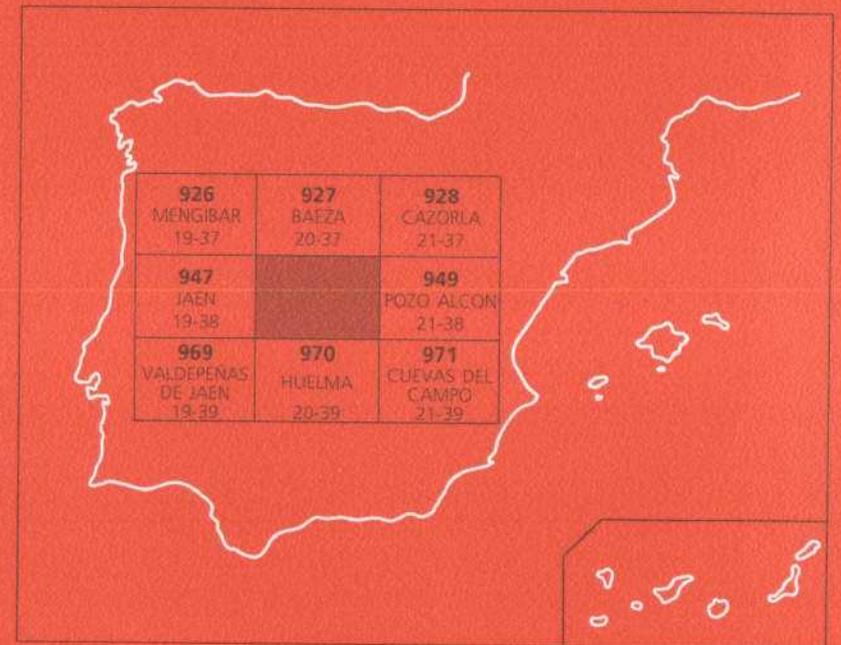




MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA ESCALA 1:50.000

Primera edición



TORRES



El Instituto Tecnológico Geominero de España, ITGE, que incluye, entre otras, las atribuciones esenciales de un "Geological Survey of Spain", es un Organismo autónomo de la Administración del Estado, adscrito al Ministerio de Industria y Energía, a través de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales (R.D. 1.270/1988, de 28 de octubre). Al mismo tiempo, la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica le reconoce como Organismo Público de Investigación. El ITGE fue creado en 1849.

Instituto Tecnológico
Geominero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
Escala 1:50.000

TORRES

Primera edición

MADRID, 1991

Depósito Legal: M-10.719-1992
I.S.B.N.: 84-7840-113-X
NIPO: 241-92-011-7
Imprime: Gráficas Topacio, S.A.
c/ Príncipe de Vergara, 210 - 28002 MADRID

HAN INTERVENIDO:

Petrografía y sedimentología de Laboratorio:	M. Aguilar (C.G.S.)
Cartografía (sector occidental), secciones estratigráficas, tectónica y memoria:	M. Alvaro (C.G.S.)
Cartografía (sector occidental), secciones estratigráficas, geomorfología y memoria:	P. del Olmo (C.G.S.)
Cartografía (sector oriental), secciones estratigráficas, sedimentología de terrígenos y memoria:	A. Hernández-Samaniego (C.G.S.)
Micropaleontología:	J. Ramírez del Pozo (C.G.S.)
Cartografía previa. Asesoramiento en Geología regional:	M. Soler (CIEPSA)
Redacción Memoria:	M. Alvaro; A. Hernández-Samaniego y M. Soler
Laboratorios:	C.G.S.
Dirección y supervisión:	P. Ruiz Roig y A. García Cortés

0. INTRODUCCION

La Hoja de Torres (20-38) está situada en las Cordilleras Béticas, en la parte meridional de la provincia de Jaén.

Su orografía es muy variada. Las mayores elevaciones se agrupan en la mitad suroccidental de la Hoja, que excepto a lo largo del valle del río Jandulilla, se elevan por encima de los 1000 m. s.n.m. Destaca la alineación NE-SO de la Sierra de Mágina, que alcanza 2167 m y 2014 m.s.n.m. en los vértices Mágina y Sierra de Mágina. Otros vértices notables son el cerro Cárcelos, Carboneras, Monteagudo y Carluco. Hacia el Norte los cerros de Aznatín (1740), Cueva del Aire (1309) y Golondrina (1258) emergen ya sobre la zona más deprimida del valle del Guadalquivir.

Hacia el Este la orografía es más moderada, con una altitud comprendida entre 500 y 1000 m.s.n.m., en la que destacan algunas elevaciones como el cerro del Buitre (1433), el Chantre (1222) y Picones (1144), ya en la Sierra de Larva.

La red fluvial está constituida por numerosos arroyos y cursos de agua estacionales que tienen su cabecera en la Sierra de Mágina, y que aguas abajo se reúnen en los ríos de Torres, de Albánchez y de Bedmar, o desembocan en el río Jandulilla, el curso de agua más importante de la Hoja, a la que cruza en su parte central de SO a NE. Arroyos y ríos aparecen fuertemente encajados, y presentan valles más amplios y caudales más importantes cuando cruzan las zonas llanas constituidas por materiales impermeables.

La densidad de población es baja. Hay siete núcleos de población, generalmente ubicados al pie de las sierras: Bedmar, Albánchez de Ubeda, Torres, Bélmez de la Moraleda, Cabra del Santo Cristo, Larva y Solera.

Los recursos naturales más importantes son la agricultura (el olivo, principalmente) y la ganadería (pastoreo). Vías de comunicación escasas, clima extremado, con un régimen de precipitaciones que activa la erosión edáfica, y emigración, componen un panorama poco prometedor desde el punto de vista del futuro desarrollo socioeconómico de la región.

Para la realización de esta hoja se ha utilizado la información contenida en el "Informe geopetrolífero preliminar de los Permisos de Guadahortuna" (CIEPSA) realizado por M. SOLER y J. BERAESTEGUI, con cartografía geológica a escala 1:50.000 y 1:100.000.

Desde el punto de vista geológico la Hoja se sitúa en la parte central de las Zonas Externas de la Cordillera Bética.

Si se consultan las publicaciones de síntesis aparecidas en los últimos años sobre las Cordilleras Béticas (AZEMA, *et al.*, 1979; ALVARADO, 1980; FONTBOTE y ESTEVEZ, 1980; F. JEREZ, 1981; J. BAENA y L. JEREZ, 1982), se observa un considerable confusionismo, tanto en el significado de los términos que definen las unidades estructurales y paleogeográficas, como en la atribución de una unidad determinada a un dominio concreto. Por ello, y aunque sea brevemente, es necesario explicar la terminología utilizada aquí.

La Hoja de Torres se sitúa enteramente en las llamadas Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. Estas constituyen la cobertera sedimentaria de la meseta, despegada a nivel del Triás y desplazada tectónicamente hacia el N. En ellas, el Paleozoico no aflora y por los escasos datos sísmicos existentes se sabe que constituye un zócalo no plegado que es la continuación meridional del macizo herciniano de la Meseta. La cobertera mesozoico-paleógena está parcialmente duplicada y se estima que para situar las diversas unidades en su posición original habría que extender dicha cobertera en 2 ó 3 veces su anchura actual.

Las Zonas Externas se han subdividido, de acuerdo con criterios estratigráficos y tectónicos, en:

a) *Depresión del Guadalquivir*, de edad neógena, presenta las características propias de las cuencas de antepaís, con un margen pasivo septentrional (la Meseta) que proporciona aportes siliciclásticos y un margen activo (la Cordillera Bética), que proporciona un abundante relleno de tipo olistostrómico.

b) *Zona Prebética* en la que predominan las rocas sedimentarias depositadas en medios marinos someros y costeros con algún episodio continental y algunas lagunas estratigráficas.

c) *Zona Subbética* en la que a partir del Lías inferior y medio en facies de plataforma carbonatada, hay un dominio absoluto de facies pelágicas.

La zona Prebética aflora únicamente a levante del meridiano de Jaén y desde el punto de vista estratigráfico constituye la continuación hacia el Sur de los sedimentos mesozoicos de la Cordillera Ibérica. La zona Subbética cabalga ampliamente al Prebético y se encuentra situada al S. de la anterior.

En ambas, de acuerdo con las características estratigráficas locales, se ha procedido a una subdivisión en zonas, que no siempre coinciden con las unidades tectónicas. Además, la deficiente interpretación sedimentológica de algunas facies, ha llevado a atribuir algunas unidades a zonas que no les corresponde, aumentando enormemente el grado de complicación.

De todas las nomenclaturas existentes, la que mejor se adapta a nuestra área de trabajo es la propuesta por GARCIA DUEÑAS (1967) que es la más generalmente aceptada por los autores y es la que se utilizará en esta Memoria.

Prebético

La zona Prebética se ha subdividido en Prebético Externo e Interno, de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Posición de la línea de costas durante el Portlandiense-Neocomiense, de modo que el área emergida sería el Prebético externo.

- b) Existencia durante el Senoniense inferior un área sin depósito, alineada según la divisoria entre ambos dominios.
- c) Presencia de materiales paleógenos marinos en el Prebético interno.
- d) Mayor abundancia de facies detríticas en los términos correspondientes al Cretácico inferior del Prebético Externo.

En la zona cartografiada únicamente los materiales de los afloramientos de Torres, Bedmar y Golondrina pertenecen al Prebético y deben ser asimilados a las facies más meridionales del mismo por la presencia de facies pelágicas en el Cenomanense más inferior.

Subbético

Unidades Intermedias

Teniendo en cuenta la definición de Subbético como zona en que hay un dominio absoluto de las facies pelágicas, es obligado incluir aquí las llamadas Unidades Intermedias, ya que en ellas no existe ningún término (excepto el Lías inferior) que pueda ser interpretado como de plataforma somera. El término es muy cómodo ya que agrupa a unas series con características específicas acusadas, tanto tectónicas como estratigráficas, que se diferencian suficientemente del Prebético y del Subbético. **Desde el punto de vista paleogeográfico, representan la primera cuenca subsidente del mundo subbético que ha recibido en varios momentos aportes turbidíticos procedentes de la plataforma.**

Sus características estratigráficas son:

- a) Series muy potentes, con espesores que sobrepasan los 2000 m para el Jurásico y Cretácico inferior.
- b) Gran desarrollo del Domeriense-Toarciense que puede llegar a los 1000 m.
- c) Dogger de grainstones y oolitos resedimentados.
- d) Facies de brechas y turbiditas calcáreas en el Malm.
- e) Importantes episodios de turbiditas terrígenas en el Cretácico inferior.

Aparecen en una banda que se extiende desde Nueva Carteya al Mediterráneo y a ellas se atribuyen la unidad Sierra de Almadén-Cuadros y todo el sector oriental de la Hoja.

Tectónicamente ocupan siempre una posición muy concreta, cabalgando al Prebético y siendo cabalgadas por el Subbético Externo de la literatura, formando la unidad inferior de un doblete de corrimientos en toda el área en que afloran. En el marco de la hoja presentan dos sectores

bien diferenciados. En el occidental (Unidad de Sierra de Almadén-Cuadros) predominan los materiales jurásicos. En el Oriental (Unidad de Cabra) lo hacen los triásicos y cretácicos.

Subbético Externo

Se ha definido en la literatura (RIVAS, SANZ DE GALDEANO y VERA, 1979; AZEMA *et al.*, 1979; etc.) en base a criterios puramente estratigráficos (mal conocidos en su época) y no se adapta a las unidades tectónicas, por lo que su uso introduce una complicación notable.

Dentro de nuestra área, en el sentido utilizado en la literatura, está representado por la unidad de Mágina y por la zona de Huelma.

