esquema, las zonas Externas béticas corresponderían al antiguo margen continental de la Placa Ibérica, mientras que las Zonas Internas provendrían, en su mayor parte, de la Placa de Alborán. PINEDA (1985) encuentra dificultades en este modelo y propone un encuadre geodinámico alternativo sin Placa de Alborán, en el que la orogenia se debe al desarrollo de desgarres dextrales como continuación oriental de la falla transformante de Azores-Gibraltar, unidos a la expansión del fondo mediterráneo en el Mar de Alborán, que explicaría la presencia de corteza continental adelgazada. Sin embargo, se sigue manteniendo la existencia de la Placa de Alborán en trabajos más recientes (SANZ DE GALDEANO, 1990 y DE RUIG, 1992).

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

3.2.1. Introducción

La estructura general de la Zona Prebética, donde se encuadra la mayor parte de la hoja de Benidorm, viene determinada por el despegue de la cobertera a nivel del Triás. Esta cobertera se encuentra plegada y fracturada, con pliegues de dirección dominante OSO, que presentan una acusada virgación entre Hellín, Alcaraz y Cazorla. La vergencia dominante es NNO, y la directriz principal, se encuentra afectada por fallas direccionales transversales (N 120-150°E), en general con desplazamiento dextral, especialmente en el arco estructural Cazorla-Hellín. Otro aspecto destacable es la presencia de abundantes diapiros de materiales triásicos que perforan la cobertera y que, en numerosos casos se alinean a favor de grandes fracturas direccionales (DE RUIZ, 1992).

NOBEL y RONDEEL (1988) proponen una subdivisión de la Zona Prebética en compartimentos de Oeste a Este debido a variaciones laterales importantes de la estructura y su relación con las unidades tectónicas adyacentes. Según estos autores, el compartimento más oriental (Prebético de Alicante) limita al Oeste con la falla de dirección NO-SE de Vinalopó, asociada a grandes intrusiones diapíricas.

En el Prebético Oriental apenas afloran grandes cabalgamientos, pero es muy probable su existencia en el subsuelo de la parte más meridional, estimándose un acortamiento mínimo de 18 a 22 Km. (DE RUIG, 1992) entre el Macizo de Caroc y la costa alicantina meridional. El grado de deformación y la complejidad aumentan hacia el Sur, y en el Prebético Interno el plegamiento es fuertemente disarmónico debido a despegues secundarios en las margas del Cretácico inferior y en las margas y arcillas del Maastrichtiense-Eoceno inferior.

La hoja de Benidorm está surcada por estructuras de plegamiento y fallas que siguen las directrices generales de la Cadena (OSO) en la parte meridional. Esta orientación es manifiesta en el sinclinal de Villajoyosa y en la estructura de Finestra Altea, que, sensiblemente paralela y próxima al gran accidente de Crevillente-Alicante, presenta carácter francamente cabalgante hacia el Norte en buena parte de su recorrido por la Hoja. También presenta una orientación similar, aunque más NE-SO, la alineación de Sierra Helada.

3.2.2. Sierra de Bernia

En la parte septentrional de la Hoja, sin embargo, las estructuras presentan orientación ONO. El borde Sur de la Sierra de Bernia se encuentra jalonado por fallas muy verticalizadas con esta orientación (fallas de Callosa y El Algar), mientras en la parte septentrional, la falla de Bernia, con desplazamiento normal, limita esta alineación estructural con el sinclinal de Calpe, de orientación similar. DE RUIG (1992) sostiene que estos pliegues pueden relacionarse genéticamente con la Cadena Ibérica, ya que son paralelos a la misma y continuación de ella. Sin embargo, este autor destaca que, al contrario que en el Prebético Externo, no hay estructuras de interferencia Bético-Ibéricas. Únicamente hay tránsitos graduales locales, como sucede con la terminación NO del anticlinal de Aixorta (próximo a la Hoja y prolongación de S. Bernia), que gira paulatinamente hacia la orientación bética en la Sierra de Serrella. Este mismo autor relaciona estas estructuras ONO con un sistema de fallas dextrales subparalelas a los ejes de los pliegues. Así, el borde septentrional del diapiro de Altea correspondería a una falla dextral subvertical que limitaría los pliegues de Aixorta y Bernia por sus flancos meridionales. Este accidente podría responder a la existencia de una estructura de zócalo preexistente que condicionó la paleogeografía y la sedimentación al menos durante parte del Cretácico superior y Paleógeno, y que fue reactivado posteriormente en régimen de transpresión.

La vertiente meridional de la Sierra de Bernia, al Norte de Altea la Vieja, presenta cierta complejidad estructural; los cretácicos dibujan un pliegue anticlinal complejo limitado al N y S por fallas muy verticales, la estructura de este sector parece originada por un empuje vertical de naturaleza diapírica (Keuper) más que por una compresión lateral (MOSELEY, 1973 y 1990). Algo similar sucede con la Sierra de Almedia, al Norte de Callosa d' En Sarriá.

3.2.3. Sierras de Aitana y Cortina

Al NO de la Hoja, en Peña Roc, se encuentra la terminación NE de la estructura de Sierra Aitana, de orientación bética, que afecta a materiales oligocenos y miocenos. La directriz

bética es más evidente en los relieves de la Sierra de Cortina (al Sur de Finestrat) y en los situados al Sur de los mismos (sinclinal de Villajoyosa). La sierra de Cortina está constituida, en líneas generales, por una estructura anticlinal ENE en capas cretácicas cuyo borde septentrional es un contacto subvertical por falla con el Keuper del diapiro de Finestrat, y cuyo borde meridional también presenta indicios claros de hallarse tectonizado. Esta estructura tiene un núcleo de Keuper que puede haberla acentuado y complicado mediante una cierta actividad diapírica, al igual que en Sierra Bernia. La prolongación hacia el ENE del conjunto estructural Sierra de Cortina-Diapiro de Finestrat constituye una estrecha franja tectonizada en dirección a la localidad de Altea que, en ocasiones, se resuelve en un contacto entre Cretácico y Keuper o Cretácico y Oligoceno, de carácter cabalgante en algunos sectores. Al Sur de esta alineación los materiales se vienen asignando al "Dominio Intermedio" entre el Prebético y el Subbético, si bien en trabajos recientes se asimila este dominio a la Zona Prebética (DE RUIG, 1992). Esta parte presenta una disposición general en sinclinal ENE (Sinclinal de Villajoyosa) a lo largo de casi toda su extensión, afectando incluso al Mioceno inferior.

La zona de falla de Finestrat-Altea es una estructura asociada al gran accidente de Crevillente-Alicante, poco más al Sur, que separa las Zonas Externas de las Internas. El carácter dextral de este conjunto de estructuras ENE a partir del Mioceno superior (ESTÉVEZ et al, 1991), se manifiesta en la aparición de cuencas de "pull-apart", localmente intruidas por Keuper (diapiro de Finestrat), según DE RUIG (1992).

3.2.4. Sierra Helada

En el flanco SE del Sinclinal de Villajoyosa se encuentran los relieves Cretácicos de Sierra Helada, de orientación NE-SO, una estructura monoclinal con buzamiento de 30°, al NO, separada del sinclinal de Villajoyosa por una posible falla de orientación similar, ligeramente oblicua a la directriz ENE general del sector, que levanta su labio SE.

3.2.5. Diapirismo

Hay dos grandes asomos diapíricos de evaporitas y arcillas triásicas en la Hoja: el diapiro de Altea, en la parte centro-septentrional, y el de Finestrat, en el borde occidental. Forman parte de un conjunto de diairos del Prebético Oriental que parecen concentrarse en un sector coincidente, de forma aproximada, con el dominio de facies hemipelágicas del Jurásico superior muy delgadas (150 m) comparadas con los 300-500 m de la plataforma portlandiense al NE del mismo (DE RUIG, 1992).

MOSELEY et al (1981) sugieren que ambos diairos han ascendido a favor de fallas de desgarre complementarias ONO y N-S. RODRÍGUEZ ESTRELLA (1977) y AZEMA (1978) consideran que la ubicación de los diairos está controlada por fallas en el basamento. GARCÍA RODRIGO (1960, 1965), RONDEEL y VAN DE GAAG (1986) y DE RUIG (1992) sostienen que el ascenso diapírico se inició por fallas distensivas.

El diapiro de Altea, de gran extensión, está limitado en su borde septentrional por una estructura anticlinal ONO compleja, limitada a su vez por fallas opuestas en N y S. Esta estructura está compuesta, a grandes rasgos, por dos fallas en relevo que hundan su bloque meridional (fallas de Callosa y El Algar) y una falla que hunde su labio septentrional (falla de Bernia) al menos en el área que comprende la Hoja. MOSELEY (1973 y 1990) ya advierte una serie de anomalías estructurales y estratigráficas en el borde SSO de la Sierra de Bernia, que le hacen invocar un origen diapírico y no compresivo para esta estructura. En el presente trabajo se

considera que esta estructura ha ascendido favorecida por el comportamiento diapírico de su núcleo triásico y forma parte del borde septentrional del diapiro de Altea. El desarrollo de este diapiro ha desestabilizado la sedimentación marina desde, al menos, el Cretácico superior. En efecto, el actual afloramiento triásico se halla recubierto en una gran extensión por depósitos de material resedimentado procedente de diversas unidades estratigráficas mesozoicas y terciarias, desde el propio triásico hasta grandes olistolitos de calizas eocenas y oligocenas. La abundancia de "slumps" en el Cretácico superior de este sector de las Béticas se interpreta como una desestabilización precoz de la superficie de sedimentación submarina debido a la formación de estructuras domáticas incipientes en esa época que más adelante darían lugar a los grandes diapiros. LECLERC y AZEMA (1976) observan pequeñas cantidades de resedimentados triásicos en las calizas del Albiense sup.-Cenomanense del Norte de Agost, que constituyen la manifestación más antigua de extensión diapírica de Trías en el Prebético Oriental.

El estudio detallado de los depósitos de material resedimentado en el entorno del diapiro de Altea muestra que este se desarrolló fundamentalmente durante el Oligoceno y Mioceno.

El otro diapiro presente en la Hoja es el de Finestrat, del cual sólo una pequeña porción entra en el área estudiada. Su borde meridional presenta rasgos comparables al borde septentrional del de Altea (estructura anticlinal de materiales cretácicos limitada al N y S por sendas zonas de falla subverticales), lo que apoya la idea de que la estructura de la Sierra de Cortina se debe también al ascenso diapírico de los materiales plásticos triásicos. Sin embargo, DE RUIG (1992) sostiene que el diapiro de Finestrat tiene su origen en la formación de una zona de relevo distensivo ("pull-apart" entre fallas transcurrentes dextrales de orientación bética desarrolladas durante el Serravaliense. En la porción de diapiro que entra en la Hoja no se aprecian depósitos que lo fosilicen y es difícil establecer la edad de su formación y desarrollo. No obstante, en las inmediaciones de Finestrat (Hoja de Villajoyosa) se advierte la presencia de resedimentados triásicos sobre el Keuper, como en Altea. La datación de estos depósitos daría una idea más fiable de la edad del diapiro, que podría ser tan antiguo como el de Altea.

Los relieves del macizo de Puig Campana (en sentido amplio), situados inmediatamente al Norte del diapiro de Finestrat, a caballo entre las hojas de Benidorm y Villajoyosa, se interpretan en este trabajo como resultado de la acumulación de "olistones" kilométricos de rocas jurásicas, cretácicas y miocenas (aquitanenses al menos), al igual que hacen MARTÍNEZ DEL OLMO et al (1985) que los consideran olistolitos intramiocenos depositados en condiciones de contorno, generados por halocinesis en lo que llaman el "estrecho y casi cubierto (por los olistolitos) sinclinal de Finestrat".

Ligados también a la dinámica diapírica se encuentran los grandes "olistones" de Sierra de Oltá, Peñón de Ifach, y Colina del Sol, al Norte de la alineación Sierra de Bernia-Sierra de Toix. Son rocas oligocenas deslizadas en las margas del Mioceno medio-superior.

3.3. EVOLUCIÓN TECTÓNICA

La historia de la deformación en esta zona ha de contemplarse en el encuadre de la evolución del Mediterráneo Occidental, ya que se reconoce una compleja interacción entre la tectónica (SANZ DE GALDEANO, 1990). De hecho, en el Mediterráneo occidental de cabalgamientos bética y el "rifting" en la Cuenca Mediterránea Occidental (SANZ DE GALDEANO, 1990). De hecho, en el Mediterráneo occidental coexistieron zonas de extensión y acorta-

miento durante el Neógeno (BANDA y SANTANACH, 1992; COMAS et al, 1992). En conjunto, las sucesivas etapas de acortamiento y extensión en el Prebético de Alicante forman parte de un proceso de deformación esencialmente continuo, caracterizado por la propagación del frente de cabalgamiento bético y los márgenes de cuenca extensionales del Mar de Alborán (DE RUIG, 1992).

El marco evolutivo regional está basado en AZEMA et al (1979) y VERA et al (1982) para el Mesozoico, DE RUIG et al (1991), DE RUIG (1992) y GEEL et al (1992) para el Paleógeno, y MEGIAS et al (1983) y DE RUIG (1992) para el Neógeno. Se distinguen las siguientes etapas:

3.3.1. Mesozoico

Durante el Trías y parte del Jurásico se constituye el margen del Sur de Iberia debido a un proceso de "rifting" continental relacionado con la apertura del Atlántico Central y del Mar Ligur. Es una etapa de subsidencia relativamente uniforme en la que se da el tránsito del dominio continental-transicional (Triásico) a plataforma marina carbonatada somera (Jur. inf.-medio) en el Prebético Oriental. La primera diferenciación en dominios sedimentarios se produce en el Lías sup. (Pliensbaquiense), cuando un accidente tectónico separa el Prebético (plataforma) del Subbético (dominio pelágico) (GARCÍA HERNÁNDEZ, et al 1980).

El proceso de "rifting" se intensifica en las béticas durante el Jurásico superior y Cretácico inferior mediante la fragmentación de la plataforma prebética. Se diferencian dominios paleogeográficos limitados por fracturas NE-SO y NO-SE. La parte septentrional del Prebético emerge en el Portlandiense superior hasta el final del Barremiense y hay actividad de numerosas fallas sinsedimentarias durante el Valanginiense-Barremiense. El "rifting" es activo principalmente durante el Oxfordiense-Barremiense, de forma episódica, mientras que durante el Aptiense-Albiense medio sobreviene una etapa de relativa tranquilidad tectónica, con subsidencia uniforme.

Durante el Cretácico superior se desarrolla una importante etapa distensiva generalizada que origina la aparición de fallas sinsedimentarias E-O y NNO-SSE, particularmente concentradas en una estrecha franja entre Elda, Jijona y Altea (DE RUIG, 1992), activas durante el Cenomaniense y fosilizadas por el Senonense inferior, aunque la geometría establecida siguió condicionando la sedimentación durante todo el Senonense. Esta fracturación distensiva facilitó los ascensos diapíricos (hay extrusiones submarinas de Trías) y, por consiguiente, la desestabilización de las pendientes, de lo cual da testimonio la proliferación de fenómenos de "slumping" en el Senoniense de la hoja de Benidorm.

3.3.2. Paleógeno

En el límite Cretácico-Terciario se produce la rápida emersión de la plataforma del Prebético Externo. La línea de costa permanecerá fija (controlada por falla) hasta el final del Paleógeno cerca del anterior límite plataforma/talud.

Durante el Paleoceno y Eoceno inferior la plataforma del Prebético Interno es muy inestable y está casi totalmente erosionada o removilizada, dando lugar a frecuentes olistostromas, turbiditas y "slumps". Aunque éste es un hecho generalizado en todo el Prebético, en la zona estudiada el fenómeno parece especialmente intenso (no hay ningún afloramiento Paleógeno "in situ"), quizás debido a una acentuación de la inestabilidad de la plataforma por efecto del ascenso diapírico del Trías.

En el Eoceno superior y Oligoceno se desarrollan fallas sinsedimentarias y otras estructuras que indican una actividad tectónica, particularmente intensa en el NE del Prebético de Alicante durante el Oligoceno, relacionable con una compresión NE-SO ligada a la formación de la Cordillera Ibérica, muy próxima a este sector. En la zona de Altea es, fundamentalmente en este periodo, cuando se producen frecuentes resedimentaciones triásicas y olistolitos en las inmediaciones del diapiro. Solamente la parte superior del Oligoceno parece haberse depositado en condiciones de relativa tranquilidad por el tránsito a distensión.

3.3.3. Neógeno

Durante el Oligoceno superior se produce un cambio progresivo de compresión o desgarre a distensión, situación que se correlaciona con el "rifting" de la Cuenca de Valencia y la Cuenca Provenzal, y que se mantiene hasta entrado el Aquitaniense. Esta distensión regional origina fallas normales subperpendiculares a los pliegues oligocenos y algunas subparalelas. DE RUIG (1992) sitúa en esta etapa las primeras extrusiones diapíricas generalizadas (fallas de Vinalopó, Altea), pero, al menos en Altea, y quizás también en Finestrat la extrusión principal ya tuvo lugar en el Oligoceno, según se desprende de la cartografía de la zona de Altea.

El emplazamiento de los mantos béticos cabalgantes sobre el margen meridional ibérico, en el Aquitaniense superior, cambia bruscamente el régimen tectónico a una compresión generalizada NNO que se manifiesta en la generación de pliegues ENE que van propagándose hacia el Norte y que también tiene su repercusión en la Cordillera Ibérica Oriental (SIMÓN, 1989). Esta situación se prolonga hasta el final del Langhiense, con rotación progresiva regional de la dirección de compresión máxima de NNO a NO. Es en esta etapa cuando se producen los grandes olistolitos del Norte de Sierra de Bernia (S^a Oltá, Peñón de Ifach y Colina del Sol), acompañados de nueva extrusión diapírica, con posible funcionamiento dextral de la estructura de Bernia.

En el Langhiense terminal la dirección regional de compresión llegó a ser ONO y el prebético Oriental pasó a ser una zona trasgresiva dextral en la que se originaron cuencas romboidales de "pull-apart", alguna de las cuales, según DE RUIG (1992), fue intruida por triásico, dando lugar a diapiros de nueva generación (Finestrat). Los datos existentes en la presente hoja no permiten precisar más, pero apuntan a la posibilidad de que el diapiro de Finestrat sea anterior y esta situación trasgresiva haya contribuido a modificar su geometría y tamaño. Durante esta etapa (Serravaliense-Tortonense inferior) se produce el cabalgamiento del Subbético sobre el Prebético en dirección ONO.

Los procesos posteriores, ligados a la propagación hacia el Sur de las fases y desgarres del Norte y Centro de Europa a través del litoral peninsular, pertenecen ya al ámbito de la Neotectónica.

3.4. NEOTECTÓNICA

Son múltiples los efectos de la neotectónica, no solo sobre la morfología del paisaje sino directamente sobre los materiales de esta época, allí donde éstos están presentes.

Inmediatamente al Sur de la ciudad de Alicante, se sitúa el gran accidente de Cádiz-Alicante (o de Crevillente) de dirección N 70°E, que tanta importancia ha tenido en el desarrollo geodinámico reciente de la Cordillera Bética, alrededor de este accidente son numerosas las

microfracturas, estriar, fibras y micropliegues afectando a materiales de la época neotectónica. Igualmente, en las cercanías del mismo, existen formaciones cuaternarias con cantos estriados.

Al Sur de este sector existen cuencas sedimentarias muy recientes rellenas de potentes series plio-cuaternarias, en las que son frecuentes las deformaciones. Surrecciones como los del Cabo de Santa Pola son frecuentes, así como áreas subsidentes, entre este y la zona de Alicante. Pliegues de dirección E-O son frecuentes en los episodios o terrazas marinas cuaternarias en la Albufera, y entre esta y la playa de San Juan. Obedecen a esfuerzos comprensivos casi N-S.

Inmediatamente al N del accidente de Crevillente, en la Plana de Alicante y depresión de S. Juan, donde están presentes formaciones de la época neotectónica; también son frecuentes las estructuras tectónicas que las afectan, desde la zona costera en Correr del Mar, donde playas antiguas se inclinan hasta 32° hacia el Sur, hasta el borde Norte de la depresión. En esta región, después de la regresión fini-miocena se creó una cuenca orientada O-E que se fue hundiendo, y donde se acumularon sedimentos lacustres pliocenos, y potentes abanicos cuaternarios. En esta formación son frecuentes las ondulaciones (pliegues o inflexiones) producidos por compresiones de dirección casi N-S. El hundimiento del centro de la depresión de S. Juan parece continuar hasta la actualidad. Tanto el Plioceno, como el Pleistoceno se hundían hacia la bahía de S. Juan.

Otra comarca donde están presentes terrenos de la época neotectónica, sobre todo de edad cuaternaria, es el pasillo tectónico existente entre Altea y Villajoyosa, limitado por las fallas de dirección NE-SO; del norte del N de sierra Helada, y la de Finestrat, al Sur del Puig Campana y S^a. Orqueta. El análisis de la estructura que afecta a estos materiales indica también una compresión casi N-S. El sistema de desgarré que afecta a Sierra Helada, implica una compresión casi N-S, y una distensión casi E-O. Al Sur de la Sierra de Bernia los análisis indican una compresión NNE-SSO.

En el resto de la región escasean los materiales pertenecientes a la época neotectónica. La complejidad en la estructura de fracturación y plegamiento, y la falta de dataciones, hace difícil separar las deformaciones neotectónicas de las previas a estas, incluso de los heredados que han rejugado con movimientos recientes. Por esta, razón solo las anomalías geomorfológicas, y por supuesto una buena correlación con las mismas, pueden indicarnos la actividad reciente de ciertas fallas.

Es conveniente también indicar que los efectos halocinéticos de materiales plásticos, en especial el Trias en facies Keuper, pueden intervenir deformando no solo a terrenos anteneotectónicos, sino a materiales pliocenos y cuaternarios, como parece suceder en los alrededores de Altea.

Durante los primeros estadios de la época neotectónica, con una compresión NO-SE, y la importante implantación del sistema transcurrente Trans-Alboran, de carácter levógiro, los deslizamientos a un lado y otro de la falla Cádiz-Alicante dan lugar a escamas vergentes al N-NO, originando áreas del tipo del que se dibuja en esta región entre las fallas casi E-O y las NNO-SSE, "Arco de Jijona".

Todo este proceso va acompañado por una rotación antihoraria de las estructuras, como resultado de un efecto de arrastre a lo largo de la banda de cizalla. El despegue de la cober-

tera prebética a partir de su base triásica, trae consigo la removilización de este Trías, que nuevamente se inyectó en fracturas y fallas.

El cambio de dirección de la compresión máxima hacia un rumbo casi N-S, provoca el bloqueo y posterior funcionamiento, como desfases levógiros de accidentes que en su origen tenían carácter de desgarres dextros, tal y como sucede con el sistema N 70°E, de Cádiz-Alicante, que, por efecto del giro antihorario, puede adoptar en algunos sectores dirección N 45°E. Estos accidentes juegan ahora como fallas inversas o desgarres levógiros.

Las fallas de dirección NO-SE, que en su origen tenían carácter levógiro actúan, ante la dirección de esfuerzos más recientes reconocido (N-S), como falla de desgarré dextros y sobre todo como fallas normales.

Los análisis estructurales realizados sobre cantos estriados en los sectores de Elche y Alicante (LÓPEZ CASADO et al 1987) muestran la presencia de esfuerzos compresivos alternativos E-O y N-S que debieron de actuar durante el Plioceno Superior y el Pleistoceno. El registro más evidente corresponde a esta última dirección.