Tampoco es afortunada su acepción paleogeográfica. Dentro de ella pueden distinguirse dos zonas claramente distintas:

- Facies tipo Mágina, con un Domeriense-Toarciense delgado, con tendencia a facies de tipo "ammonítico rosso", un Dogger oolítico, semejante a las unidades intermedias y un Malm de tipo "ammonítico rosso".
- Facies de Huelma, con un Dogger de micritas y "ammonítico-rosso" y un Malm delgado con brechas y olistolitos.

Las facies de tipo Mágina encajan bastante bien en el dominio denominado comúnmente "Subbético externo septentrional". Las facies de tipo Huelma, sin embargo, no es posible ubicarlas paleogeográficamente con respecto a las anteriores con los datos del estudio de esta Hoja, por lo que se ha preferido denominarlas provisionalmente como "Zona de Huelma".

1. ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Torres afloran sedimentos del Triásico, Jurásico, Cretácico, Terciario y Cuaternario, así como rocas volcánicas de edad triásica. Para una mejor comprensión de la estratigrafía de los materiales que afloran en este sector de la Cordillera Bética su descripción se realiza agrupándolos en los diferentes dominios que se han establecido en la introducción de esta Memoria. Su distribución espacial se ha reflejado en el Esquema Tectónico que incluye el Mapa Geológico. Asimismo, y para facilitar su lectura, en la figura 1 se han representado las series estratigráficas sintéticas de los materiales mesozoicos que aparecen en cada dominio.

1.1. TRIASICO Y ROCAS VOLCANICAS ASOCIADAS

Materiales triásicos afloran en todos los dominios que componen la Hoja de Torres. No obstante una parte de ellas consisten en rocas triásicas resedimentadas durante el Terciario

como bloques (olistolitos) o como depósitos más o menos reelaborados, y que por tanto se han representado como unidades cartográficas terciarias. Una parte de lo que tradicionalmente se consideraba como el "Manto de Cambil" (FONTBOTE, 1954; GARCIA-ROSSELL, 1972) son materiales triásicos (y de otras edades) resedimentados durante el Terciario y se describen, por tanto, en el apartado correspondiente.

Fenómenos análogos son conocidos en otros puntos de las zonas externas béticas (BOURGOIS, 1975).

Las únicas descripciones detalladas de los afloramientos triásicos de la Hoja fueron realizados por GARCIA-ROSSELL (1972).

1.1.1. **Ofitas** (1)

Se han cartografiado los pequeños afloramientos de rocas volcánicas en relación con las margas arcilloso-margosas de la facies Keuper, atribuidos principalmente en el sector oriental de la hoja. Forman pequeños cuerpos de forma y tamaño variable, aunque por lo general son de escala métrica a decamétrica.

La composición de estas rocas se sitúa en el campo de los basaltos alcalinos, con facies granudas de tipo diabásico-ofítico (MUÑOZ, M. 1986).

1.1.2. **Arcillas, limolitas y yesos** (2). **Triásico**

Dentro de esta unidad cartográfica incluimos una alternancia de materiales arcillosos rojizos, limolitas y yesos en bancos masivos.

La dificultad que presenta el estudio de estos materiales es por una parte la elevada tectonicidad que han sufrido en los procesos tectónicos, por otra su alteración por lo que no abundan los afloramientos que permitan un análisis de detalle.

Se distribuye principalmente por el sector oriental de la hoja en donde llega a alcanzar potencias estimables de cientos de metros de espesor (en los alrededores de Larva).

Aunque los afloramientos y estructuración de la serie triásica no permite estudios detallados, suponemos que la relación entre los tramos yesíferos (2) y los areniscosos (3) es por cambio lateral de facies de manera que estos últimos predominan hacia el oeste (zonas de Cabra del Santo Cristo-Mágina) y los primeros predominan en el sector oriental (Larva-Huesa).

Desde el punto de vista litológico están constituidos por arcilla, limolitas, algún nivel de areniscas de grano fino y yesos, fundamentalmente, aunque en determinadas zonas predominan niveles de margas y capas finas dolomíticas por lo general grises y amarillentas.

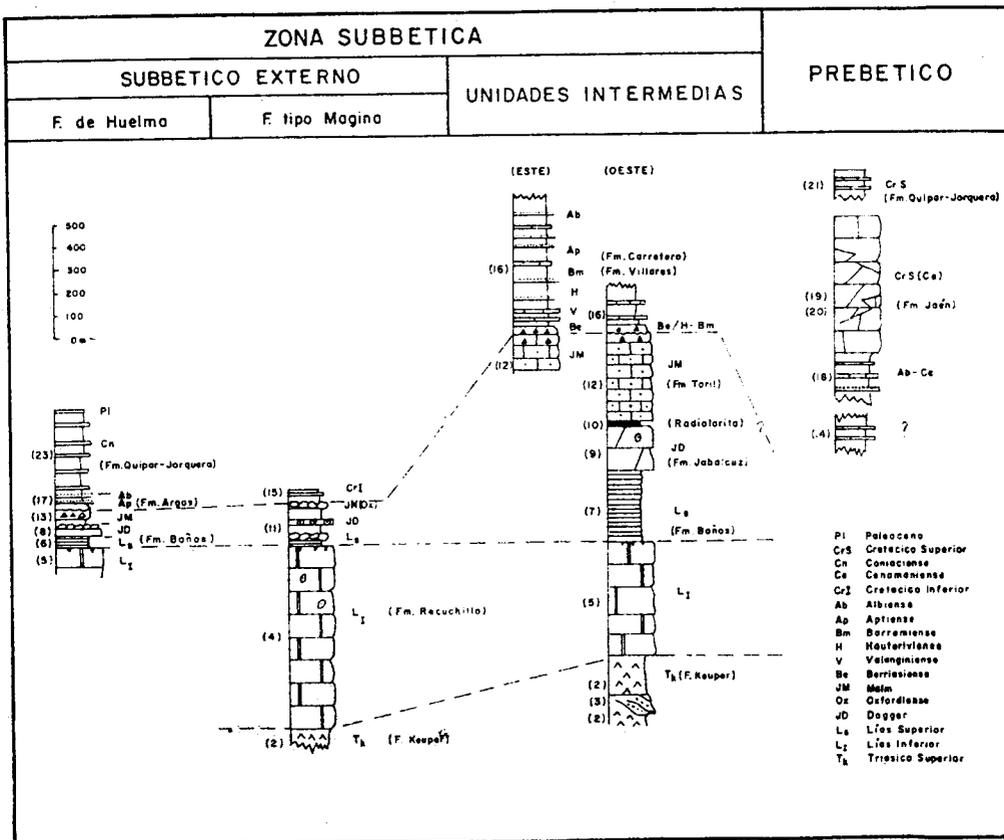


Figura 1. Esquema sintético de la constitución estratigráfica de los diferentes dominios de la Hoja de Torres

La zona estudiada no permite mayores precisiones.

La separación de esta unidad y la que se describirá en el apartado (1.4.1.1.) se hace muy difícil en aquellas zonas en que la topografía es suave y por tanto los afloramientos no descubren un parte importante de los materiales, ya que desde el punto de vista litológico y de coloración es prácticamente la misma. Es importante, también en relación con este tema, la existencia tanto en una formación como en otra, de bloques empotrados ajenos a la cuenca originaria, a menudo de gran tamaño, de materiales del Mesozoico (s.l.), y dimensiones y contornos muy irregulares lo que hace difícil su interpretación. Algunos de estos bloques que en la bibliografía se han considerado como del Muschelkalk, nosotros hemos encontrado fauna del Pliensbachien-se, por lo que los consideramos como bloques desenraizados flotando en una masa plástica.

La potencia máxima visible, ya que la base no se ha podido ver en ningún punto, es del orden de los 700 m.

Estas facies predominantemente evaporíticas se interpretan como sedimentos formados en una *sebkha* costera.

La carencia de fauna impide la asignación de una edad determinada por lo que hemos considerado para el conjunto una edad triásica.

1.1.3. Areniscas rojas y limolitas (3)

Esta unidad ha sido estudiada con detalle en la columna (06 Sierra de Larva), donde afloran 300 m de una sucesión de areniscas (rojizas y blanquecinas) en bancos que en ocasiones alcanzan los 15 m de potencia, limolitas rojas y verdosas, arcillas, y con menor frecuencia niveles yesíferos o dolomíticos. Otros afloramientos de esta unidad se encuentran en las proximidades de Cabra de Sto. Cristo y Solera.

Algunos autores (FALLOT, 1927; SAENZ GARCIA, 1946) atribuyen o admiten la posibilidad de que estos niveles arenosos correspondan a la F. Buntsandstein. Nosotros hemos preferido dejar abierta la posibilidad de que correspondan junto con la unidad (2) al Triásico en un sentido amplio.

En la citada columna, las areniscas llegan a alcanzar un tamaño de grano medio, en ocasiones con cantos blandos en la base de los canales.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son, en las limolitas y areniscas de grano fino, los *ripples* y laminación paralela, y en los tramos de grano medio a grueso las estratificaciones cruzadas de surco y planar, bases erosivas, cantos blandos en base de canales, y localmente laminaciones paralelas debidas a flujo de alta energía.

Se trataría de sedimentos formados por la superposición de canales de tipo *braided*, con cicatrices basales marcadas por la acumulación de cantos blandos de arcilla. Correspondrían a una zona de tránsito litoral a marina.

1.2. JURASICO

Los materiales jurásicos (y del Triásico superior en su base) están ampliamente representados en los dominios de las Unidades intermedias y del Subbético externo. Las únicas descripciones locales existentes en la bibliografía se deben a GARCIA-ROSSELL (1972), SANZ DE GALDEANO (1973) y RUIZ ORTIZ (1980) estudian el Jurásico situado más al Oeste, en la transversal de Jaén-Granada. BAENA y JEREZ (1982) describen las características generales y algunos cortes en su síntesis de las zonas Externas béticas.

1.2.1. Jurásico de las Unidades Intermedias

Las Unidades intermedias o Dominio intermedio corresponden a un surco subsidente durante el Mesozoico situado entre el área de plataforma prebética y la cuenca subbética. Sus materiales jurásicos tienen afinidad con los del Subbético Externo, aunque su espesor es mucho mayor y presentan notables variaciones laterales de facies y espesores. GARCIA-ROSSELL (1973) y BAENA y JEREZ (1982) los incluyen en el Dominio subbético. RUIZ ORTIZ (1980, 1982, 1983) los ha estudiado desde un punto de vista sedimentológico a nivel regional.

En la Hoja de Torres las Unidades intermedias presentan dos sectores separados por el accidente de Bélmez-Benalúa. El occidental se caracteriza por el predominio de los materiales jurásicos, que ofrecen buenas condiciones de afloramiento.

1.2.1.1. *Dolomías* (5). *Triásico superior a Lias inferior-medio*

Esta unidad cartográfica aflora en la zona de Larva, y en la parte frontal de Mágina constituyendo la base. Regionalmente es correlacionable con la formación "Calizas y dolomías del Arroyo Recuchillo". En la Hoja de Torres aparece totalmente dolomitizada.

La potencia de la unidad es difícil de estimar por las condiciones tectónicas de los afloramientos. A partir de la cartografía se deduce un espesor de 300 a 500 metros.

La base se caracteriza por dolomías vacuolares y carniolas. El techo se ha caracterizado en el corte de Sierra Mágina, donde está constituida por dolomías brechoides grises de aspecto masivo en las que se reconocen secuencias constituidas por *grainstones* dolomíticos-dolomías laminadas (estromatolito) y margas dolomíticas, con bioturbación. Petrográficamente son dolomías de grano medio-fino, de textura hipidiotrópica brechoide. Son azoicas. A techo presentan un *hard-ground* ferruginoso.