Se pueden deducir de las observaciones realizadas:

- Que la existencia de falla de distinta orientación parece actuar en régimen diverso, según sea la dirección del esfuerzo dominante en cada momento.
- Que, aunque situadas en un régimen compresivo, las deformaciones producidas durante la época neotectónica, muestran más claramente viables los efectos debidos a distensión que a compresión.
- Que estos movimientos compresivos y distensivos corresponden en último término a aceleraciones y desaceleraciones del acercamiento África-Iberia, o más bien a movimientos E-O (es una cuestión aún discutida).
- Que el sistema compresivo general se resuelve en este sector mediante un régimen desgarrante, donde si bien existe una dirección de compresión máxima (aquí sería N-S), perpendicular a ella coexiste una dirección de distensión máxima (aquí E-O), de no menos reflejo en la forma de las cuencas y en los perfiles del paisaje. A esta distensión se le podrían añadir reajustes isostáticos que favorezcan aun más la deformación vertical.

ANOMALÍAS GEOMORFOLÓGICAS

La neotectónica ha dominado la organización del relieve y el paisaje en esta región del Levante español, dando lugar a formas jóvenes. Ante la dinámica cuaternaria se han producido excavaciones o acumulaciones, dependiendo en parte de los tipos de movimientos neotectónicos.

En la realización del mapa neotectónico, se ha considerado mucho la cartografía geomorfológica de los depósitos de edad cuaternaria, en la que se intenta representar no solo las diferentes unidades geomorfológicas (abanicos, glaciés, terrazas, playas, superficies, etc.) sino las relaciones espacio-temporales que existen entre ellos. Ello posibilita el detectar las anomalías geomorfológicas que se producen en una región tectónicamente activa como la presente.

- Anomalías ligadas a escarpes y líneas de fallas
- Anomalías ligadas a la red de drenaje
- Anomalías ligadas a las formas del depósito
- Anomalías ligadas a la depresión geométrico/espacial de las formaciones superficiales.

ANOMALÍAS LIGADAS A ESCARPES Y LÍNEAS DE FALLAS:

Son muy comunes los escarpes de falla, o la falla ligada a la red de drenaje, o las que desplazan las crestas del relieve. En la mayoría de los casos corresponden a desplazamientos verticales de los bloques, ya sea por fallas normales o mixtas. En algunos casos corresponden a falla en dirección.

En ocasiones estas fallas afectan a terrenos cuaternarios, o dan lugar a frentes montañosos rectilíneos, o que presentan un escarpe de falla aun sin erosionar, donde los apex o vértices de los abanicos aluviales no presentan golfos o entrantes, como ocurre en el borde Sur de la Sierra de Menechaor, al NE de Calpe y al Norte de Villajoyosa, al SE de la Sierra de Orcheta.

Planos de falla degradados en forma de facetas triangulares, por los arroyos o cauces que drenan el desnivel generado, pueden observarse al SE de la Sierra de Menechaor, al NO de la Carrasqueta, al Oeste de la Sierra de Orcheta, dando casa al pueblo del mismo nombre, y al Sur de esta misma sierra hacia S. Jorge. También pueden observarse al Este de Gijona y en la Sierra de la Grana, a la altura del Caserío de Borteions. Fallas que desplazan la línea de crestas se pueden observar al Sur del Barranco de Arch (SO de la Bodigueta).

ANOMALÍAS LIGADAS A LA RED DE DRENAJE:

La red de drenaje presenta numerosas anomalías, cuya relación con la actividad neotectónica no siempre es muy clara.

Existen valles colgados como en el Horno de Toix (Altea). La adaptación de la red de drenaje a falla preexistente o de nueva creación es muy frecuente en los barrancos y arroyos que atraviesan la región.

Los encajamientos anómalos por incisión brusca de la red de drenaje, suelen estar relacionados con actividad neotectónica local a regional, y son frecuentes en la región, pudiendo observarse en: el Arroyo de Torremanzanas, unos 2 Km. al Sur de Gijona, el río de la Torre entre Torremanzanas y Gijona, el Arroyo del Imadornio a la altura del Embalse de Relley, y en este mismo arroyo entre la Sierra de Orcheta y la costa.

A veces existen cambios bruscos en el perfil longitudinal del río, tal y como ocurre en el Arroyo de Torremanzanas al Sur de Gijona, o inflexionan bruscas en la dirección de la red de drenaje, como al NO de la Carrasqueta.

ANOMALÍAS LIGADAS A LAS FORMAS DEL DEPÓSITO:

A veces se observan buzamientos o basculamientos anómalos en las formaciones superficiales, causadas por la actividad de fallas, tal y como ocurre en la zona de la Albufereta-Cabo de Huerta, claramente basculada hacia el Norte.

Pliegues anticlinales y sinclinales, así como flexuras, son frecuentes en las formaciones superficiales cuaternarias, tanto en los alrededores de Alicante (áreas de Muchamiel, la Albufera, y S. Juan), como en Villajoyosa, Benidorm y Alfaz de Pi.

ANOMALÍAS LIGADAS A LA DISPOSICIÓN GEOMÉTRICA/ESPACIAL DE LAS FORMACIONES SUPERFICIALES:

Entre estas destacan: la superposición de abanicos aluviales, el encajamiento de los mismos y la disposición a distintas cotas de los depósitos de playas antiguas cuaternarias.

La superposición de los abanicos está causada por una elevada subsidencia en la zona de depósito, o por una tasa (le elevación del frente montañoso superior a la tasa de encajamiento de los arroyos que lo drenan, algo así ocurre en la zona de S. Juan de Alicante.

Cuando la subsidencia es pequeña en la zona de depósito, y la tasa de elevación del frente montañoso es inferior a la del encajamiento de los arroyos, se produce el encajamiento de los abanicos aluviales, como ocurre al N y NO de Benidorm, al Sur del Cerro Cortina.

En todo el litoral alicantino existen numerosos episodios de playas, dunas y flechas litorales, correspondientes a distintas etapas cuaternarias, algunas de ellas estar afectadas por pliegues, como en la Albufereta. Sobre la base de la datación absoluta mediante métodos radiométricos, y la diferente cota de los depósitos a lo largo del litoral, se ha podido establecer la tasa de movimientos (en observación o subsidencia) para los últimos tiempos en la zona costera.

OTROS DATOS EN RELACIÓN CON LA NEOTECTÓNICA

Conviene señalar aquí la posibilidad de reactivación de cierto diapirismo ligado a las manchas del Trías, reactivación no necesariamente ligada a la neotectónica.

Tasa de sedimentación muy alta al S de Alicante (S de la Falla de Crevillente), en el área de S. Juan, evoca una relación con subsidencias neotectónicas.

Algunos manantiales termales, con temperaturas de hasta 38° como el de Agua de Busot, o Cabezo d'Or, indican la existencia de grandes fracturas con profundas raíces.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA

La hoja de Benidorm se sitúa en la costa este de la Península Ibérica (costa Blanca) integrada en su totalidad en la provincia de Alicante.

La región posee un régimen climático de carácter mediterráneo, pero con rasgos semihúmedos, cuyas temperaturas medias anuales son del orden de 16-17°C y precipitaciones de 350-500 mm.

Desde el punto de vista fisiográfico puede dividirse el territorio en 2 unidades principales: por un lado la costa o litoral y por otro los relieves internos y depresiones.

La costa queda delimitada al sur por los abruptos acantilados de Sierra Helada que cierran la bahía de Benidorm junto a los relieves de Castilla (166 m) y Torrevigía (143 m).

Al Este se abre una gran ensenada, limitada por la sierra Helada al sur y Sierra de Toix al N. Asimismo, los verticales acantilados de esta sirven de cierre a la ensenada de Ifach por el sur, mientras que por el norte lo hace el Peñón de Ifach (332 m).

El resto de la costa norte incluida en la hoja de Benidorm se caracteriza por la presencia de suaves acantilados labrados en los materiales calcáreos terciarios, alternando con pequeños entrantes o calas con depósitos de playas (cala de la Fosa, cala de Fustera, etc.).

El relieve interno es muy accidentado, puesto que alcanzan alturas de consideración a pocos kilómetros de la costa los cuales corresponden a las sierras de Bernia, Toix y Oltá al N; la Sierra Helada al SE y las estribaciones del Puig Campana al W, donde se alcanzan las máximas alturas, unos 1200 m.

Entre estas sierras, casi en el centro de la zona se extiende una planicie, que se conoce en la región con el nombre de la Marina, dotada de algunas elevaciones dispersas de menor importancia. Esta planicie desciende suavemente hasta el mar, con excepción de las zonas correspondientes a las sierras de Toix y Helada situadas en la misma costa.

Los principales cursos fluviales de la zona son el río Algar y su afluente el Guadalest que discurren por el centro de la hoja y desembocan al N de Altea.

El resto de la red fluvial es de escasa entidad y de circulación intermitente, desde la aridez de la región constituyendo una escasa red de valles de fondo plano.

Los núcleos de mayor densidad de población se sitúan en la costa del Mediterráneo. Benidorm, Altea y Calpe constituyen importantes centros turísticos nacionales, pero existen además grandes concentraciones de población en las numerosas urbanizaciones dispersas por todo el territorio, sobre todo las asentadas en las inmediaciones costeras.

Las principales fuentes de riqueza de la región son, aparte del turismo, posiblemente la mayor y más importante de pesca y de la agricultura, muy especialmente el cultivo de frutales, vid y almendros.

Paisajísticamente la hoja presenta una rica variedad de parajes naturales, desde su singular configuración orográfica, destacando los amplios acantilados y calas costeras en el litoral, así como los agrestes paisajes montañosos en el interior.

4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

Los primeros factores a considerar en el modelado de una región son la composición litológica del substrato y su estructura geológica, armazón que condiciona la distribución de los conjuntos orográficos principales. La interrupción de los procesos de dinámica fluvial, causantes de las labores de vaciado erosivo y acarreo de los materiales denudados así como los de dinámica litoral, constituyen la línea maestra de la evolución morfogenética reciente del área.

4.2.1. Estudio morfoestructural

La hoja de Benidorm presenta una relativa variedad litológica, con términos margo-arcillosos de poca resistencia en la erosión y términos de naturaleza carbonatada sobre los que se estructuran las grandes alineaciones montañosas, o sierras, siendo las crestas culminantes de las mismas, el rasgo morfoestructural, más característico de la zona.

Al NE, en la vertiente E de la Sierra de Bernia, en el barranco del Estret, la disposición de las capas calizas del terciario permite el desarrollo de morfologías tipo chevrons.

El cuadrante suroccidental del área está dominado por la inversión del relieve de las formaciones superficiales, cementadas con mayor resistencia ante los procesos erosivos que el substrato detrítico sobre el que se asientan.

Es asimismo característica la existencia de cerros cónicos y pequeños resaltes morfológicos dispersos en todo el centro de la hoja, debido a la persistencia de determinadas litologías más resistentes a la erosión (areniscas, calizas "incluidas" en términos margo-arcillosas de poca resistencia.

La disposición estructural y naturaleza litológica de los materiales condiciona la presencia de morfologías litorales tipo acantilado, se ubican a lo largo de toda la costa, destacando por su longitud y altura los que afectan a las sierra Helada, Sierra de Toix y Peón de Ifach.

Finalmente se han cartografiado alineaciones morfológicas con control estructural, definidas por la tendencia rectilínea de determinados tramos del río Estret, fundamentalmente, así como fallas normales con expresión morfológica afectando principalmente a la terra de Toix y Sierra de Oltá.

4.2.2. Estudio del modelado

4.2.2.1. Formas fluviales

Las acumulaciones de depósitos fluviales de la hoja de Benidorm están ligadas a los ríos Algar y Guadalest.

Se han diferenciado 3 niveles de terrazas asociadas al río Algar situadas a 1-2 m, 3-4 y 4-5 m respectivamente.

El río Guadalest, desarrolló 2 niveles correlacionables con las anteriores de +1-2 m y +3-4 m. En su margen izquierda, y ubicado en el límite norte de la Hoja, se desarrolla un pequeño meandro abandonado.

La arroyada es el factor básico de la intensa demanda, originando la formación de barrancos de incisión. Este proceso es especialmente significativo en Sierra Helada vertiente este, de Monte Ponocho, y Sierra de Oltá, lo que da lugar al depósito de los materiales acarreados a la salida de los barrancos en forma de extensos abanicos aluviales, superpuestos y solapados en el tiempo y en el espacio.

El marcado retroceso de los barrancos de incisión lineal origina la existencia de interfluvios a modo de aristas en las partes altas de los relieves a los que se asocian así como morfologías circulares a las que hemos denominado cuencas de recepción de torrenteras.

Además existen otras formas fluviales tales como gargantas y saltos de agua, en el tramo medio del río Algar. Consecuencia del contexto climático semiárido establecido en determinadas zonas deprimidas del área, se ha podido observar fenómenos de erosión subsuperficial o "piping", asociados a los depósitos margoarcillosos terciarios de algunos fondos de valle en el cuadrante sur. Se han cartografiado principalmente lugares de pérdida de drenaje superficial por procesos de infiltración en el Norte del barranco del Hirier.

4.2.2.2. Formas de ladera

Las laderas constituyen elementos fundamentales en la composición del paisaje, al proveer de aportes de agua y sedimento a la red de drenaje.

En la hoja de Benidorm se pueden distinguir dos tipos: aquellas laderas regularizadas de perfiles cóncavos que enlazan suavemente en su nivel de base lineal. Suelen estar tapizadas por una cobertera detrítica, generalmente de pequeño espesor. Cuando éste tiene cierta potencia, han sido cartografiadas como coluviones y por otro lado aquellas laderas relacionados con las sierras principales (Helada, Bernia, Oltá, Cortina y Monte Ponocho) donde se alcanzan las mayores pendientes de la hoja y donde los procesos activos de incisión y frentecionados son muy intensos, llegando a desmontarse casi por completo el regolito y presentándose generalmente desnudos. Constituye una excepción las laderas N y S de la Sierra de Bernia donde pese a su fuerte desnivel se pueden diferenciar depósitos de cantos sueltos, canchales, en estado de desequilibrio permanente.

En la ladera sur de Sierra Helada se puede observar el mismo fenómeno, distinguiéndose la calda de grandes bloques, dispersos a lo largo de toda la vertiente. Mucho de estos bloques son fruto de estado de retroceso que afecta al acantilado, acumulándose en su base.

4.2.2.3. Formas lacustres

Este tipo de morfologías se localizan en el municipio de Calpe (Salinas de El Salvador). Su origen viene marcado por la inclusión y retención de agua salobre procedente del mar en pequeñas zonas deprimidas que disfrutaban de un régimen endorreico y semiendorreico.

Se incluyen, asimismo, en este apartado depresiones de fondo plano y origen kárstico situadas al sur de la Nucia.

4.2.2.4. Formas litorales

Las morfologías de origen litoral adquieren gran importancia de la hoja de Benidorm, debido a la presencia de unos 35 Km. de costa mediterránea (costa blanca).

Dividimos éstas en dos tipos:

- Formas erosivas
- Formas acumulativas

Dentro de las formas erosivas de las características en este sector del litoral son los acantilados. La formación y desarrollo de un acantilado están condicionados por la estructura del sustrato, su inclinación, su litología y grado de fracturación, originándose con preferencia en series de materiales horizontales, verticales o con inclinación hacia el mar.

Destacan en este sentido, por su extensión, aquellos acantilados labrados en los materiales calizos cretácicos de Sierra Helada de mas de 100 m de altura, los desarrollados a favor de calizas (con inclinación en geológico) del Mioceno en la Sierra de Toix y el formado sobre calizas (norteados o inclinados) eocenos en el Peón de Ifach.

La litología y la fracturación del sustrato influyen notablemente en la formación de morfologías de menor orden. La acción química del agua salada sobre los materiales solubles carbonatados y diaclasados favorece el desarrollo de cuevas, arcos, islotes, etc.

Asimismo la alternancia de litologías de mayor y menor resistencia al oleaje condiciona la existencia de entrantes y salientes a lo largo de toda la costa.

Las formas de acumulación basan su existencia en el balance entre la cantidad de sedimentos que llega a la costa y la capacidad de las distintas corrientes para transportarlas mar adentro.

Si este balance es positivo, esto es, si existe acumulación de material detrítico en los entrantes, calas o ensenadas de la costa, da lugar a la formación de playas.

Las playas más importantes en la hoja de Benidorm pueden dividirse en arenosas y de grava dependiendo del tamal o de grano del material detrítico acumulado. Entre las primeras las más importantes por su longitud y extensión destacan las de Poniente y levante en Benidorm y la playa de la Fosa en Calpe. Existen además numerosas calas en el sector NE como la cola de Basetas, de la Fustere, la Caleta, etc. Las playas de gravas se distribuyen a lo largo de la costa desde El Albir hasta la Punta de Mascarat.

Una forma de acumulación presente en el área son las terrazas marinas. Adquieren gran relevancia al proporcionar información sobre la evolución histórica del límite de costa. Se han localizado depósitos de este tipo en los alrededores de Altea, diferenciándose 2 niveles con características litológicas similares, aumentando el contenido en restos de fauna marina en el nivel más moderno. Mención especial merecen los restos de playas antiguas que han quedado colgados unos 2 m. respecto al nivel del mar actual situados al N de la costa.

RÍOS GARCÍA et al (1958) citan la existencia de restos de terraza marina en el costado SE de la Sierra Helada de reducida extensión, y formado principalmente por areniscas, caliza y fauna marina. Este estaría situado a unos 170 m sobre el nivel del mar. Este hecho confirma la hipótesis de la existencia de movimientos tectónicos de gran entidad durante el periodo cuaternario.

4.2.2.5. Formas poligénicas

Se incluyen en este apartado aquellas formas y depósitos en cuya génesis interviene mas de un proceso formador.

De entre estas formas cabe destacar los valles de fondo plano, siendo los principales representantes el barranco de la Cala (al sur) y barranco de Pon Roig, y barranco del Quist en el extremo más oriental de la Hoja.

En la génesis de los depósitos de naturaleza limo-arcillosa que los rellenan intervienen aportes laterales, de índole coluvial, y aportes fluviales, siendo posiblemente importantes asimismo los de origen eólico.

Por otra parte, dada su morfología pinar y su litología favorable para el cultivo, hace que el sector antrópico tenga un gran efecto desde el punto de vista de la preservación, al controlar la dinámica de los procesos activos.

Se han cartografiado también unos depósitos de origen mixto tipo aluvial-coluvial, situados en zonas con topografías suaves, normalmente enlazando los fondos de valle con los coluviones.

De todos los depósitos de origen poligénico son los glaciares de acumulación los que alcanzan mayor desarrollo cartográfico en toda la hoja de Benidorm.

Presentes en el cuadrante sur occidental adquieren gran relevancia debido a su gran extensión y elevada potencia de depósito (> 20 m).

Se han diferenciado 3 niveles de características litológicas similares, salvo el mayor desarrollo de procesos de encostramiento carbonatados en los niveles más antiguos.

Se encuentran ligados a los escarpes de la Sierra Cortina y estribaciones orientales de Sierra de Orchena, librándose sobre los materiales detrítico-carbonatados cretácicos.

Aparecen asimismo niveles de glaciares de menor entidad, en el sector centro oriental, cuya área fuente corresponde a la Sierra de Bernia.

Por último hay que reseñar un importante nivel de costra calcárea culminando los niveles margo-carbonatados del terciario superior en el extremo oriental. Esta formación plio-cuaternaria está afectada por una fuerte actividad antrópica (construcciones) por lo que frecuentemente se encuentra muy degradado.

De origen poligénico puede señalarse el origen de un pequeño escarpe situado al NE de Peña Roc, al intervenir en su formación factores estructurales y antrópicos.

4.2.2.6. Formas kársticas

La formación de morfologías kársticas viene marcada por la presencia de un sustrato constituido por materiales solubles (carbonatados), sobre los que actúan procesos erosivos, principalmente.

Ambos factores confluyen en la zona este de la hoja de Benidorm, afectando a los materiales carbonatados Cretácicos de Monte Ponoch y Sierra Almedia, dando como resultado la aparición de morfologías tipo lapiaz, asociados a las laderas de los mismos.

Destaca la formación de dolinas de fondo plano, coincidiendo con las pequeñas depresiones donde se sitúan los fondos endorreicos descritos en el apartado de formas lacustres.

4.2.2.7. Formas antrópicas

Se han cartografiado en este apartado aquellas morfologías en cuya formación ha intervenido directamente el hombre, dando como resultado la modificación del relieve.

En este sentido destacan las canteras o explotaciones a cielo abierto, depresiones o huecos artificiales provocados por la extracción de áridos, así como los rellenos artificiales originados a raíz de la construcción de la autopista Alicante-Valencia.

4.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

En los apartados anteriores, así como en el capítulo de cuaternario, se ha realizado una descripción de las características litológicas y genéticas de las formaciones superficiales así como del contexto geomorfológico en que se sitúan con especial referencia a la morfogénesis.

4.4. EVOLUCIÓN DINÁMICA

La reciente evolución geodinámica del área que nos ocupa debe enmarcarse en un contexto geológico regional más amplio, cuyos antecedentes se remontan a una importante etapa de actividad tectónica durante el Neógeno, con formación de fallas y pliegues de direcciones NE-SO y depósito de materiales detríticos y carbonatados en las cuencas intramontañosas delimitadas por la Sierra Helada y Monte Ponoch afectados por una compresión casi N-S, fruto de una intensa actividad tectónica.

En este contexto, los procesos de erosión diferencial adquieren un importante desarrollo, favoreciendo la formación de distintas morfologías estructurales especialmente los cresterios que caracterizan a los principales relieves de la zona. Cabe señalar la existencia de niveles de costras calcáreas afectando a los materiales carbonatados del Mioceno superior, lo que indica unas condiciones climáticas de semiaridez con paradas locales en la sedimentación.

Tras esta etapa, los macizos que constituyen la Sierra Helada y el Monte Ponoch, así como Sierra Bernia más recientemente, se verán sometidos a importantes procesos de demudación, acentuados por la creciente actividad erosiva de la red fluvial. El resultado final es la sedimentación de un sistema de glaciares y abanicos aluviales. La génesis de estos depósitos debe enmarcarse en la alternancia de etapas climáticas cálidas y frías ocurrido a lo largo de los tiempos cuaternarios. Es característico el encajamiento de los mismos, lo que indica tasas de subsidencia bajas, y elevación del frente montañoso inferior al encajamiento de los arroyos.

Las últimas etapas acumulativas vienen representadas por los rellenos de los valles y depresiones kársticas, aluviales, aluviales-coluviales y coluviones. Todos ellos son coetáneos y su desarrollo corresponde al cuaternario reciente.

En este sentido se enmarcan los procesos erosivos más recientes que afectan al dismantelamiento de las cornisas calizas de la Sierra de Bernia, con la consiguiente formación de cantos sueltos en forma de canchales, transportados y acumulados en sus vertientes.

El desarrollo de la actual red fluvial marca el estado del relieve, afectado asimismo por una importante actividad neotectónica, que queda reflejada sobre todo, en la línea de costa.

Por este motivo, en este apartado se hace una mención especial a la evolución dinámica más reciente de la costa durante el Cuaternario.

La existencia de diversos episodios de playa y terraza y terrazas marinas con inclinaciones importantes a lo largo de la línea de costa, indican la existencia de modificaciones en la configuración de la misma sobre la base de detección absoluta mediante métodos radiométricos y la diferente cota de los depósitos a lo largo del litoral se ha podido establecer la tasa de crecimiento (en elevación y subsidencia) para los últimos tiempos en la zona costera.

Así, estos datos reflejan datos de elevación de hasta 3 cm en 1000 años afectando a todo el litoral que incluye la hoja de Benidorm.

4.5. MORFOLOGÍA ACTUAL Y SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

La morfogénesis actual en este sector de la costa mediterránea está marcada principalmente por los procesos litorales y los procesos denudativos en el interior.