En el afloramiento de la Sierra de Mágina esta unidad contiene intercalaciones de rocas volcánicas básicas. Se trata de tobas líticas y cineritas muy alteradas (posiblemente espilitizadas). Rocas volcánicas basálticas de posición estratigráfica semejante, han sido citadas en Mallorca (NAVIDAD y ALVARO, 1985).

Esta unidad regionalmente puede presentar su parte superior de naturaleza calcárea, con calizas oolíticas, calizas con porosidad fenestral y laminación algal con lamelibranquios y foraminíferos bentónicos (RUIZ ORTIZ, 1980; SOLER y BERASTEGUI, 1984). Se interpreta como sedimentos de ambiente mareal de una plataforma carbonatada somera.

La edad Triásico superior-Lías inferior-medio se le atribuye por criterios regionales. El *hard-ground* que la corona es de edad Pliensbachiense, y marca la ruptura de la plataforma liásica en todo el ámbito bético y el Tethys occidental (BERNOULLI y JENKINS, 1974), dando paso a condiciones de cuenca pelágica.

1.2.1.2. **Calizas tableadas (7). Lías medio-superior-Dogger**

Equivalente a la Formación "Calizas tableadas de los Baños". Aflora en el sector de las Unidades intermedias situado al Oeste del accidente de Bélmez-Benalúa en las estribaciones septentrionales de Sierra Mágina. Suele aparecer muy replegada. Su espesor medio es del orden de 200 a 250 metros, aunque suele superar los 400 metros.

La base de esta unidad se ha caracterizado en la sección de Sierra Mágina, donde se han medido más de 100 metros de calizas tableadas sobre el *hard-ground* pleinsbachiense. Se trata de calizas (*mudstones-wackestones*) negras bien estratificadas en capas de 5 a 10 cms con juntas margosas. Contienen niveles de *slumpings* y algunas intercalaciones de brechas calcáreas. Se organizan en secuencias de *mudstone* bioturbado con *rills* bioclásticos-*mudstone* margoso-margas con *ripples*. Al microscopio se revelan como niveles más o menos arcillosos, biomicritas y alguna calcarenita gravelosa con oolitos. Contienen gasterópodos, braquiópodos, restos de crinoides, briozoos, radiolarios y *Lenticulina* sp. y *Lingulina* gr. *pupa* (TERQ.).

El techo se ha estudiado en la sección de Mosquito, donde se han controlado los 160 metros superiores. Son calizas (*mudstones-wackestones*) grises o negras, bien estratificadas en capas de 10 a 50 cms con juntas margosas de 1 a 5 cms, organizadas en secuencias *mudstone* masivo bioturbado-marga con *ripples*, que hacia el techo pasan a calizas nodulosas y tableadas, y finalmente a un alternancia de calizas dolomíticas oscuras con margas negras que contienen pirla y yeso. Las secuencias son de caliza dolomítica bioturbada-caliza margosa con *ripples*. Petrográficamente son calizas microcristalinas y micritas con pellets (25%) y fósiles (25%); radiolarios, crinoides, espículas, filamentos, ostrácodos, dientes de peces y placas de holoturias.

La unidad se interpreta como un depósito hemipelágico. A partir del Lías medio probablemente tuvo lugar una etapa de profundización configurándose este dominio como una zona de talud hemipelágico. Las etapas de inestabilidad provocarían brechas o *slumps*.

La asociación de microfósiles, con *Lingulina* gr. *pupa* (TERQ.), *Trochammina* sp., *Lenticulina* cf. *münsteri* (ROEMER) y *Eothrix alpina* (LOMB.) a techo, indica una edad Pliensbachiense-Toarciense. Regionalmente se han encontrado fauna de Ammonites del Aalenense al Bajociense inferior en el techo de la formación (RUIZ ORTIZ, 1980); SANZ DE GALDEANO (1973), que por tanto podría alcanzar el Dogger.

1.2.1.3. *Dolomías, Calizas bioclásticas y oolíticas con sílex a techo* (9). *Dogger*

Esta unidad aflora en el sector occidental formando estrechas bandas en los flancos de los pliegues. Morfológicamente da origen a resaltes al destacar sobre las unidades más blandas que la limitan a techo y muro. Es correlacionable con la Formación "calizas oolíticas de Jabalcuz". Su potencia media es de unos 150 metros, aunque presenta variaciones laterales desde 100 a casi 300 metros. Se ha estudiado en dos secciones, Mosquito y Sistillo, situadas en ambos flancos del anticlinal de Cuadros.

En la primera, correspondiente al flanco norte, se han medido 135 metros que equivalen a la totalidad de esta unidad. Consiste aquí en dolomías grises masivas estratificadas en capas de 30 cms a 1 metro, con estratificación cruzada de gran escala y secuencias estratodecrescentes. A techo hay algunos niveles calcáreos (*packstones*) nodulosos con bioturbación e intercalaciones de margas, con pirita, belemnites y moluscos. Texturalmente son dolomías cristalinas gruesas hipidio a idiomorfas, y biopelmicritas y biomicritas. Sólo se conserva fauna en los niveles poco dolomitizados del techo: microfilamentos, lenticulinas, *Globochaete alpina* (LOMB.) y lumaquelas de *Eothrix alpina* (LOMB.), características del techo del Dogger.

La sección de Sistillo, en el flanco sur, muestra los 80 metros superiores de la unidad poco o nada dolomitizados. Comienza con secuencias de dolomía o caliza (*mudstone-packstone*)-marga con *ripples*, con nódulos de sílex. Hacia arriba pasan a calizas grises tableadas y nodulosas, con niveles de sílex, estratificadas en capas de 30 cms. Se ordenan en secuencias de *grainstones* bioclástico-*mudstone* a *wackestone* noduloso-margas con *ripples*, y *grainstone* oolítico más o menos dolomitizado-lumaquela de *Eothrix/Posydonomias* margas con *ripples*. Al microscopio las calizas inferiores se muestran como biopelmicritas (35% de pellets, 30% de fósiles). Las del techo son biomicritas recristalizadas y oomicritas. Las lumaquelas están compuestas por un 90% de microfilamentos con laminación paralela. Las trazas de fosfatos encontradas en estos niveles superiores permiten relacionarlos con el *hard-ground* ferruginoso y/o fosfático que regionalmente aparece sobre el nivel acumulación de *Eothrix*, de edad Calloviense.

Finalmente, al norte del vértice Cárceles el techo de la unidad está compuesto por 30 metros de *grainstones* en capas de hasta 1 metro con microfilamentos y radiolarios y 40 metros de *mudstones* oscuros con juntas margosas y sílex, con microfilamentos, radiolarios, espículas, etc.

La interpretación sedimentológica de esta unidad en la Hoja de Torres está dificultada por la dolomitización que la afecta total o parcialmente. Regionalmente las condiciones de deposición de la Formación Jabalcuz son un tema controvertido. RUIZ ORTIZ (1980, 1982) la interpreta como un depósito de plataforma somera, en base fundamentalmente a la ausencia de radiolarios, tipo, ordenación y relaciones de facies, y existencia de estratificaciones cruzadas de gran escala. Representaría una somerización de la cuenca liásica bien por progradación del margen de la plataforma, bien porque el área sedimentaria fuera todavía una plataforma que no fragmentó definitivamente hasta el final del Dogger. SOLER y BERAESTEGUI (1984) se decantan por un ambiente profundo, comparándola con los materiales que forman el Blake Plateau, una plataforma sumergida a unos 850 m y sometidos a la corriente del Golfo, en base

fundamentalmente a que tanto a techo como a muro está limitada por depósitos hemipelágicos profundos. Esta interpretación, además, es acorde con la propuesta para otros depósitos oolíticos del dogger del Tethys, interpretados como materiales de plataforma resedimentados en un talud carbonático. Tal es el caso de la caliza Vajont de los Alpes (BOSELLINI *et al.*, 1981) y de la Formación Cutri de Mallorca (ALVARO *et al.*, 1983 y 1984).

La asociación de microfósiles que contiene la unidad, cuando no está totalmente dolomitizada, además de radiolarios, microfilamentos, lenticulinas, etc., presenta *Eothrix alpina* (LOMB.), *Globochaete alpina* (LOMB.), y *Nautilocolina oolithica* (MOHLER), que indican una edad Dogger, muy posiblemente Bajociense-Bathonense y Calloviense.

1.2.1.4. **Margas radiolaríticas y calizas nodulosas** (10). **Oxfordiense**

Equivalente a la Formación "Margas radiolaríticas de la Era de la Mesa". Es una unidad que suele aparecer cubierta por suelos y derrubios cuaternarios, al constituir un nivel blando intercalado entre tramos calcáreos, que aparece en zonas deprimidas y en la base de resaltes morfológicos. Su espesor es reducido, de 15 a 40 metros.

En el corte de Sistillo consiste en margas y arcillas radiolaríticas rojas y pardas con niveles de calizas nodulosas con Ammonites y Belemnites (biomicritas con radiolarios y foraminíferos).

Regionalmente puede presentar intercalaciones de *mudstones-packstones* y ocasionalmente *grainstones* oolíticos con *Aptychus* y belemnites. RUIZ ORTIZ (1980) ha observado huellas de corrientes (orientación de microfilamentos, radiolarios dispuestos en láminas, cantos blandos, gradación positiva, etc.). Tentativamente se interpreta como de un depósito de baja velocidad de sedimentación localizado en las proximidades de la línea de compensación de la calcita y sometido a la acción de corrientes submarinas. (RUIZ ORTIZ, 1980, propone una batimetría de 1000 a 1500 metros). Es interesante destacar que la discontinuidad existente en la base de esta formación es posiblemente coetánea con la interrupción sedimentaria representado por eloolito ferruginoso de Arroyofrío de la plataforma ibérica.

Las microfacies se caracterizan por un contenido en radiolarios, protoglobigerinas y *Eothrix alpina* (LOMB.), que permiten atribuirle una edad Oxfordiense. No obstante no es descartable que esta unidad presente una cierta heterocronía y pueda estar representada en ella el techo del Dogger e incluso la base del Kimmeridgiense.

1.2.1.5. **Calizas, margas y brechas calcáreas** (12). **Kimmeridgiense-Tithónico**

Es esta una unidad con extensos afloramientos en el sector occidental: núcleo del sinclinal de Cárceles y parte frontal de las Unidades Intermedias. También aflora en el núcleo de un anticlinal de rumbo E-O situado al NO de Cabra del Santo Cristo. Morfológicamente da origen a resaltes y formas muy variadas: *hog backs*, cuestas, vertientes de gargantas y hoces, etc. Su espesor es de 200 metros en el corte de Sistillo, y lateralmente puede presentar variaciones

importantes mostrando abanicos de capas que alcanzan los 50 metros de potencia. En general se incrementa hacia el Oeste. Además de en el corte citado sus características y espesor se han completado con observaciones en el flanco norte del anticlinal de Cuadros, en la pista de acceso a Mágina, y en las proximidades del Cerro Cárceles.

La unidad cartográfica corresponde a la "Formación carbonatada de la Loma del Toril", definida en la transversal Jaén-Granada. En la sección de Sistillo los 100 metros inferiores consisten en calizas tableadas negras con juntas margosas estratificadas en capas de 10 a 40 cms (*Mudstones-Wackestones* bioturbadas con pirita), organizadas en secuencias: *mudstone* laminado bioturbado-margas con *ripples*, y *mudstone* laminado-*mudstone-wackestone* masivo-marga con *ripples*. Al microscopio corresponden a biomicritas y biopelmicritas más o menos arcillosas con un 5-10% de fósiles (radiolarios, protoglobigerinas, espículas) y microplancton en la matriz. Suele contener un 5-10% de cuarzo de tamaño limo y mica.

Hacia la parte superior del corte aumenta el número y espesor de los niveles de margas grises y verdes, formando alternancias con las calizas negras con pirita. Hay ammonites y la bioturbación es moderada. En el techo aparecen intercalaciones de calcarenitas, microbrechas y brechas calcáreas organizadas en secuencias: brecha *clast-supported* gradada-*grainstone* bioclástico y microbrecha con cantos de micritas-*mudstone* negro-marga. Estos niveles aumentan de importancia y dominan a techo de la unidad, que está coronada por un *hard-ground* ferruginoso. Hay belemnites, crinoides, briozoos y braquiópodos.

Las microfacies más características son biomicritas arcillosas con espículas, radiolarios y microfilamentos; biopelmicritas con crinoides, espículas, radiolarios, foraminíferos, ostrácodos y gasterópodos, e intrabiomicritas, con graveles algáceos e intraclastos de micritas con calpionélidos. El contenido en cuarzo disminuye o desaparece.

En el Torreón de Cuadros, en el flanco norte, la unidad presenta tres tramos; uno inferior constituido por una ritmita de margas y margo calizas oscuras, un tramo medio compuesto por calizas (*packestone* a *grainstone*) y brechas calcáreas de grano fino con sílex alternando con margas (turbiditas calcáreas), y un tramo superior compuesto por brechas calcáreas de cantos gruesos formando ciclos negativos.

En el camino de acceso a Sierra Mágina la base de la formación es más margosa, continúa con margocalizas y margas (turbiditas calcáreas) en secuencias estratocrecientes y culmina con un potente tramo de brechas, a veces muy bien gradadas y con bloques métricos, organizadas en ciclos estrato y granocrecientes.

Al Norte del vértice Cárceles, cerca del borde occidental de la Hoja, se han medido más de 300 metros de potencia en esta unidad. La parte inferior consiste aquí en una alternancia rítmica de margocalizas y margas oscuras, con mica y restos vegetales. Un nivel de brecha calcárea la separa de otra alternancia de *grainstones* con estructuras turbidíticas y margas, con algunos niveles de brechas calcáreas. Hacia el techo se hacen más margosos, coincidiendo con la aparición de los primeros calpionélidos.

Los niveles inferiores de esta unidad se interpretan como depósitos de talud deposicional. Los tramos superiores se ordenan en una megasecuencia negativa que se interpreta como depósito de un abanico submarino al pie del talud, con materiales procedentes de la plataforma emplazados en la cuenca mediante mecanismos gravitacionales y corrientes de turbidez. En RUIZ ORTIZ (1980, 1983) se describe detalladamente la interpretación sedimentológica de la Formación Loma del Toril y su evolución lateral en la transversal de Jaén.

La asociación de microfauna característica de esta unidad, con radiolarios, protoglobigerinas, *Globochaete alpina* (LOMB.), *Eothrix alpina* (LOMB.), *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAIN), *Everticyclammina virguliana* (KOECHL.) y *Calpionella alpina* (LORENZ) en el techo, indica una edad Kimmeridgiense-Tithónico superior.

1.2.1.6. **Dolomías, margocalizas, calizas, calizas con sílex y brechas calcáreas** (34). **Triásico superior-Tithónico**

Los afloramientos de Jurásico en las zonas de Cabra del Sto. Cristo, Este de Solera y Larva, se han incluido dentro de un apartado comprensivo del Jurásico, porque las características litológicas en algunos afloramientos parciales así lo hacen pensar, y sin embargo no se han podido diferenciar en la cartografía las distintas unidades por la disposición en macrobloques caóticos que imposibilitan la reconstrucción de una columna tipo. Por la misma razón es muy difícil diferenciar qué afloramiento corresponde a Unidades Intermedias y cual a Subbético Externo, por lo que se ha preferido incluir esta unidad (34) en ambas leyendas.

En el afloramiento de Larva nos inclinamos por su inclusión en Unidades Intermedias por:

- Ausencia de "Facies Ammonítico-Rosso" en el Lías superior-Dogger.
- Existencia del tramo Kimmeridgiense-Tithónico constituido por una alternancia de calizas y niveles de margas que alcanzan un gran desarrollo (del Orden de 200 m al NO de Cabra del Sto. Cristo).

Esta unidad comprensiva está formada por una sucesión de dolomías grises, con niveles de calizas oolíticas, con frecuentes tramos de niveles brechoides, margas y margocalizas gris verdosa, calizas con nódulos de sílex y brechas calcáreas.

1.2.2. **Jurásico de Facies Tipo Mágina**

En la Hoja de Torres los materiales jurásicos de la Unidad de Mágina presentan las características típicas de las facies del Subbético externo. Predominan las dolomías y calizas liásicas que constituyen los principales relieves de la Sierra, mientras que los niveles del Jurásico medio-superior afloran solo en una estrecha franja de la ladera septentrional y en el barranco de El Gargantón, donde aparecen en serie invertida. La deformación y las condiciones de

afloramiento dificultan con frecuencia su caracterización estratigráfica. Anteriormente sólo GARCIA ROSSELL (1972) ha estudiado estos materiales jurásicos con cierto detalle.

1.2.2.1. *Dolomías y calizas* (4). *Triásico superior-Lías inferior y medio*

Esta unidad constituye más del 90% de los afloramientos jurásicos de Sierra Mágina. La disposición estructural, formando parte del flanco invertido de un pliegue, con numerosas fracturas, dificulta su caracterización. Origina un fuerte relieve con modelado kárstico. El espesor de la unidad supera los 500 metros; probablemente es cercano a los 800 metros. Hay extensas zonas en que muestra una notable deformación frágil, apareciendo como dolomías brechificadas e incluso brechas tectónicas. No obstante el conjunto de la unidad es asimilable a la Formación "Calizas y dolomías del Arroyo Recuchillo".

La serie general descrita por GARCIA ROSSELL (1972): carniolas en la base-dolomías brechoides oscuras-calizas dolomías y calizas blancas, refleja la disposición general.

En el barranco de El Gargantón se atraviesan unos 500 metros de dolomías oscuras con algunas intercalaciones de calizas bioclásticas recristalizadas y calizas dolomíticas con algas y *birdeseyes*, y calizas blancas y brechas a techo.

En el camino que asciende a la Sierra por su ladera sur, desde la carretera de Huelma, afloran los niveles superiores de la serie liásica, aunque la complejidad tectónica impide levantar sección estratigráfica. En esta zona los niveles superiores están constituidos por microdolomías hipidiotópicas con sílex en capas de 5 a 10 cms, *mudstones* grises con sílex (biopelmicritas dolomíticas recristalizadas con espículas, crinoides y ostrácodos), *grainstones* oolíticos blancos (oosparitas dolomíticas con bioclastos de moluscos, crinoides y algas) y *mudstones* blancos brechoides en capas de 40-60 cms con porosidad fenestral (intra biomicritas dolomíticas con foraminíferos y algas). Contienen *Cayeuxia* sp., *Lituosepta* sp., *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINER), textuláridos y ostrácodos.

En la sección de El Gargantón el techo de la unidad consiste en *mudstones*, calizas recristalizadas, brechas calcáreas y calcarenitas con cuarzo estratificadas en capas decimétricas con diques neptúnicos, coronadas por un *hard-ground* ferruginoso. Las microfacies son de biopelmicritas con espículas, ostrácodos, foraminíferos y crinoides y brechas con intraclastos de micrita. *Lenticulina* sp., *Astacolus* sp. y *Lingulina* gr. *pupa* (TERQ.) es la microfauna determinable.

En base a las escasas estructuras sedimentarias observadas, composición litológica y contenido paleontológico, a esta unidad se le atribuye un medio de plataforma carbonatada somera sometida a la acción de las mareas.

Por su contenido paleontológico y microfacies su edad comprende desde el Triásico superior-Lías inferior al Lías medio. El *hard-ground* del techo sin duda corresponde a la discontinuidad pliensbachense.

1.2.2.2. **Calizas nodulosas, calizas oolíticas, calizas con sílex y margas** (11). **Lias medio superior-Dogger-Malm**

En esta unidad cartográfica se ha incluido el resto de la sucesión jurásica de la unidad de Sierra Mágina, ya que por su espesor reducido, laminación tectónica y condiciones de afloramiento no es posible representarla con mayor detalle. Aflora en todo el borde septentrional de la sierra y en el Barranco del Gargantón, donde se ha levantado una sección estratigráfica. Generalmente aflora en las laderas de los relieves originados por las calizas y dolomías liásicas muy cubierta por depósitos coluviales. El espesor de la unidad es del orden de 200 metros, con las reservas debidas a las condiciones tectónicas de los afloramientos.

En la sección de El Gargantón se reconocen los siguientes tramos de muro a techo:

1) 20 m de calizas nodulosas alternando con margas verdes (*packstones-wackestones* con glauconita). La microfacies es de biomicritas arcillosas con trazas de cuarzo y bioclastos de crinoides, braquiópodos, ostrácodos y radiolarios, con microplancton en la matriz. Se encuentran sobre el *hard-ground* del Lías medio, y contienen además *Lingulina* gr., *pupa* (TERQ.), *Pseudoglandulina*, *Nodosaria* y *Dentalina*. Pliensbachiense inferior-Toarciense inferior.

2) 40 m de calizas nodulosas rojizas con juntas margosas ("facies Ammonítico Rosso"). Al microscopio son biomicritas con óxidos de hierro, microfilamentos, ostrácodos, espículas, radiolarios y microplancton en la matriz. Hay ammonites corroídos. GARCIA ROSSELL (1972) cita *Harpóceras* sp., *H. falcifer* (SOW.) y *Phyllóceras* sp. Al microscopio además de microfilamentos y radiolarios se determina *Eothrix alpina* (LOMB.). Toarciense-Aaleniese.

3) 30 m de ritmita formada por calizas nodulosas y margas. Son biopelmicitas con óxidos de hierro, cuarzo detrítico, microfilamentos, crinoides, foraminíferos y microplancton. Contienen *Eothrix alpina* (LOMB.) y *Globochaete alpina* (LOMB.). Dogger.

4) Un tramo de unos 20 metros, que origina un escarpe morfológico y puede aparecer muy replegado, de calizas oolíticas (oobiopelasparitas) y *mudstones* blancos. En los afloramientos del sector septentrional de la Sierra las calizas oolíticas (oosparitas) contienen algas, miliólidos e intraclastos. Los *mudstones* son biogravelmicritas con microfilamentos. Su contenido micropaleontológico, con *Trocholina alpina* (LEUP.), *Nautiloculina oolithica* (MAHLER), *Protopenneroplis striata* (WEYNSCH), *Eothrix alpina* (LOMB.), *Pseudochrysalidina* sp., etc., indican una edad Dogger, probablemente Bathoniense.

5) Sobre el tramo oolítico hay una alternancia de 40 a 50 metros de potencia de calizas con sílex y margas verdosas en capas centimétricas, en la que aún se observan algunos niveles oolíticos, aunque fundamentalmente son biomicritas con estructura algal y foraminíferos del Dogger.

6) El techo del Jurásico está constituido por unos 30 metros de calizas nodulosas rojas ("Facies Ammonítico-Rosso"), con abundantes Ammonites (biomicritas arcillosas con óxidos de hierro) y radiolarios, *Saccocoma* y *Eothrix alpina* (LOMB.). La edad Oxfordiense de este tramo es segura, y posiblemente incluye niveles más altos del Malm.

La serie jurásica de Sierra Mágina comprende pues términos desde el Lías medio al Malm, con un espesor reducido respecto al del Jurásico de las Unidades Intermedias, y unas características similares al del resto del Subbético externo septentrional.

Los espesores y facies (abundancia de "Ammonítico-rosso") indican que se trata de facies pelágicas condensadas. No obstante destaca la presencia de intercalaciones de calizas oolíticas, que algunos autores han considerado equivalentes (por su posición) de la Fm. "Calizas oolíticas de Jabalcuz" de las Unidades Intermedias. MOLINA *et al.* (1984) evidencian que los niveles oolíticos del Subbético externo, con colonias de corales y oncolitos en el sector de Cabra y Puentegeñil, son facies de aguas someras.