Es conveniente señalar los efectos halocinéticos de materiales plásticos, en especial el Triás en facies Keuper, deformando los materiales tanto terciarios como cuaternarios.

Los procesos de piping son aún incipientes, pero funcionales en la actualidad, indicando un desequilibrio en los procesos de acumulación- evacuación, presentes en el relleno de los fondos de valle.

De cara al futuro, debe considerarse la acción antrópica el factor fundamental de cambios potenciales en las condiciones morfodinámicas actuales.

El fuerte incremento de construcciones a que se ven sometidas extensas zonas, sobre todo en los límites litorales y laderas de las principales Sierras (Bernia, y Monte Ponoch) unido a una intensa actividad agrícola presente en los valles del río Guadalest y Algar hacen que los cambios morfológicos del relieve se produzcan de un modo alarmante en la actualidad, previniéndose un aumento en épocas posteriores.

En este sentido cabe destacar, asimismo, la destrucción de la cobertura vegetal, acentuada con la construcción de la autopista del Mediterráneo, con la consiguiente modificación del delicado equilibrio entre los procesos de erosión y sedimentación.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

En la evolución paleogeográfica de la región, se distinguen dos grandes ciclos, con un marcado carácter tectónico y sedimentológico: de una parte del Ciclo Mesozoico-Paleógeno, y de otra el Ciclo Neógeno. Sin embargo el conocimiento de la evolución tectosedimentaria del Mesozoico y Paleógeno, es importante a la hora de describir la evolución e historia deformativa del Ciclo Neógeno.

Las variaciones de facies y espesor de la cobertera mesozoica-paleógena, las fallas sinsedimentarias y otras heterogeneidades, han tenido un efecto importante en la deformación y sedimentación neógena.

Existen autores que sostienen que las estructuras del zócalo, han influido en la evolución paleogeográfica del Mesozoico y Paleógeno, así como en el Neógeno. Pero pocos son los estudios que ligan las estructuras neógenas con las estructuras mesozoicas preexistentes.

En el aspecto estratigráfico FOUCAULT (1971) y AZEMA (1977), dividen el Prebético en dos subdominios. Un Prebético Externo al Norte y un Prebético Interno al Sur. El límite viene a coincidir con una "franja anómala" o estrecha zona de dirección NE-SO, que formaba una barrera, la cual separaba facies de "lagoon" y plataforma interna (P. Externo), de facies de mar abierto (P. Interno), todo ello durante el Cretácico superior. Esta zona se caracteriza por una potente serie de dolomías cenomanienses y la ausencia de sedimentos en el Senoniense inferior.

Como ya se apuntaba en el capítulo de Tectónica, existe una clara conexión entre el Prebético Alicantino y la Cadena Ibérica, ésta conexión se conoce como "dominio Valenciano" y que algunos autores lo incluyen dentro del Prebético Externo.

Teniendo en cuenta ésta serie de puntualizaciones, a continuación se describen las diferentes etapas tectosedimentarias que constituyen los ciclos anteriormente reseñados.

5.1. CICLO MESOZOICO-PALEÓGENO

Durante el Pérmico superior y Triásico inferior se produce, en la cuenca septentrional bética, el inicio de múltiples fases de "rifting", que continúan, al menos hasta el Jurásico inferior-medio. Estas fases dan lugar a la formación del borde sur de la Cadena Ibérica, afectando cada fase posterior a zonas cada vez más externas del margen y por consiguiente a zonas más internas de la cuenca prebética.

Mientras que en la Cadena Ibérica Sur, existe una gran acumulación de sedimentos del Pérmico superior-Triásico inferior (700 m de facies Buntsandstein, Sondeo de Jaraco-12), no aparecen sedimentos de esta edad en zonas externas del Prebético Alicantino. Es el Triásico medio (facies Muschelkalk), cuando la cuenca prebética comienza a subsidir, dando lugar a la trasgresión del Triásico medio, y a un proceso posterior regresivo, en el que se instalan medios transicionales de ambientes tipo "sabkhas", con gran cúmulo de depósitos arcillosos y evaporíticos, que constituyen las facies Keuper.

La existencia de coladas basálticas, de textura ofítica (diabasas), entre sedimentos del Keuper, se debe con toda probabilidad a procesos de "rifting" acaecidos durante las fases orogénicas del Jurásico superior-Cretácico inferior. Ejemplo de estas coladas son los "sills" que afloran

ran en el diapiro de Altea y que llegan a alcanzar los 50 metros de espesor. (MOSELEY et al, 1981).

El paso del Triásico al Jurásico inferior se realiza en condiciones de subsidencia uniforme dentro de la Cuenca, si bien no se conocen sedimentos del Jurásico inferior y medio en la zona externa prebética, a pesar de encontrarse en el Prebético Oriental (Sierras de Foncalent y Mediana). Estos sedimentos corresponden a dolomías gruesas con intercalaciones de calizas oolíticas y calizas de filamentos, pertenecientes al Liás medio-Dogger, representando episodios de sedimentación en mar abierto.

La sedimentación del Liásico y Dogger estaba condicionada por los procesos de "rifting" que se iniciaron en el Triásico inferior, alcanzando su punto más álgido en el Liásico superior (Pliensbachiense), con la diferenciación entre el dominio subbético en facies pelágicas, y el dominio prebético en facies de plataforma (GARCÍA HERNÁNDEZ et al, 1980).

Como sucede en el Jurásico inferior, tampoco se conocen sedimentos del Jurásico medio y superior dentro de la hoja de Benidorm. Sin embargo y a nivel de cuenca, el tránsito al Jurásico medio-superior, se realiza mediante un cambio brusco en las condiciones de la sedimentación, producidas a partir de una importante transgresión marina sobre el hiato del Calloviense-Oxfordiense inferior. Esta transgresión se caracteriza por la presencia de margas hemipelágicas y calizas nodulosas, reconocibles en la práctica totalidad del Prebético interno. Los sedimentos contienen ammonites y formas planctónicas del Oxfordiense superior.

Un nuevo cambio tiene lugar en la cuenca y la serie comienza a ser regresiva, con la aparición de medios someros constituidos por secuencias de margas, margocalizas y calcarenitas (Kimmeridgiense inferior). Sobre estas facies se depositan calizas gravelosas y oolíticas, que corresponden al Kimmeridgiense superior-Portlandiense inferior. Esta secuencia termina con la emersión de la plataforma del Prebético septentrional, durante el Portlandiense superior y continuando hasta el Barremiense. Por otra parte, la plataforma prebética interna seguía existiendo, si bien con una clara influencia continental, como lo demuestra la gran cantidad de sedimentos siliciclásticos intercalados dentro de los depósitos de edad Berriasiense. Estos sedimentos son más ostensibles durante el Valanginiense inferior, con la presencia de arenas calcáreas, calcarenitas y margas, aunque lateralmente y en dirección sur, estas plataformas siliciclásticas pasan a margas con ammonites y turbiditas arenosas.

A partir del Valanginiense superior, y durante todo el Hauteriviense, la plataforma prebética sufrió cambios sustanciales. Por una parte el Prebético Externo y el borde meridional de la Cordillera Ibérica, sufre una fuerte regresión en la que se depositan sedimentos mixtos (facies Weald), mientras que en el Prebético Interno no existe prácticamente sedimentación, apareciendo a lo sumo y localmente series condensadas en las que es frecuente la presencia de ammonites.

Es a partir del Barremiense superior, cuando se vuelve a reanudar la sedimentación en la cuenca, tras un largo periodo de no deposición. En la zona aparecen facies de plataforma, con gran variedad de medios, que van desde, los medios de "lagoon", en las que son dominantes "mudstones" y "wackestones" con miliolidos, a medios de plataforma externa, en los que abundan los "grainstones" de orbitolinas y algas, sirviendo de separación entre el "lagoon" y la plataforma abierta.

Durante el Aptiense inferior, en casi todo el Prebético Interno, la plataforma adquiere mayor profundidad y las facies que se depositan corresponden a margas y margocalizas con ammonites piritizados. Estos depósitos contienen un alto contenido en arenas y restos orgánicos.

Durante el Aptiense superior y Albiense la plataforma se generaliza, dando lugar a facies similares a las del Aptiense inferior, con mayor aporte de terrígenos, y a sedimentos carbonatados, con procesos de dolomitización.

A partir del Albiense superior y durante parte del Cenomaniense, la descarga de materiales siliciclásticos a la plataforma prebética alcanzó su máximo grado. La existencia de margas arenosas y de dolomías, así como grandes barras intrabioclasticas y oolíticas, caracterizan las facies de éste intervalo de tiempo. En áreas más meridionales de la plataforma prebética aparecen facies de prodelta, consistentes en alternancias rítmicas de margas y calizas nodulosas, ricas en terrígenos y muy bioturbadas, así como con abundante materia orgánica.

El techo de la secuencia suele presentar una tendencia estratocreciente, con abundantes cuerpos de calcarenitas con orbitolinas, así como estratificaciones cruzadas de gran escala.

La evolución tectosedimentaria del intervalo de tiempo transcurrido desde el Jurásico superior hasta el Cretácico inferior, incluido parte del Cenomaniense, viene marcada por un nuevo proceso de "rifting". El límite Calloviense-Oxfordiense, marca de nuevo una subsidencia diferencial en el Prebético Alicantino. Se forman cinturones de facies con direcciones NE-SO. En su parte septentrional (Prebético Externo), la cuenca emergía gradualmente durante el Valanginiense-Barremiense inferior, debido a la erosión o no sedimentación, mientras que en zonas meridionales (Prebético Interno), se situaba una plataforma carbonatada entre ambos dominios, que permaneció fija al norte de la denominada "franja anómala".

El establecimiento, de nuevo, de la sedimentación en el Prebético Externo, durante el Barremiense superior, coincide con el aumento de la tasa de sedimentación en el Prebético Interno. Ambos se correlacionan estrechamente durante todo el Aptiense inferior y medio, dado que en éste último intervalo de tiempo, existió una fuerte subsidencia en las dos áreas paleogeográficas.

La "tranquilidad tectónica" es el principal aspecto durante el Aptiense superior y Albiense. En este espacio de tiempo se da la mayor tasa de sedimentos en la plataforma del Cretácico inferior de todo el área prebética.

Durante el Cenomaniense inferior y Turoniense, vuelve a implantarse una fuerte transgresión, en la que aparece una distribución uniforme de facies. Esta transgresión fue simultánea a una fase de fracturación en bloques. En las partes bajas de los mismos, se depositaron potentes series de calizas con *Pithonellas* y nódulos de sílex, mientras que en altos fondos la sedimentación era más condensada.

La fosilización de las fallas por sedimentos del Senoniense, indica que la actividad tectónica cesó en el Turoniense superior, si bien la actividad del margen Prebético siguió condicionando la sedimentación durante todo el Senoniense.

Al sur de la denominada "franja anómala", el Senoniense adquiere un fuerte desarrollo y una gran tasa en la sedimentación, sobre todo durante el Campaniense medio-superior y Maastrichtiense.

El límite Cretácico-Terciario, se caracteriza en la región, por una rápida regresión y emersión de la plataforma carbonatada Senoniense (margas de equínidos), con un acusado desplazamiento hacia el sur de la línea de costa, quedando éste límite establecido en las proximidades de la "franja anómala". Por tanto la sedimentación marina paleógena se restringe, casi en exclusividad, al Prebético Interno.

La plataforma prebética emergida durante el Maastrichtiense-Paleoceno, estuvo seguramente sometida a erosión, ya que en la mayoría de los afloramientos eocenos descansan directamente sobre el Maastrichtiense. El contacto es erosivo y con un "hard-ground" glauconífero (Prebético Interno).

Durante el Eoceno medio y superior se desarrolla una estrecha plataforma carbonatada al sur de la "franja anómala" en las que se depositan facies de calizas "packstones" y "grainstones" de foraminíferos (nummulites) y calizas algales arcillosas (Sierra de Aitana). Generalmente, en la región, las series eocenas se encuentran bastante condensadas e incluso no llegan a aparecer.