El conjunto de características de esta unidad (facies pelágicas condensadas con intercalaciones de calizas de aguas someras) permiten interpretarla como un alto fondo o umbral pelágico, o como una plataforma aislada de tipo "plateau" que tras la fragmentación de la plataforma somera liásica separaba los surcos subsidentes de las Unidades Intermedias y del Subbético medio.

1.2.3. Jurásico de Facies tipo Huelma

En el sector SO de la Hoja, al NO de Huelma, hay un afloramiento de materiales jurásicos y cretácicos cuyas características difieren de los de Unidades Intermedias y de la Unidad de Mágina. Es una serie poco potente con un Lías superior con margocalizas, un Dogger con calizas tableadas y Ammonítico-rosso, sin niveles oolíticos y un Malm con brechas calcáreas. Su posición tectónica no es clara, y paleogeográficamente podría tratarse bien de una serie intermedia entre las Unidades Intermedias y el Subbético externo septentrional, bien del Subbético externo meridional.

La zona de Huelma está dividida en dos sectores por una falla de rumbo NNO-SSE. La serie jurásica se ha caracterizado en el sector occidental, en el límite con la Hoja de Huelma.

1.2.3.1. Dolomías y calizas dolomíticas (5). *Lías inferior-medio*

Esta unidad corresponde a unos pequeños afloramientos, situados en el borde meridional de la Hoja, de dolomías y calizas dolomíticas grises de aspecto masivo que constituyen la base de la serie jurásica. Son asimilables a la Formación Calizas y dolomías del Arroyo Recuchillo descritas en los dominios anteriores.

1.2.3.2. *Calizas tableadas, calizas margosas y margas* (6). *Lías medio y superior-Dogger*

Corresponde a un tramo blando en el que se encajan los barrancos, apareciendo muy cubierta por depósitos cuaternarios. Su potencia se estima en unos 50 metros, aunque fuera de la Hoja puede aumentar hasta el centenar.

La base, generalmente muy cubierta, es una alternancia de calizas (*packstones-wackestones*) oscuras y margas grises en capas de 5 a 10 cms.

Hacia la parte superior pasa a alternar *mudstones-wackestones* arcillosos grises y margas calcáreas azuladas, estratificadas en capas de 5 a 20 cms. La proporción de margas disminuye progresivamente hacia el techo. La bioturbación es importante, y hay nódulos de pirita y niveles de *slumping*. Contienen radiolarios, crinoides y ostrácodos, y se ha determinado *Lenticulina* cf. *münsteri* (ROEM.) y *L. cf. subalata* (REUSS).

La edad se interpreta como depósitos pelágicos de talud. Es Lías medio a Dogger (Pliensbachense superior-Toarciense-Aalenense).

1.2.3.3. **Calizas tableadas y calizas nodulosas (8). Dogger**

Esta unidad se superpone a la anterior originando un resalte morfológico que da lugar a cuevas y *hog-backs*.

Tiene un espesor total de 35-45 metros y presenta dos tramos litológicos:

1) El tramo inferior consiste en unos 20 a 30 metros de calizas gris oscuro de aspecto tableado, bien estratificadas en capas de 5 a 10 centímetros, con *mudstones-wackestones* (biomicritas) bioturbadas con microfilamentos, radiolarios, espículas y fragmentos de crinoides. La bioturbación es intensa (*chondrites*).

2) Sobre las anteriores hay un tramo de unos 15 metros de calizas nodulosas blancas y rojas, ocasionalmente con sílex, con abundantes ammonites, que culmina con un nivel de caliza nodulosa roja y verde, de facies "Ammonítico-rosso". Los ammonites, que aparecen corroídos, pueden ser de gran tamaño. Este nivel, dependiendo del contenido en arcilla, presenta facies calcáreas o fluidales. Al microscopio se presentan como biomicritas arcillosas con microfilamentos, radiolarios, protoglobigerinas, fragmentos de crinoides, embriones de ammonites y *Eothis alpine*. Su edad es Dogger.

Lateralmente sobre el nivel de "Ammonítico rosso" pueden aparecer algunos metros de calizas (biomicritas) laminadas con juntas margosas y capas y nódulos de sílex. Son lumaquelas de filamentos (*Posydonomias*, *Eothis alpine*, LOMB.) como los que aparecen en el techo del Dogger (Calloviense?) de las Unidades Intermedias (ver apartado 1.2.1.3.).

Desde el punto de vista sedimentológico esta unidad está constituida por depósitos pelágicos, sin influencia de materiales procedentes de la plataforma, depositados en una zona con pequeña tasa de sedimentación. Pueden enmarcarse en una zona de umbral pelágico o de la parte superior alta de un talud.

1.2.3.4. **Brechas calcáreas, calizas y margas** (13). **Malm**

Corresponden a los niveles que coronan la serie jurásica de este sector. Su expresión morfológica es variable, dependiendo de la importancia de los niveles de brechas que coronan al tramo margoso inferior.

Su espesor es variable. Se han encontrado variaciones 30 a 50 metros, aunque lateralmente, en la Hoja de Huelma, parece aumentar notablemente. También se pueden diferenciar dos tramos:

1) EL inferior tiene 10 a 15 metros de espesor y suele aparecer totalmente o parcialmente cubierto al originar un tramo blando en la topografía. Los afloramientos accesibles presentan una alternancia rítmica de margocalizas (*mudstones*) grises y margas gris oscuro y verdosas. Las primeras son biomicritas con radiolarios, protoglobigerinas y espículas. Contiene *Lenticulina münsteri* (ROEMER), *Ammodiscus tenuissimus* (GUMB), *Glandulina*, *Astacolus*, *Glomospira*, etc. Algunos indicios apuntan la posibilidad de que en la base exista un nivel de margas radiolaríticas rojas, aunque las condiciones de afloramiento no han permitido confirmarlo.

2) El tramo superior está constituido por un nivel de brechas y megabrechas calcáreas que en la Hoja tiene un espesor de 10 a 30 metros, aumentando hacia el Oeste, donde lateralmente se organizan y pasan a un olistolito de grandes dimensiones. Este tramo presenta gran complejidad y variabilidad, observándose brechas calcáreas poligénicas con gradación positiva, brechas en cuerpos lenticulares con niveles de calcarenitas gravelosas con estratificación cruzada, brechas masivas con escasa o nula matriz, brechas con imbricación de cantos, olistolitos y fragmentos de estratos, y bloques o estratos de calcarenitas.

Los niveles de calcarenitas contienen *Nautiloculina oolithica* (MOLTHER), *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINER), *Polygonella incrustata* (ELLIOT), *Everticyclammina virguliana* (KOECHLIN) y *Pseudochrysalidina* sp.

El techo de la unidad es erosivo, y sobre ella se apoyan materiales del Cretácico inferior.

La ritmita del tramo inferior se interpreta como sedimentos pelágicos de la parte alta de un talud o de umbral pelágico. Las brechas son depósitos proximales de talud submarino, ligadas a un escarpe o talud en relación con una reactivación tectónica o halocinética.

Los niveles calcareníticos podrían proceder de las zonas de plataforma adyacentes. Asociaciones de facies similares se han descrito en otros puntos del Tethys jurásico (Alpes suizos, EBERLI, 1987).

La edad de esta unidad es Malm, sin que se puedan ofrecer mayores precisiones.

1.3. CRETACICO

El Cretácico está representado en la serie estratigráfica de todos los dominios estructurales de la Hoja de Torres. Tiene un desarrollo importante en el Prebético, en el que constituye los

únicos afloramientos de materiales mesozoicos mientras que en la Unidad de Mágina su importancia es pequeña.

En la Hoja sólo ha sido estudiado anteriormente por GARCIA ROSSELL (1972) y COMAS y RUIZ-ORTIZ (1982), aunque se encuentran algunas referencias locales en los trabajos de síntesis de BAENA y JEREZ (1982) y VERA *et coll.* (1982).

1.3.1. Cretácico del Prebético

Los afloramientos cretácicos más importantes están situados al Oeste del Accidente de Bélmez-Benalúa. Corresponden a la Unidad o Formación "Calizas de Jaén" (SANZ DE GALDEANO, 1972; VERA *et coll.*, 1982), que constituye los relieves Aznatin, Cueva del Aire-Serrezuola de Bedmar y Golondrina. Su edad es Albiense-Cenomaniense, aunque GARCIA ROSSELL (O.C.) describe materiales cretácicos de edad Neocomiense a Mastrichtiense.

Los materiales cretácicos de este sector constituyen el zócalo de los depósitos miocenos del Prebético interno y están despegados del resto de la cobertera mesozoica y desplazados hacia el Norte (ver capítulo 2. TECTONICA).

Al Este de dicho accidente aparecen materiales cretácicos diferentes, de edad más antigua o más moderna que los de la Fm. "Calizas de Jaén", atribuibles a las formaciones "Villares" y "Quipar-Jorquera", respectivamente.

La fragmentación de los materiales cretácicos, al Oeste de la falla de Tiscar, es una característica de las series del Prebético Interno. En este sentido, la serie descrita por GARCIA-HERNANDEZ *et al.* (1982) en las proximidades de Pegalajar es posiblemente una sección excepcional en la que existe registro continuo desde el Berriasiense hasta el Cenomaniense.

1.3.1.1. *Margas y margocalizas* (14). **Cretácico inferior**

Se han cartografiado dentro de esta unidad los afloramientos de margas y margocalizas grises y blanquecinas con ammonites piritizados, de la zona norte del río Jandulilla (Bco. de Jacoba y al S. del Cerro de Cabeza Mesada) y en las inmediaciones de la falla de Bélmez-Benalúa, al Este del pico de la Golondrina. Estos afloramientos, por lo general de poca extensión, se encuentran intensamente tectonizados, lo que unido al carácter fácilmente erosionable de los materiales han dificultado su caracterización.

Una muestra tomada al Sur de Cabeza Mesada ha proporcionado la siguiente microfauna: *Epistomina cf. ornata* (ROEM.), *Lenticulina ouachensis* (SIGAL), *L. eichenbergi* (BART/BRAND), *L. macrodisca* (REUSS), *Spirillina neocomiana* (MOULL.), *Marginulinopsis* (F.) *schloenbachi* (REUSS), *Lingulina cf. loryi* (BERTH.), *Dentalina sp.*, *D. distincta* (REUSS), *Marssonella hauteriviana* (MOULL), que datan al Hauteriviense. De otra muestra recogida en la zona del Bco. de la Jacoba se ha clasificado: *Lenticulina sp.*, *Marssonella oxycona* (REUSS), *Ammobaculites*

subcretacea (CUSHM/ALEX), *Hedbergella planispira* (TAPP.), *Planomalina* sp., *Epistomina* cf. *colomi* y *Sracenaria* sp. del Cretácico inferior, probable Aptense.

1.3.1.2. **Margas, areniscas y calizas** (18). **Albiense-Cenomaniense inferior**

Es una unidad cartográfica que origina zonas deprimidas y laderas que aparecen muy cubiertas por depósitos coluviales, que dificultan su caracterización. Aflora en tres sectores: en los núcleos de los anticlinales de la Golondrina y Aznatin, en la zona situada entre el Collado de los Cerro Cárceles y Almadén, y el Cortijo de los Prados, al pie de Mágina.

Las condiciones de afloramiento (suelos y estructura) no permiten levantar secciones estratigráficas en la Hoja de Torres, habiéndose caracterizado a partir de afloramientos y muestras puntuales. Se calcula un espesor superior a los 200 metros. Por su posición y facies correspondería al tramo inferior de la Unidad o Formación "Calizas de Jaén" (SANZ DE GALDEANO, 1973; VERA *et coll.*, 1982).