La plataforma oligocena se instala sobre un evidente fondo de cuenca, ya que las relaciones estratigráficas de sus depósitos, con otros más antiguos, son muy variables. En el Prebético Interno Oriental, parte de las plataformas carbonatadas eocenas, han sido basculadas y levantadas, dándose la circunstancia de no existir sedimentación durante el Eoceno superior-Oligoceno. Posteriormente, esta plataforma fue nuevamente trasgredida durante el Oligoceno medio y superior.

Durante este periodo de tiempo, existe una fuerte actividad tectónica de carácter episódico en todo el Prebético Alicantino. Aparecen fallas sinsedimentarias y basculamientos, que condicionan, de forma ostensible la sedimentación, dando lugar a la aparición de una serie de discordancias angulares y progresivas, reconocibles en casi todas las zonas en donde aparecen estos depósitos.

5.2. CICLO NEÓGENO

A partir del Oligoceno superior y durante todo el Neógeno, la cuenca prebética sufre uno de los mayores paroxismos en su historia geológica.

La continua alternancia de periodos distensivos y compresivos, así como la relación tectónica-sedimentación, dividen la estratigrafía neógena en cinco etapas tectosedimentarias (que se conozcan), separadas por marcadas discontinuidades de carácter regional, y a nivel de toda la Cadena Bética. Sin embargo estas etapas que se reconocen a lo largo y ancho del Prebético Oriental, no son regionalmente sincrónicas. Todo esto es debido, por una parte a que el plegamiento no es un proceso instantáneo, y por otra a la existencia constatada de discordancias progresivas.

Las discontinuidades que existen a escala regional no se forman como respuesta a un sólo proceso, sino que intervienen otros de menor escala, como pueden ser las deformaciones locales.

La primera de estas etapas aparece después del plegamiento oligoceno, con directriz marcada NO-SE (formación de la Cordillera Ibérica) y durante el Oligoceno superior-Mioceno inferior (Aquitaniense). En ésta, acentúan las estructuras establecidas anteriormente, fallándose de nuevo los bloques oligocenos. Durante este periodo, se produce una intensa sedimentación detrítica, con gran acumulación de calcarenitas y margas, las cuales descansan discordantemente sobre formaciones anteriores.

Las estructuras y plegamientos con dirección NO-SE, establecidas durante los tiempos oligocenos, giran a direcciones ONU-ESE, a principios del Aquitaniense, quedando posteriormente enmascaradas por procesos de compresión, que fracturan la cobertera mesozoica y favorecen la extrusión del Triásico, con sus fenómenos diapíricos asociados.

Durante el Aquitaniense superior y después de una distensión regional, se produce la segunda gran etapa tectónica en toda la Cordillera Bética. Aparecen los primeros grandes cabalgamientos de las zonas internas, sobre el margen ibérico. Esta fase da lugar a un plegamiento ENE en todo el Prebético Alicantino. El resultado de todo este proceso trae consigo la aparición de una serie de cuencas, que determinan de una forma ostensible la paleogeografía durante la mayor parte del Neógeno.

La sedimentación en esta etapa orogénica es fundamentalmente transgresiva, sobre todo en la zona interna prebética, ya que el Prebético Externo debió quedar emergido hasta el Mioceno medio. En el Prebético Interno se produce una sedimentación carbonatada de tipo arrecifal importante, dando lugar a la aparición de grandes arrecifes de algas Melobesias, así como abundantes barras de destrucción o barras arrecifales.

Una fuerte ascensión del nivel del mar, es la característica principal de una nueva etapa tectosedimentaria, la tercera, que acontece a partir del Burdigaliense superior, desarrollándose a todo lo largo del Langhiense. Esta ascensión da lugar a una sedimentación de facies profundas, concretamente de margas hemipelágicas con frecuentes abanicos turbidíticos, en los que aparecen niveles localmente "slumpizados". Estos depósitos suelen presentarse en "on lap" sobre los grandes flancos de los anticlinales mayores y frentes de cabalgamiento.

En esta etapa se producen los primeros deslizamientos gravitacionales, distribuidos a todo lo largo del frente norte del Prebético Interno, dando lugar a grandes masas olistostrómicas. Todo esto es debido a una acentuación de las estructuras de dirección ENE-OSO, provocadas en gran parte por la aparición de los fenómenos diapíricos.

La sedimentación en el Prebético Externo, y en concreto al Norte de la "franja anómala" es de tipo continental, debido a que todavía ésta zona prebética estaría emergida. Sin embargo a partir del Serravaliense inferior y hasta el Tortoniense inferior se produce una nueva gran etapa, caracterizada por la aparición de facies hemipelágicas en toda la zona externa prebética, como consecuencia de una fuerte transgresión al Norte de la "franja anómala". La sedimentación en el Prebético interno se realiza a partir de depósitos de naturaleza turbidítica, sobre todo en las cuencas septentrionales de las grandes estructuras, en la que se produce una sedimentación de carácter turbidítico muy importante.

Esta sedimentación que se produce en esta nueva etapa, es visible al sur de la "franja anómala". Se deposita discordantemente sobre los materiales sedimentados en la anterior etapa. La mayoría de éstos sedimentos poseen gran cantidad de formas fósiles resedimentadas, procedentes de las plataformas meridionales anteriores a estas cuencas de sedimentación.

Estas cuencas se forman, desde el punto de vista tectónico, a partir de un cambio en la orientación de algunas de las estructuras de la Cadena Bética, y en concreto del Prebético Alicantino. Las direcciones NNO-SSE giran a ONO-ESE (Sierras de Aixorta y Oro). Las fallas 70 N giran a 100 N, originando pequeñas cuencas de "pull-apart", que son intruidas por el Triásico. Como consecuencia de ello vuelven a aparecer nuevas masas olistostrómicas, en las que se encuentran también implicadas las facies Keuper.

El final de esta etapa se caracteriza por la presencia de una sedimentación de ambientes someros, existente en todo el Prebético, y constituida por secuencias de margas, calcarenitas y calizas micríticas, muy ricas en fragmentos de briozoos, algas coralinas y pectínidos.

La última etapa reconocida en la región y que tiene expresión dentro de la hoja, aunque no de forma generalizada, es la que se produce en el intervalo de tiempo entre el Tortoniense y el Mesiniense.

Esta etapa marca la culminación del Plegamiento Prebético, en ella se establece una sedimentación preferentemente continental, debido a la emersión y distensión de toda la cuenca prebética.

La sedimentación se restringe a pequeñas cuencas intramontañosas, siendo su naturaleza de carácter fluvial o aluvial.

Durante esta etapa final, siguen existiendo fuertes movimientos de carácter distensivo, los cuales se reflejan de forma visible en la sedimentación de las facies conglomeráticas.

Los movimientos de carácter distensivo que anteriormente han sido citados se producen en zonas localizadas y de extensión reducida.

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1. MINERÍA Y CANTERAS

En general la actividad minera en el campo de la minería metálica o del carbón de la provincia de Alicante, es prácticamente nula, y desde el mismo punto de vista, la hoja de Benidorm, no reúne condiciones de excepción, si bien cabe señalar la presencia de mineralizaciones de hierro en el término municipal de Alfaz del Pi, y en concreto en las formaciones del Cretácico inferior de Sierra Helada.

En el aspecto de canteras y rocas industriales, la Hoja presenta mejores condiciones, dado que la mayoría de las unidades geológicas cartografiadas, son de naturaleza arcillosa y calcárea. Ambos materiales son en la actualidad objeto de explotación.

Al hilo de lo anteriormente expuesto, existen numerosos frentes de explotación en diferentes materiales dentro de la Hoja, y enumerando aquellos se puede comenzar por:

- Materiales arcillosos: Dentro de la hoja de Benidorm los materiales arcillosos en explotación, que se utilizan en la industria de la cerámica, generalmente son de carácter local. Los más utilizados son y han sido los materiales triásicos.

Explotaciones activas y abandonadas existen en numerosos puntos dentro de la hoja de Benidorm. De las primeras, destacan las existentes en las proximidades de la localidad de Callosa d' En Sarriá y también en las cercanías de Alfaz de Pí.

- Calizas: Son muy numerosas las explotaciones tanto activas como abandonadas, que existen dentro de la provincia de Alicante y en concreto en la hoja de Benidorm. Se utilizan en los campos de ornamentación, áridos de trituración, fabricación de cementos, etc. De todas ellas las más importantes y que en la actualidad se encuentran en funcionamiento, son las situadas en Sierra Helada, sobre las formaciones del Cretácico inferior, y las situadas al NO de la localidad de Altea, sobre los depósitos carbonáticos del Triásico en facies Muschelkalk. Ambas explotaciones son de calizas de naturaleza marmórea y se dedican para uso ornamental.

Otras explotaciones de materiales calcáreos para materiales de construcción, son las situadas al Sur de la localidad de La Nucia, estas a su vez se encuentran sobre afloramientos de las calcarenitas amarillentas del Langhiense.

- Yesos: Dado el carácter fluctuante de esta materia, en lo que se refiere a la demanda en el mercado, las explotaciones de yesos son muy variadas, localizadas y de pequeño tamaño. Su utilización generalmente es local.

La práctica totalidad de las explotaciones, tanto activas como abandonadas se encuentran sobre materiales de edad triásica, en general se explotan yesos versicolores, con predominio de blancos y grises, a veces de tonos rojizos.

Las explotaciones activas se localizan en el SO de la localidad de La Nucia, aunque existen una gran cantidad de frentes abiertos y posteriormente abandonados en las proximidades de Altea.

- Ofitas: Las explotaciones de ofitas se ligan a los afloramientos triásicos. En la hoja de Benidorm existen explotaciones ya abandonadas o de carácter intermitente como son las del N de Orcheta y las de las proximidades de la localidad de Callosa d' En Sarriá.
- Ocre: Existe una elevada concentración de ocre en las formaciones cretácicas de Sierra Helada, aunque su explotación es intermitente y su utilización es exclusivamente para uso de pinturas.

6.2. HIDROGEOLOGÍA

6.2.1. Características climáticas generales

La hoja de Benidorm (nº 848) se ubica en la parte centro-septentrional de la provincia de Alicante y sus características climáticas se pueden catalogar como subhúmedas, en yuxtaposición con zonas más meridionales, en las que el dominio climático es semiárido.

Los contrastes térmicos, tanto en la región como en la Hoja, son notorios. Así por ejemplo, sobresale la diferencia de los regímenes térmicos en las áreas montañosas y tierras interiores de ambiente continental, con las tierras próximas al litoral.

En la zona interior y más occidental de la Hoja, las temperaturas medias anuales varían entre

14° y 16°, con mínimos en las Sierras de Aitana y Aixorta, en las cuales los inviernos presentan temperaturas por debajo de los 0°. En contraste la zona litoral es bastante mas benigna, con medias anuales entorno a los 16° e incluso los 18°, con inviernos suaves (9°-12°), y sus mínimos rara vez descienden de los 0°. Los veranos suelen ser calurosos con temperaturas medias entre los 24° y 26°.

En lo que se refiere al régimen pluviométrico, a diferencia con la Hoja de Benissa, la hoja de Benidorm se encuentra en una zona de bajo nivel de precipitaciones. La localidad de Altea registra una media anual de 370 mm y Benidorm registra unos 344 mm de media, en contraste con zonas más septentrionales de la provincia donde se llega a registrar hasta 1.000 litros/m² (Sierras de la Carrasca y Mediodida, Hoja de Benissa).

A medida que se adquiere latitudes más meridionales, el régimen pluviométrico baja considerablemente, y dentro de la región, reciben mayores precipitaciones las laderas septentrionales de las alineaciones montañosas, expuestas a los frentes procedentes del Noreste.

En general las precipitaciones son máximas en otoño (Octubre), con un máximo relativo en primavera (Marzo-Abril) y a veces otro máximo en los meses de Diciembre y Julio.