Los niveles más bajos afloran al Oeste de Aznatin, y consisten en una alternancia de areniscas calcáreas gradadas de tonos marrones y margas verdosas amarillentas. Las areniscas son silíceas con fragmentos bioclásticos (orbitolinas, moluscos, algas, briozoos y crinoides) y cemento calcáreo.

Los niveles superiores son una alternancia de margas y arcillas verdes y amarillentas con calizas (*packstones*) bioclásticos y calizas arcillosas. La bioturbación es moderada. Petrográficamente son biomicitas y micritas con granos de cuarzo (limo) y glauconita. Contienen equinodermos foraminíferos, globigerínidos, calciesferas, espículas, ostrácodos, etc.

La facies, contenido faunístico y evolución vertical de estos sedimentos permiten interpretarlas como depósitos de plataforma abierta.

Su contenido paleontológico, en el que cabe destacar *Orbitolina* gr. *conca* (LAM.), *Orbitolina aperta* (ERMANN), *Hedbergella planispira* (TAPPAN), *Hedbergella amabilis* (LOEBL./TAPPAN), *Hedbergella delrioensis* (CARSEY), *Hedbergella trochoidea* (GANDOLFI), *Hensonina lenticularis* (HENSON), *Favusella washitensis* (CARSEY), *Charentia cuvillieri* (NEUMANN), *Tritaxia pyramidata* (REUSS), *Neomeris* cf. *pfenderae* (KONISHI/EPIS), *Pithonella sphaerica* (KAUFM.), *Pseudotextulariella cretosa* (CUSHM.), *Patellina subcretacea* (CUSHM./ALEXANDER), *Gavelinella intermedia* (BERTH), *Neorbitolinopsis conulus* (H. DOUV.), *Cytherella ovata* (ROEMER), *Thalmaninella ticinensis* (GANDOLFI), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), *Eoguttulina* aff. *anglica* (CUSH./OZAWA), *Rotalipora apenninica* (D. RENZ), *Rotalipora evoluta* (SIGAL), *Rotalipora montsalvensis* (MORNOD), *Praeglobotruncana delrioensis* (PHIMMER), indica que la edad de esta unidad es Albiense-Cenomaniense inferior (Vraconiense).

1.3.1.3. **Calizas** (19) **y dolomías y calizas** (20). **Cretácico superior**

Corresponden a dos unidades cartográficas equivalentes, que forman la parte superior de la Formación "Calizas de Jaén". La unidad 19 representa la facies calcárea, y la 20 incluye los

niveles en que predominan materiales dolomíticos. Ambas dan lugar a relieves enérgicos con modelado kárstico, que emergen entre los materiales blandos del Vraconiense y del Mioceno en el sector occidental del Prebético, constituyendo los cerros de Golondrina, Cueva del Aire-Serrezuela de Torres-Albánchez.

En Golondrina la unidad es totalmente calcárea y tiene unos 600 metros de potencia. Sobre las arcillas y margas de la unidad anterior hay la siguiente sucesión:

- 80 m de calizas grises y beige (*packestones-grainstones bioclásticos*), algo dolomíticas y recristalizadas en capas de 10 a 100 cms, con algunos niveles nodulosos, rudistas piritizados, pectínidos y dientes de peces.

Al microscopio se muestran como biomicritas, intrabiomicritas e intrabiopelmicritas recristalizadas con glauconita, cuarzo y graveles micríticos, y fragmentos de orbitolínidos, miliólidos, globigerínidos, equinodermos, algas y moluscos.

- 180 metros de calizas (*grainstones* bioclásticos) blancos y calizas (*wackestones-mudstones*) recristalizadas con algunos oolitos, trazas de cuarzo y bioclastos.
- 170 metros, parcialmente cubiertos, de calizas (*mudstones*) beige.
- 80 metros de calizas (*packestones-wackestones*) bioclásticas blancas. Son biopelmicritas recristalizadas.
- 60 metros de calizas blancas (*grainstones* oolíticos y bioclásticos) que forman los escarpes que coronan la serie. Petrográficamente corresponden a oosparitas y biopelmicritas e intrabiomicritas con sombras de oolitos y bioclastos de miliólidos, algas, equinodermos, orbitolinas y rudistas.

En la ladera oriental del cerro aparecen niveles de calizas laminadas muy recristalizadas, con nódulos y capas de sílex que corresponden a los niveles más altos de la serie. Son biomicritas con glauconita y abundantes bioclastos.

En Cueva del Aire y Serrezuela de Bedmar la unidad aparece casi totalmente dolomitizada. Consiste en dolomías grises estratificadas en capas decimétricas. Texturalmente son dolomicritas con vacuolas de disolución de sales y dolomías cristalinas finas a medias, hipidióticas. Localmente a techo aparecen algunos niveles calcáreos formados por calizas *packestone-grainstone* (biomicritas) con trazas de cuarzo.

En Aznatín están representadas las dos facies. El tramo inferior corresponde a unos 400 metros de calizas (19) sobre las que yacen unos 100 ó 200 metros de dolomías y calizas decimétricas. Localmente a techo pueden aparecer de nuevo niveles calcáreos.

Los niveles calcáreos son *grainstones* y *packestones* bioclásticos recristalizados, de tonos amarillos y blancos, con algunas dolomicritas. Petrográficamente hay intrabiopelmicritas e

intrabiomicritas, dolomíticas y recristalizadas, con cuarzo de tamaño arena, glauconita y ocasionalmente oolitos. Los bioclastos son fragmentos de orbitolinas, moluscos, equinodermos, miliólidos y rudistas.

Los sedimentos de estas unidades se interpretan como depósitos de una plataforma carbonatada abierta y subsidente. GARCIA HERNANDEZ *et al.* (1982) les atribuyen una batimetría del orden de 150 metros, señalando que marcan la culminación de la somerización de la cuenca cretácica de este dominio, que tendría una profundidad de unos 400 metros durante el Valanginiense, predominio de los aportes sobre la subsidencia.

La unidad carbonatada es muy rica en microfauna, conteniendo: *Pithonella sphaerica* (KAUFM.), *Favusella washitensis* (CARSEY), *Trochospira avnimelechi* (HAMAOU/SAINT MARC), *Biplanata peneropliformis* (HAMAOU/SAINT MARC), *Coxites cf. zubairensis* (SMOUT), *Trocholina alpina* (LEUP.), *Pseudocyclammina rugosa* (D'ORB.), *Tritaxia aff. pyramidata* (REUSS), *Nummoloculina cf. heimi* (BONET), *Reussella ramonensis* (HAMAOU), *Orbitolina cf. conica* (D'ARCH.), *Neoiraquia cf. convexa* (DANILOVA), *Vidalina hispanica* (SCHLUMB.), *Merlingina ? cretacea* (HAMAOU/SAINT MARC), *Praealveolina sp.*, *Hedbergella sp.*, *Gavelinella sp.* y *Rotalipora sp.*, que indican una edad Cenomaniense.

No obstante alguna muestra de las calizas de la Serrezuela de Torres-Albánchez ha proporcionado *Pithonella sphaerica* (KAUFMAN), *P. ovalis* (KAUFMAN), *Hedbergella sp.*, *Heterohelix sp.* y *Globotruncana sp.* que podrán ser de edad Coniaciense-Santonense, y en margas que en cartografía se ha atribuido al Burdigaliense también se han encontrado globotruncanas del Maastrichtiense además de fauna eocena). No es de descartar, pues, que en este sector la serie cretácica alcance localmente niveles supraturonenses, como indicaba GARCIA ROSSELL (1982).

1.3.1.4. Margas y "Capas rojas" (21). Maastrichtiense

En la zona del río Guadiana Menor, a lo largo de una franja alargada de dirección NNO-SSE, que se corta por la carretera de Larva, afloran unos 80 a 100 m de unas margas y margocalizas blanquecinas que hacia el techo intercalan margocalizas y arcillas rojas de aspecto noduloso ("Facies de capas rojas"). La relación entre este tramo y los inferiores no se observa por ser un afloramiento aislado situado entre fallas inversas.

Muestras cogidas en la parte superior han proporcionado la siguiente microfauna: *Globotruncana contusa* (CUSHM.), *G. gansseri* (BOLLI), *G. trinidadensis* (GANDOLFI), *G. pattelliformis* (GANDOLFI), *Globotruncana stuarti* (DE LAPP), *Globotruncanella havanensis* (VOORWIJK), *Rugoglobigerina rugosa* (PLUMMER), *Abathomphalus intermedius* (BOLLI), *A. mayoraensis* (BOLLI), *Racemigumbellina fructicosa* (EGGER), *Heterohelix sp.*, *Pseudotextularia elegans* (RZEHA), *Gaudryina rugosa* (D'ORB.), *Clavulinoidea sp.*, *Bulimina limbata* (CUSHM.), *Pleurostomella sp.*, *Cibicoides voltziana* (D'ORB.), *Gluberina cuvillieri kikoine* (CHURCH), *G. ornaticissima* (CUSHM.), *Gyroidinoides sp.*, *Dorothyia sp.* y *Fronidularia sp.* Esta asociación indica una edad Maastrichtiense superior.

1.3.2. Cretácico de las Unidades Intermedias

En las Unidades Intermedias el Cretácico está representado en los dos sectores en que divide la Hoja el accidente de Bélmez-Benalúa. En el sector occidental aflora exclusivamente el Cretácico inferior, en el núcleo del sinclinal de Atanor y en una franja situada en la parte frontal del dominio, entre Cuadros y Torres. En el sector oriental el afloramiento más importante es el situado al NO de Cabra del Santo Cristo, constituido por materiales del Cretácico inferior, y además hay algunos afloramientos fragmentarios del Cretácico superior.

En GARCIA ROSSELL (1972), RUIZ ORTIZ (1980), VERA *et coll.* (1982), BRAGA *et al.* (1982) y COMAS Y RUIZ ORTIZ (1982), se encuentran los principales antecedentes bibliográficos sobre el Cretácico de este Dominio.

1.3.2.1. *Margas, calizas y areniscas* (16). *Cretácico inferior*

Es una unidad cartográfica de carácter esencialmente margoso que origina zonas deprimidas y vertientes regularizadas con recubrimientos de depósitos de ladera. En algunas zonas los procesos de erosión activa origina barrancos y cárcavas.

En el sector *occidental* se ha estudiado en las secciones estratigráficas de Cuadros y Sistillo, donde tiene un espesor del orden de 250 a 300 metros y se apoya discordantemente sobre el Jurásico superior. Es equivalente a la Formación "Calizas margosas y margas de Los Villares".

En Cuadros la base es un banco de *grainstone* bioclástico (intrabioesparita), sobre los que se dispone una alternancia de calizas (*mudstone-wackestone*) y margas grises, bioturbadas y con pirita, en capas de 10-40 cms. Las secuencias elementales son de *mudstone*-marga con *ripples*. La microfauna y los ammonites que contienen (con las zonas "*angulicostata*" y "*ligatus*" identificadas por BRAGA *et al.*, 1982) indican una edad Hauteriviense-Barremiense. En esta zona varios autores atribuyen a la Formación "Areniscas del Alto del Cerrajón" los niveles de margas y areniscas suprayacentes. A nuestro juicio estos materiales son de edad miocena, y consisten en su mayor parte en bloques de dicha formación resedimentados.

En el sinclinal de Atanor (techo de la sección de Sistillo) la base del Cretácico son 10 metros de calizas nodulosas que tienen un *hard-ground* a techo y se apoyan en *on-lap* sobre el techo del Malm. Son *mudstone-wackestones* bioturbados (biomicritas) con glauconita, belemnites y crinoides. Contienen *Calpionella alpina* (LORENZ), *C. elliptica* (CADISH), *Calpionellopsis simplex* (COLOM), *Globochaete alpina* (LOMB.) y *Protoglobigerinas* que indican una edad Berriasiense. Sobre ellas hay unos 75 metros de margas y margocalizas con intercalaciones de brechas calcáreas y niveles centimétricos de arenisca fina micácea con restos carbonosos y unos 170 metros de margas y margocalizas grises con niveles centimétricos de areniscas de grano fino con *ripples* de corriente. Localmente se observan niveles de *slumping*. Los niveles más altos contienen Radiolarios, *Tintinnopsella longa* (COLOM) y *Nannoconus* cf. *steinmanni* (KAMPTNER) que indican edad Valanginiense alto.

En el sector oriental la zona más favorable para la caracterización de esta unidad es el afloramiento de Cabra del Santo Cristo. La base de la unidad aflora al NNO del Cerro del Buitre (1.433), en continuidad con el Jurásico superior donde ha sido estudiada en detalle por COMAS y RUIZ ORTIZ (1982). Se diferencian los siguientes tramos:

- Unos 100 metros de margas y calizas margosas (*mudstones* arcillosos) con ammonites y *aptychus*, calcarenitas (*packstones* bioclásticos) y conglomerados, con *Tinorvella* sp., *Berriasella paramacilenta* (MACENOT), *Ptychophylloceras* sp., *Pseudosubplanites lorioli* (ZITTEL), *Berriasella cosanguinea* (BETOWSKI), *Philoceras* sp., *Delphinella baisseti* (LEHAGARAT), *D. barthei* (TOUCAS), *Pseudosubplanites combesi* (LE HAGARAT), *Proniceras* sp. y *Haploceras* sp., que indican una edad Berriasiense Superior (COMAS y RUIZ ORTIZ, 1982). Pasan gradualmente a:
- Más de 150 metros de alternancia de margas y margocalizas con intercalaciones de arenisca fina. La proporción de areniscas aumenta hacia el techo. La nueva asociación de microfauna, en la que destaca *Calpionellites darderi* (COLOM), indica que los niveles más altos de la sucesión estudiada son de edad Valangiense.

Los niveles más altos del Cretácico Inferior aparecen desconectados de este afloramiento, al Norte de la carretera de Cabra a la C-325. En esta zona se diferencian los siguientes tramos:

- Unos 120 metros de margas verdosas con niveles de 5 a 10 cms de *mudstones* y areniscas de grano fino con laminación, *ripples* y huellas de carga. Las areniscas son micáceas, con restos carbonosos. Hay pirita, bioturbación moderada, huellas de *Zoophicus* y niveles de *slumps*. A techo tienen una lámina de Keuper (falla u olistolito), disminuyendo el número y espesor de los niveles de arenisca. Contienen *Lenticulina eichorni variegata* (COLOM), *L. cf. münsteri* (ROEMER), *Spirillina neoconiana* (MOULLADE), *Ammodiscus cretacea* (REUSS), *Palaeogaudryna textilaroides* (REUSS) y *Dentalina cf. distincta* (REUSS), que indican una edad Hauteriviense Superior-Barremiense.
- 90 a 100 metros de margas gris oscuro y negras con intercalaciones de areniscas silíceas y micáceas marrones con gradación positiva, laminación y *ripples*, con cemento carbonatado, y *grainstones* de orbitolinas con fragmentos de equinodermos (radiolas de *Cidaris*) y belemnites y cantos blandos. Hay *slumps*, nódulos de hematites, yeso secundario, troncos vegetales carbonizados y algún nivel de *mudstone* gris. La microfauna es muy abundante: *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Conoralites cf. aptiensis* (BETT), *Spiroplectinata annectens* (PARKER-JONES), *Gyroidinoides loetterlei* (TAPPAN), *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Lenticulina gaultina* (BERTH), *Planomalina cheniourensis* (SIGAL), *Hedbergella planispira* (TAPPAN), *H. trochoidea* (GANDOLFI), *H. infracretacea* (GLAESSN) y a techo *Gavelinella barremiana* (BETT), *Lenticulina macrodisca* (REUSS) y *L. gaultina* (BERTH). Indica una edad Aptiense Superior a Albiense Inferior.
- Unos 70 metros de alternancia de margas nodulosas grises y calizas (*mudstone-wackestone*) en capas de 10 a 20 cms con *Trixtix cf. acutangulum* (REUSS), *Pseudoclavulina irregularis* (COLOM), *Haplophragmoides concavus* (CHAPMAN), *H. cf. depressa* (LOZO), *Pleurostomella*

obtusa (BERTH), *Gavelinella intermedia* (BERTH), *Citharina recta* (REUSS), *Gyrodionides loetterlei* (TAPPAN), *Hedbergella planispira* (TAPPAN), *H. cf. infracretacea* (GLAESSNER), que indican edad Albiense.

Las series del Cretácico Inferior representadas en esta unidad cartográfica muestran diferencias entre los sectores occidental y oriental definidas por el accidente de Bélmez-Benalúa.

En el occidental el Cretácico se caracteriza por una serie calcárea con alguna influencia terrígena y niveles de brechas en relación con escarpes activos, asimilable a la Fm. Villares, que se apoya discordantemente sobre el Malm. La edad de su base varía de Berriasiense a Hauteriviense. Son facies de surco pelágico, propias de una zona de pie de talud-llanura de cuenca.

En el sector oriental el Cretácico aparece en continuidad sobre el Jurásico. La sedimentación tiene una fuerte influencia detrítica carbonatada, con turbiditas distales, y características anóxicas en el Aptiense-Albiense. Su edad comprende desde el Berriasiense al Albiense y no es claramente equiparable a ninguna de las formaciones clásicamente definidas en las Unidades Intermedias (Fms. Villares y Cerrajón). Son facies de surco pelágico, que para COMAS y RUIZ ORTIZ (1982) constituyen una secuencia recesional en la que se pasa de depósitos canalizados a facies de llanura de cuenca.

1.3.2.2. **Margas y margocalizas** (22). **Cretácico Superior**

Existen dos afloramientos de esta unidad en el sector oriental de la zona, uno de pequeño tamaño, al Oeste del Cerro del Buitre en la Sierra de Cabra del Sto. Cristo, y otro en la esquina SE de la hoja próximo a la carretera que va a la estación de Huelma. Para la descripción nos basaremos en este último ya que el primero no presenta suficiente exposición.

Por el camino que desciende desde la carretera anteriormente citada hasta el Cortijo de los Frailes, se corta la siguiente sucesión:

- 50 m de margas blanquecinas con capas centimétricas de margocalizas.
- 35 m de una alternancia de margocalizas y margas en capas de unos 20 a 30 cm de espesor, de aspecto tableado. Predominan los tonos blanquecinos, aunque hay capas de color salmón y rojo anaranjado.
- 35 m de calizas tableadas (*mudstone*), alternando con margocalizas, en capas de 20 cm-
- 75 m de una alternancia de margas y margocalizas blanquecinas.

Las muestras estudiadas han proporcionado la siguiente microfauna: *Globotruncana* (*D.*) *concovata* (BROTZ), *G. (D.) primitiva* (DALBIEZ), *G. (D.) schneegansi* (SIGAL), *G. (M.) sigali* (REICHEL), *G. (M.) coronata* (BOLLI), *G. (M.) angusticarinata* (GANDOLFI), *G. (M.) marginata*

(REUSS), *G. (M.) renzi* (GANDOLFI), *G. (M.) marianosi* (PESSAGNO), *G. lapparenti* (BROTZEN), *Praeglobotruncana* sp., *Pithonella sphaerica* (KAUFM.), *Stensioina* sp., *Clavulinoides aspera* (CUSHM.) y *Gaudryina rugosa* (D'ORB.), que dan una edad para unidad Coniaciense-Santoniense.

1.3.3. **Cretácico del Subbético Externo (F. Tipo Mágina)**

En el subbético de la Unidad de Mágina sólo aparecen materiales cretácicos en la sección de El Gargantón, en posición invertida bajo el Jurásico. GARCIA ROSSELL (1972) describió la existencia de sedimentos "wealdenses" pertenecientes a esta unidad en el barranco de Bélmez. Estos niveles de areniscas silíceas caoliníferas y margas no pertenecen a la Unidad de Mágina, pues se encuentran bajo depósitos miocenos cabalgados por el Lías subbético y no tienen edad cretácica, pues han proporcionado abundante fauna de globorotalias y globigerinas que indican una edad Eoceno Inferior y que incluso puede estar resedimentada.

1.3.3.1. **Margas y margocalizas (15). Cretácico inferior**

Se trata de un reducido afloramiento situado a la entrada del barranco del Gargantón, muy tectonizado y cubierto por depósitos de ladera. Consiste en algunas decenas de metros de una ritmita de margas verdes y margocalizas gris verdoso estratificadas en capas de 10 a 20 centímetros.

Al microscopio son biomicritas arcillosas con cuarzo, piritita y materia orgánica. Contienen radiolarios, espículas, calciesferas y ostrácodos.

1.3.4. **Cretácico del Subbético Externo (F. Tipo Huelma)**

En la zona de Huelma la mayor parte de los afloramientos mesozoicos corresponden a materiales cretácicos. Se atraviesan a lo largo de la carretera de Cambil a Huelma, donde están muy replegados. Hacia el Oeste, sin embargo, queda un sector limitado por una falla NNO-SSE en el que la serie cretácica aparece en disposición monoclinial sobre el Jurásico.

La única descripción publicada de la sucesión cretácica de Huelma se debe a GARCIA ROSSELL (1978).

1.3.4.1. **Calcarenitas, margas y calizas (17). Cretácico inferior**

Esta unidad se corta a lo largo del camino que va desde el barranco de Collar a las inmediaciones del Cortijo de Gibalberca. Origina una morfología de cuesta y *chevrons* definidas por las capas duras y valles y barrancos que corresponden a los niveles margosos. Su espesor medio es del orden de 100 a 150 metros, valor que lateralmente puede variar de manera sensible.

Consiste en una alternancia de margas y calcarenitas bioclásticas en capas centimétricas, métricas con algunas intercalaciones de ritmita calcáreas, *paper-shale* y areniscas silíceas, que se ordenan según la sucesión siguiente:

Muro: Malm.

- 1) 15-20 m. Margas y calcarenitas bioclásticas ocreas en capas delgadas.
- 2) 5 a 25 m de margas y calizas (*mudstones-wackestones*) grises bioturbadas con piritita.
- 3) 15 a 40 m de calcarenitas bioclásticas con cuarzo, y *rudstone* de ostreidos, moluscos, briozoos, crinoides y corales. Se observan algunas secuencias con gradación positiva y laminación paralela, siendo frecuentes los cantos blandos en la base de los estratos que suelen tener de 30 a 60 cms.
- 4) Unos 40 m de margas hojosas oscuras (*paper-shale*) bioturbadas con piritita y embriones de ammonites, margas verdosas con niveles delgados de areniscas silíceas y calcarenitas bioclásticas gradadas, que culminan en un tramo de 5-6 cms de calcarenitas bioclásticas.

Los niveles detríticos de esta unidad se interpretan como depósitos turbidíticos procedentes de una plataforma somera bioclástica y arrecifal, intercaladas entre depósitos hemipelágicos de cuenca. Puede correlacionarse con la Formación Argos del Subbético (VERA *et coll.*, 1982).