Fenómeno de máximo interés, por los graves riesgos que conlleva, es la concentración temporal de precipitaciones en la zona. Estas concentraciones pueden ser de carácter estacional, mensual, diaria o mejor aún, horaria, por cuanto esporádicamente acaecen aguaceros de excepcional intensidad. Estos aguaceros se suelen producir en cortos intervalos de tiempo y llegan a duplicar el volumen medio anual de total de las precipitaciones que se recogen en los observatorios de la región, incluidos los de la hoja de Benidorm.

6.2.2. Características hidrológicas

Las condiciones del relieve en la hoja de Benidorm, así como en toda la región, determina una acusada fragmentación del ámbito en la que se encuentra y por consiguiente una diferenciación en las características hidrológicas.

La totalidad de los cursos fluviales que atraviesan la hoja de Benidorm, se encuentran dentro del ámbito provincial de Alicante. De entre ellos los más destacados son los cauces de los ríos Guadalest y Algar. Estos ríos son de corto recorrido, de acusada pendiente y de régimen irregular y desnaturalizado.

Junto a los ríos mencionados anteriormente, existe otra importante cantidad de arroyos y barrancos. Todos ellos responden a unas características pluviales típicamente mediterráneas, ya que aunque recorren zonas montañosas, la influencia de la nieve es nula.

Tanto el río Algar y su afluente el Guadalest, pertenecen íntegramente al régimen pluvial mencionado, mientras que el resto de los ríos que atraviesan la Hoja, presentan características de ríos-ramblas de rasgos mediterráneos semiáridos.

Los casos particulares de los ríos Guadalest y Algar, muestran una óptima alimentación subterránea, por lo que existen grandes tramos de estos cauces con escorrentía permanente. Para el caso del río Algar esta escorrentía es prácticamente total desde sus manantiales situados en las denominadas Fuentes del Algar.

En lo que se refiere a la calidad de sus aguas, se puede llegar a precisar que tanto el río Algar como el Guadalest, presenta una buena calidad en relación a su utilidad, siendo ambos cauces óptimos para el consumo humano.

Las principales características de estos ríos se resumen en los siguientes datos:

RÍO	LONGITUD (Km)	CUENCA (Km ²)	APORTACIÓN ANUAL MEDIA (Hm ³ /año)
Algar-Guadalest	(12 + 16)	216	41

En lo que se refiere al resto de los cauces que atraviesan la Hoja, se ha de precisar que debido a la irregularidad en las precipitaciones, así como a la escasa alimentación subterránea, se manifiestan, como ya se ha mencionado, como ríos-ramblas que dan origen a valles secos y con fuertes encajamientos en sus cauces.

No existe ningún embalse dentro de la hoja de Benidorm. Tan sólo cabe puntualizar la existencia del Embalse de Guadalest en las proximidades de la misma localidad y situado en la vecina Hoja de Alcoy. Es un embalse construido en este siglo y tiene una capacidad de 15 Hm³. En la actualidad se encuentra bastante aterrado, debido al aporte de gran cantidad de materiales arcillosos provenientes de las margas del Mioceno medio-superior en Facies "tap".

6.2.3. Características hidrogeológicas

Las características hidrogeológicas de la hoja de Benidorm, están condicionadas sin duda por sus rasgos geológicos y por su clima.

Los condicionantes geológicos de la Hoja son poco favorables a la acumulación de masas de agua en el subsuelo, debido a la gran cantidad de materiales impermeables que aparecen, sobre todo por la gran extensión de sedimentos triásicos en facies Keuper, los cuales ocupan casi las dos terceras partes de la extensión total de la hoja de Benidorm.

Sin embargo, tanto al Norte de la Hoja como al Oeste, existen formaciones favorables a la acumulación de aguas subterráneas, por la presencia de rocas carbonatadas permeables, lugares donde aparecen los mejores acuíferos. Estos, presentan características de extensión y almacenamiento óptimas. Se trata de acuíferos que aportan caudales altos, tanto en bombes como en surgencias.

La intensa fracturación que existe en las formaciones geológicas que aparecen en la Hoja, condiciona en grado sumo, que los acuíferos existentes dentro de ella, sean de extensión media a reducida. Sin embargo estos acuíferos, sirven hoy día de soporte al abastecimiento de agua potable a las localidades, tanto del entorno próximo como del litoral. Estas últimas presentan un fuerte incremento en la demanda en épocas estivales, debido al fuerte incremento de la población. Tales son los casos de Benidorm y Altea, que reciben agua de los sondeos realizados en las sierras septentrionales de la Hoja, así como de la vecina Hoja de Benissa.

Desde el punto de vista litológico, la mitad aproximada de las formaciones geológicas que aparecen en la Hoja, son propicias a la filtración y posterior almacenamiento. Entre todas ellas destacan las formaciones del Cretácico superior que aparecen, preferentemente en el ángulo noroccidental de la Hoja. En segundo lugar, y siembre en conexión con las anteriores formaciones, destacan las del Terciario inferior, así como ciertas superficies de depósitos cuaternarios situados en la parte meridional de la Hoja. Por último, y de menos importancia, son los acuíferos del Cretácico inferior y sobre todo el Neógeno, debido a la existencia de formaciones arcillosas y margosas de acusada impermeabilidad.

Al hilo de lo anteriormente expuesto, gran parte de la superficie de la hoja de Benidorm se encuentra ocupada por la presencia de formaciones arcillo-yesíferas del Triásico, así como por formaciones de naturaleza flyschoides del Terciario inferior (anticlinales de Orcheta). Estas formaciones dan lugar a acuíferos muy reducidos y/o con peores características hidrogeológicas.

Ya se ha comentado en el primer apartado, las características climáticas de la región y de la Hoja. Se mencionaba en él, que la pluviometría de la Provincia de Alicante se distribuye zonalmente, siendo considerada el área donde se ubica la hoja de Benidorm de índice pluviométrico medio.

Las lluvias ocasionales, a veces de carácter torrencial, junto a una elevada evapotranspiración, lo que unido a una escasa vegetación, ocasiona una escorrentía alta y una tasa de infiltración baja, salvo, en los afloramientos kársticos, presentes en las Sierras de Bernia e incluso en la Sierra de Aixorta. Estas sierras son las que reúnen las mejores características hidrogeológicas de la Hoja.

La calidad de los acuíferos se considera como buena. Son aguas bicarbonatadas cálcico-magnésicas de baja mineralización, por lo que son muy óptimas para el consumo humano.

En lo que se refiere al resto de las características hidrogeológicas, estas quedan reflejadas en el cuadro adjunto.

6.2.4. Manantiales y humedales

Aunque algunos manantiales se han secado, debido a la sobreexplotación de los acuíferos, surgen en la actualidad, muy esporádicamente, como consecuencia de la regulación a que están sometidos. En la hoja de Benidorm se dispone de un gran número de ellos, variando su caudal en base a las precipitaciones de la zona y del funcionamiento kárstico de las formaciones calcáreas.

En el esquema hidrogeológico adjunto (Fig. 4) se han representado de forma esquemática los manantiales de mayor entidad que aparecen en la Hoja, así como los acuíferos más importantes en la misma.

Además de las Fuentes del Algar, con su espectacular cascada, existen dentro de la Hoja otros manantiales de gran interés, como son La Fuente de los Chorros, en Polop, construida a partir de los manantiales de Garrofet y Cotelles, y en la que existen 221 caños, representativos de instituciones y entes territoriales, provinciales y comarcales. Otros manantiales de interés son, la Font Favara, en La Nucía, la fuente de Chirles y la Fuente Mayor, al Norte de la localidad de Callosa d' En Sarriá.

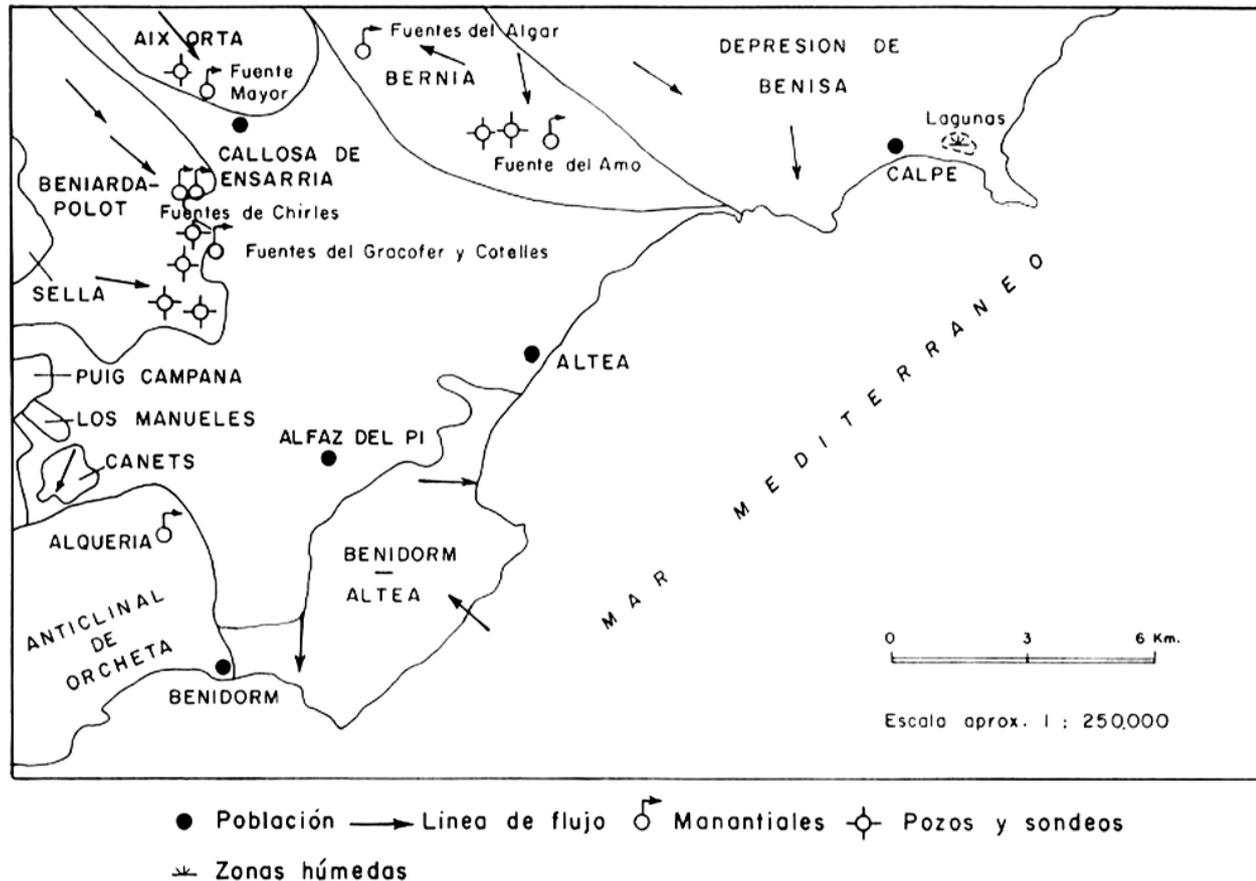


Fig 4. Distribución de los principales acuíferos de la Hoja de Benidorm (30-33).

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LOS PRINCIPALES ACUÍFEROS DE LA HOJA DE BENIDORM

ACUÍFERO	SUPERFICIE (km ²)	EXPLOTACIÓN (Hm ³ /año)	RECURSOS (Hm ³ /año)	EXCEDENTE (+) SOBREEXPLOTACIÓN (-)	CALIDAD	USO
Anticlinales de Orcheta**	190	5	25	+20	Buena	Riego-Abastec.
Alquería**	1,4	0,01	0,10	+0,09	Buena	Riego
Beniardá-Polop	165	13	15	+2	Buena	Abastec.-Riego
Benidorm-Altea	30	1	1,5	+0,5	Regular- Mala	Riego industrial
Canets	1,6	0,01	0,12	+0,11	Buena	Riego
Carrascal-Bernia**	90	11	13	+2	Buena	Abastec.-Riego
Depresión de Benissa*	300	5	15	+10	Buena-Mala	Abastec.-Riego
Los Manueles	0,6	0,01	0,05	+0,04	Buena	Riego
Puig Campana**	6	0,3	0,6	+0,3	Buena	Riego-Abastec.
Sella	65	2	2,5	+0,5	Buena	Abastec.-Riego
Serrella-Aixorta**	40	2,2	2,5	+0,3	Buena	Riego-Abastec.

* Varios acuíferos

** Acuífero completo

Todos estos manantiales vierten aguas de excelente calidad y con caudales considerables, que llegan a sobrepasar los 50 l/seg, a excepción de las Fuentes del Algar, cuyo caudal es bastante superior.

Respecto a zonas húmedas de interés ecológico, tan solo cabe señalar que dentro de la Hoja de Benidorm, existe un área ubicada en las proximidades de Calpe. Este área, en concreto se denomina Depresión Pantanosa de Calpe y se sitúa al O del Peñón de Ifach. Corresponde este humedal a una antigua albufera, hoy prácticamente colmatada, tanto por los aportes de los relieves circundantes, como por su largo aprovechamiento salinero.

6.2.5. Riesgos e inundaciones

La irregularidad interanual de las precipitaciones, como las prolongadas sequías y esporádicas inundaciones, constituyen el anverso y reverso de los expresados regímenes pluviométricos de la región.

Los ríos y arroyos de la Hoja y en general de la Provincia de Alicante, experimentan grandes avenidas y lluvias de excepcional intensidad horaria. Estas lluvias suelen caer a veces sobre terrenos poco permeables y de escasa vegetación, que encuentran una red favorable con fuertes pendientes y frecuentes encajamientos.

Los riesgos de avenidas por extraordinarias y copiosas lluvias, en cortos intervalos de tiempo, son elevados. Un ejemplo dentro de la Hoja es la localidad de Benidorm, que frecuentemente sufre desbordamientos de los barrancos de Barceló, Derramador y Aigüera.

La razón primordial de estos eventos atmosféricos, recae en el Mar Mediterráneo, el cual, constituye al final del verano una auténtica "olla" de calor húmedo, que emite a la atmósfera una gran cantidad de vapor de agua. Esta masa de vapor y aire húmedo coincide en ocasiones con irrupciones de masas de aire frío (gota fría), procedente generalmente del Norte, y que en conjunción dan lugar a las lluvias torrenciales, que con frecuencia se manifiestan en el periodo comprendido entre Septiembre y Noviembre. Es notable observar precipitaciones superiores a los 200 mm en 24 horas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, J.R. (1985). "Interim report on the Mesozoic stratigraphy and paleogeography of the eastern". *Externa, Betics, SE Spain. Confidential report E34, BP Petroleum Development of Spain, S.A.* 41 pp.
- ANGELIER, J. (1989). "From orientation to magnitudes in paleostress determinations using fault slip data". *J. Struct. Geol.* 11 (1/2): 37-50.
- AZEMA, J. (1977). "Thèse d'Etat", *Université Pierre et Marie Curie.*
- AZEMA, J. (1977). "Étude géologique des Zones Externes des Cordillères Bétiques aux confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne)". *Thesis Univ. Paris*, 396 pp.
- BEETS, C.J. and DE RUIG, M.J. (1992). "⁸⁷Sr/⁸⁶Sr analysis of coralline algal limestones and its implications for the tectonostratigraphic evolution of the eastern Prebetic (Spain)". *Sedimentary Geology, in press.*
- BUSNARDO, R. Et DURAND DELGA, M. (1960). "Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur à l'Est des Cordillères Bétiques (régions d'Alcoy et d'Alicante)". *B.S.G.F. 7 ser.* p. 278-287, II.
- CINCUNEGUI, M. (1931). "Nota sobre el Triásico de Alicante". *Bol. IGME, Tomo LII.*
- COLOM, G. (1954). "Estudio de las biozonas con foraminiferos de Alicante".
- COTTEAU, G. (1890-91). "Echinides eocenes de la Province de Alicante". *Mem. Soc. Geol. F. III série, t.V.*
- DARDER PERICAS, B. (1945). "Estudio geológico del sur de la Provincia de Valencia y norte de la de Alicante". *Bol. Inst. Geol. Min. Esp. t. 57, página, 1, mapa escala 1:150.000.*
- DE RUIG, M.J.; MIER, R.M. and STEL, H. (1987). "Interferente of compressional and wrenching tectonics in the Alicante region, SE Spain". *Geol. Mijnbouw*, 66; 201-212.
- DE RUIG, M.J. (1990a). "Extensional tectonics in the eastern Prebetic Alicante region, SE Spain". *Terra Abstrats*, 2; 118.
- DE RUIG, M.J. (1990b). "Fold trends and stress deviation in the Alicante fold belt, southeastern Spain". *In.: G. Boillot and J.M. Fontboté (Eds), Alpine Evolution of Iberia and its Continental Margins. Tectonophysics*, 184: 393-403.
- DE RUIG, M.J.; SMITH, J.; GELL, T. and KOOL, H. (1991). "Effect of the Pyrenean collision on the Paleocene stratigraphic evolution of the southern Iberian margin (southeast Spain)". *Geol. Soc. of America Bull.*, 103, pp. 1504-1512.
- DE RUIG, M.J. (1992). "Tectono-sedimentary evolution of the Prebetic fold belt of Alicante (SE Spain). A study of stress fluctuations and foreland basin deformation". *Tesis Univ. Utrecht.* 207 pp.

- DE SMET, M.E.M. (1984). "Investigations of the Crevillente Fault Zone and its Role in the Tectogenesis of the Betic Cordilleras, southern Spain". *Ph. D. thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam*, 174 pp.
- GARCÍA RODRIGO, B. (1960). "Sur le structure du Nord de la province d'Alicante (Espagne)". *Bull. de la Soc. Geol. F., 7ª serie, tomo 2, núm. 3, págs. 273-277, mapa esquema estructural escala 1:300.000.*
- GARCÍA RODRIGO, B. (1961). "Sur la structure du prébetique au Nord d'Alicante". *Mem. Soc. Geol. de F. Liur. mem. prof. P. Fallot, págs. 137-141, 1 mapa escala 1:250.000.*
- GARCÍA RODRIGO, B. (1965). "Nuevos datos sobre el Paleógeno de la zona prebética al norte de Alicante". *Not. Com. IGME. núm. 79, págs. 69-87.*
- GEELT, T. (1991). "Tectono-sedimentary patterns in the Alicante region during the Paleogene". *Betic Cordillera Guide Book, Sequence Stratigraphy Workshop 1990. Int. report Vrije Univeriteit, pp. 34-43.*
- GEELT, T.; ROEP, TH.B.; TEN KATE, W. and SMIT, J. (1992a). "Early Middle Miocene stratigraphic turning points in the Alicante region (SE Spain): reflections of Western Mediterranean plate-tectonic reorganizations". *Sediment. geol. 75: 223-239.*
- GRANIER, B. (1989). "Enregistrement d'événements éocènes dans les sédiments des régions citabétiques (Espagne)". *C.R. Acad. Sci. Paris, t. 309, Serie II, p. 823-828.*
- GRANIER, B. et FOURCADE, E. (1984). "Nouvelles données sur le Crétacé inférieur du Prébetique oriental (Espagne)". *C.R. Acad. Sci. Paris, t. 299, série II, n° 16.*
- GUEZOU, J.C.; FRIZON DE LAMOTTE, D.; COULON, M. and MOREL, J.L. (1991). "Structure and kinematics of the Prebetic nappe complex (southern Spain): definition of a "Betic Floor Thrust" and implications in the Betic-Rif orocline". *Ann. Tectonicae, 5: 32-48.*
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1922). "Nota acerca de la existencia de Aturia zigzag en Callosa de Ensarriá". *Bol. Soc. Esp. Hist. Natu. t. XXII, pág. 371. Madrid.*
- LÓPEZ CASADO, C.; ESTÉVEZ, A.; PINA, J.A. y SANZ DE GALDEANO, C. (1987). "Alineaciones sismo-tectónicas en el Sudeste de España. Ensayo de delimitación de fuentes sísmicas". *Mediterránea, 6; 538.*
- MAURIN, A.F. (1984). "Journées ASF, 1981". *Strata 1, n° 1, 1984, p. 35.*
- MEGIÁS, A.G.; LERET, G.; MARTÍNEZ DEL OLMO, W. and SOLER, R. (1983). "La sedimentación neógena en las Béticas: Análisis tectosedimentario". *Mediterránea Ser. Geol. 1: 83-103.*
- MONTENAT, C. (1973). "Les formations néogènes at quaternaires du Levant Espagnol (provinces d'Alicante et de Murcia)". *Thèse Doc. Sci. Univ. de Paris, 1170 pp.*
- MOSELEY, F. (1973). "Diapiric and gravity tectonics in the PreBetic, (Sierra Bernia) of southeast Spain". *Bol. Geol. y Min. t, 84-3, 114-126.*

- MOSELEY, F. (1990). "A geological field guide to the Costa Blanca, Spain". *The Geologists Association, London*, 79 pp.
- NAVARRO, A.; TRIGUEROS, E.; VILLALÓN, C. y RÍOS, J.M. (1960). "Derniers progrès dans la connaissance de l'Estremité Nord-Est des chaînes subbétiques (Regios d'AlteaBenissa, province d'Alicante, Espagne)". *Mem. Soc. Géol. France, Livr. mem. prof. P. Fallot*, págs. 143-153, 1 mapa escala 1:50.000.
- NAVARRO ALVARGONZALES, A.; VILLALÓN, C. y TRIGUEROS MOLINA, E. (1959). "El Cuaternario marino de la Sierra Helada (Alicante) y la tectónica reciente". *Not. y Com. núm. 56*, págs. 25-31.
- PETIT, J.P. (1987). "Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks". *J. Struct. Geol.* 9: 597-608.
- PINA, J.A.; ESTÉVEZ, A.; GARCÍA HERNÁNDEZ, M. and LÓPEZ-GARRIDO, A.C. (1986). "Brechas intraformacionales en el Cretácico superior del Prebético de Alicante". *Resúmenes de comunicaciones G.E.S., XI Congreso Español de Sedimentología (Barcelona)*.
- RÍOS GARCÍA, J.M.; VILLALÓN DAVILA, C.; TRIGUEROS MOLINA, E. y NAVARRO ALVARGONZALES, A. (1960). "Hoja núm. 848, Altea (Alicante)". *IGME, 1 mapa escala 1.50.000*.
- ROCA, E. and DESEGAUX, P. (1992). "Analysis of the geological evolution and vertical movements in the Valencia Trough area, Western Mediterranean". *Mar. Petr. Geol.* 9: 167-185.
- ROEP, TH. B. and EVERTS, A.J.W. (1992). "Pillowbeds: a new type of seismites. An example from and Oligocene turbiditefan complex, Alicante, Spain". *Sedimentology*.
- SANTANTONIO, M. (1994). "Pelagic carbonate Platforms in the Geologic Record; Their Classification, and Sedimentary and Paleotectonic Evolution". *AAPG Bulletin*. V. 78, p; 122-141.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1983). "Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas". *Estudios Geol.* 39: 157-165.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1990). "Geologic evolution of the Betic Cordilleras in the Western Mediterranean, Miocene to the present". *Tectonophysics*, 172: 107-119.
- VAN DER BEEK, P.A. and CLOETINGH, S. (1992). "Lithospheric flexure and the tectonic evolution of the Betic Cordilleras (SE Spain). IN: E. Banda and P. Santanach (Eds). *Geology and Geophysics of the Valencia Trough (W. Mediterranean)*". *Tectonophysics*, 203: 325-344.
- VEGAS, R.; PEDRAZA, J.; ZAZO, C.; GOY, J.L.; CABAÑAS, I. and URALDE, M.A. (1975). "Cartografía y Memoria de la Hoja 796 (Gandía)". *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. IGME, Madrid*, 27 pp.
- VILANOVA, PIERA, J. (1886). "Descubrimiento de equínidos fósiles en Alfaz". *Act. Soc. Esp. Hist. Nat. t. XV*, págs. 25.