Los niveles inferiores contienen: *Globorotalites* sp., *Hedbergella* cf. *trochoidea* (GANDOLFI), *H.* cf. *planispira* (TAPPAN), *Cytherella ovata* (ROEMER), *Trocholina* cf. *elongata* (LEOPOLD), *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Epistomina spinulifera* (REUSS), *Lenticulina* cf. *münsteri* (ROMER), *L.* cf. *cultrata* (MONTFORT.), *Cayeuxia* sp., *Cylindroporella* sp., que definen una edad Aptiense. La microfaua del techo indica ya edad Albiense: *Trixix* cf. *acutangulatum* (REUSS), *Fronicularia* cf. *planifolium* (CHAM.), *Marssonella oxycona* (REUSS), *Patellina subcretacea* (CUSH/ALEX), *Ammodiscus* cf. *planus* (LOEBL/TAPP.), *Gavelinella* cf. *intermedia* (BERTH.), *Dorothia* cf. *gradata* (BERTH.), *Hedbergella* cf. *infracretacea* (GLAESSN), *H.* cf. *planispira* (TAPPAN) y *Pleurostomella obtusa* (BERTH.).

En esta zona falta pues el Neocomiense, aunque en el sector oriental alguna muestra ha proporcionado fauna Barremiense.

1.3.4.2. **Margas y calizas. Capas rojas a techo** (23). **Cretácico Superior-Paleoceno**

Esta unidad descansa sobre la anterior. Por su naturaleza margosa origina un relieve alomado con importantes recubrimientos de suelos coluviales que dificultan su observación. Su espesor se estima del orden de 300 a 400 metros.

Consiste en una alternancia de margas, margocalizas y calizas (*mudstones-wackestones*), grises y blancas, en capas centi-decimétricas que a techo están coronadas por unos 5 a 6 metros de

calizas arcillosas rojas y blancas, de aspecto noduloso y lajoso ("facies de capas rojas"). Es asimilable a la Formación Quipar-Jorquera y se atribuye a un ambiente de cuenca pelágica.

Las condiciones de afloramiento no permiten el levantamiento de una sección estratigráfica detallada. Muestras del tercio superior de la sucesión ha proporcionado la siguiente microfauna: *Globotruncana (Dicarinella) schneegansi* (SIGAL), *G. (D.) imbricata* (MORNOD), *G. (Marginotruncana) coronata* (BOLLI), *G. (M.) sigali* (REIDEL), *Praeglobotruncana cf. stephani* (GANDOLFI) y *Gaudryina (Siphogaudryina) cf. stephensoni* (CUSHMAN), que indican edad Coniaciense.

A techo, los niveles de capas rojas contienen globigerinas y globorotalias, con secciones referibles a *Globigerina aff. triangularis* (WHITE), *Globorotalia aff. velascoensis* (CUSHMAN), *G. aff. aquea* (CUSHM/RENZ), *G. aff. elongata* (GLAESSNER) y *G. aff. pseudomenardii* (BOLL), que indican edad Paleoceno Superior.

Dado que el techo de la unidad inferior es de edad Albiense se supone que la unidad considerada comprende todo el Cretácico Superior y el Paleoceno, sin que se pueda precisar la edad de la base y la posible existencia de hiatos.

1.4. Terciario

El estudio del Terciario de la Hoja de Torres presenta una serie de dificultades, tanto de índole cartográfica como estructural y estratigráfica, que son necesarias tenerlas en cuenta al considerar las conclusiones elaboradas en esta memoria y que por tanto éstas no han de ser tomadas como excluyentes de otras interpretaciones.

Por una parte la carencia de corte estratigráficos que permitan definir y correlacionar especialmente unas unidades con otras. Los afloramientos son de reducidas dimensiones, y por lo general muy cubiertos dado el carácter fácilmente erosionable de los materiales que las componen.

En segundo lugar la intensa tectonización de los afloramientos que dificulta una interpretación de conjunto de las cuencas definidas durante esta etapa.

Por último la presencia de fauna resedimentada, en general en todos los niveles del Terciario, favorece la confusión tanto en la datación de algunos afloramientos como en la comparación de los resultados obtenidos por estas con algunas referencias locales en publicaciones consultadas.

A todos estos factores puramente geológicos enunciados anteriormente conviene añadir otro de carácter más interpretativo que es necesario tener en cuenta a la hora de hacer una reconstrucción de la zona por sus implicaciones sedimentológicas y estructurales. Nos referimos a la existencia de los materiales que componen lo que denominados como "Fm. Cambil" (descritos en el apartado 1.4.1.1.) y que diversos autores, BOURGOIS, J., 1975, BOURGOIS, J., et. al., 1974 y CRUZ SAN JULIAN, J., 1972, entre otros, ya habían puesto de manifiesto en

áreas alejadas de la nuestra, y que en esta zona junto con otros materiales se habían considerado hasta ahora como "Manto de Cambil".

El trabajo que con más amplitud estudia los terciarios de la zona es el realizado por GARCIA ROSSELL (1972). También es necesario considerar las aportaciones de carácter regional de MARTINEZ GALLEGO, J. (1977); MOLINA, E. (1979) y GONZALEZ DONOSO, J.M., *et al.* (1980 y 1981).

A la hora de sistematizar los terciarios nos encontramos con el inconveniente de qué criterio utilizar, bien considerarlos como unidades independientes del resto de los materiales mesozoicos, y hacer una descripción por grandes unidades tectosedimentarias, con los consiguientes apartados de las facies implicadas en cada una de ellas, o bien relacionar los distintos tipos de terciarios con las unidades estructuradas y paleogeográficas utilizadas al describir el Mesozoico.

Hemos optado por esta última representación para la leyenda ya que si bien no es completamente satisfactoria al solapar en ocasiones una misma facies en varias unidades estructurales y paleogeográficas, si es verdad que en general se observa que los sedimentos terciarios implicados en las zonas definidas para los materiales Mesozoicos son más antiguos al Sur (Zona del Subbético) que los situados al Norte (Zona del Prebético). Sin embargo en la descripción de la memoria utilizaremos los grandes ciclos deposicionales.

Dentro de la Hoja no se han observado afloramientos de Eoceno, aunque si existen bloques de esa edad formando olistolitos incluidos en las margas del Burdigaliense-Langhiense del Prebético. La descripción de estos materiales se realizará por tanto en el apartado correspondiente a dichas margas.

Fuera de la Hoja, aunque escasamente a 1 km del borde norte, se corta por la carretera de Larva a la estación de Quesada una serie eocena de unos 80 m de potencia, que se apoya directamente sobre la unidad de "Capas rojas" del Cretácico Superior-Paleógeno y aparentemente en concordancia con ellas. Esta serie está formada por margas blanquecinas con teñidos rojizos que hacia el techo intercalan niveles de calcarenitas (*grainstones*), en bancos de 1 m a 1,5 m. Estos bancos carbonatados presentan en ocasiones bases erosivas con un *lag* de conchas (restos de ostreidos) y estratificaciones cruzadas de bajo ángulo.

Las muestras estudiadas definen con bastante precisión tanto al Eoceno Inferior como al Superior. A techo de la serie se sitúan unas margas blanquecinas, con predominio de microfauna resedimentada correspondiente al Maastrichtiense, Eoceno Superior y escasos fósiles del Oligoceno, por lo que consideramos estos últimos materiales como mínimo de edad Oligoceno-Aquitaniense.

Valga esta descripción únicamente como un dato más de la sedimentación de los materiales eocenos en la región ya que no podemos afirmar que en el caso particular de este afloramiento, no corresponda a un bloque desenraizado, al no haber hecho un estudio detallado de su cartografía.

La muestra analizada de los tramos inferiores han proporcionado la siguiente asociación: *Globorotalia formosa formosa* (BOLLI), *G. aragonensis* (NUTT.), *G. quetra* (BOLLI), *G. broedermanni* (CUSHM/BERM.), *Globigerina linaperta* (FINLAY), *G. primitiva* (FINLAY), *G. soldadoensis* (BRONN.), *G. gravelli* (BRONN.), *G. soldadoensis angulosa* (BOLLI), *G. prolata* (BOLLI), *Anomalina* cf. *dorri* (COLE), *Tritaxilina bermudezi*, *Clavulinoides* sp. (C. cf. *alpina*, CUSHM.), *Osangularia* (*Parrella*) cf. *mexicana* (COLE) y *Cibicides* sp., que caracterizan al Eoceno Inferior.

Muestras analizadas en el techo de la sucesión eocena han proporcionado: *Globorotalia cerroazulensis* (COLE), *G. centralis* (CUSHM/BERM.), *Globigerina yeguaensis* (WEINZ/APPLIN), *G.* cf. *trilocularis* (D'ORB.), *G. venezuelana* (HEDBERG.), *G. parva* (BOLLI), *Globigerapsis index* (FINLAY), *Globorotaloides suteri* (BOLLI), *Cibicides cushmani* (NUTT.), *Osangularia* (*Parrella*) *mexicana* (COLE), *Nummulites striatus* (BRUG.), *N. fabiani* (PREVER), *Catapsydrax unicavus* (BOLL/LOEBL./TAPPAN), *Heterolepa perlucida* (NUTT.), *Asterodiscus stella* (GUMB.), que caracterizan al Eoceno Superior.

1.4.1. Unidades litológicas del Ciclo Oligoceno-Aquitaniense-Burdigaliense

Dentro de este ciclo hemos diferenciado una serie de facies distintas que se presentan de forma discontinua por gran parte de la superficie de la Hoja, aunque el mayor desarrollo lo presenta en el sector meridional de la misma.

Estas unidades cartográficas son las que presentan una mayor dificultad tanto a la hora de su diferenciación respecto a otras unidades como a la hora de su datación, ya que con gran frecuencia presentan formas resedimentadas, generalmente mesozoicas y eocenas, que en ocasiones componen la totalidad de la fauna encontrada en una sola muestra.

A pesar de estas dificultades se ha podido encajar el desarrollo de las unidades que a continuación se describen dentro de un esquema coherente.

1.4.1.1. **Arcillas rojas con cantos, gravas yesíferas, yesos y bloques (Fm. Cambil) (24). Olistolitos de materiales mesozoicos indeferenciados (25). Oligoceno-Aquitaniense-Burdigaliense**

La litología predominante de la Fm. Cambil (24) son las brechas poligénicas de matriz arcillosa, limolítica y yesífera con cantos (desde centimétricos a tamaño de bloques) de procedencia mayoritaria de la facies Keuper. También son relativamente frecuentes los cantos de otros materiales mesozoicos. Así, una muestra analizada (9069L) procedente de un canto de unos 5 cm, incluido en esta unidad, en la zona de Solera, ha proporcionado la siguiente microfauna del Cretácico Superior (Maastrichtiense): *Globotruncana stuarti* (DE LAPP.), *G. ganseeri* (BOLLI), *G. contusa* (CUSHM.), *G. elevata* (BROTZEN) y *Racemigumbellina fructicosa* (EGGER).

Asimismo, están presentes en forma de cantos centimétricos y bloques de dimensiones hectométricas, distintos pisos del Jurásico, como la muestra analizada en el Bco. Salmerón

(esquina SE de la Hoja) que ha proporcionado fauna del Pliensbachiense (*Paracypris redcarensis* (BLAKE), *Krausella lanceolata* (APOST.), *Hungarella contractula* (TRIEBEL), *Rhynchonella* sp.).

La mayor parte de las veces no existen buenos afloramientos que den una exposición reciente de estos materiales, y como cuando estos se encuentran alterados o poco recubiertos dan suelos y litología semejantes a los que da la facies Keuper, es muy difícil separar y diferenciar estos de aquella. Solamente un reconocimiento exhaustivo, así como el aspecto irregular que proporcionan los "bloques" a la Fm. Cambil en la foto aérea permite su separación. No obstante, es posible que algunos afloramientos dados como Keuper en la cartografía correspondan a esta unidad, fundamentalmente en las zonas con predominio de yesos. Por lo general ante la duda a falta de una evidencia absoluta se ha preferido representarlo como material triásico.

Dentro de la Hoja no se han encontrado cortes suficientemente interesantes como para poder levantar una sección detallada de estos materiales, solamente afloramientos puntuales, de algunos metros, donde se observa el carácter detrítico y sedimentario de su composición. Uno de estos puntos se encuentra en la pista que sale de la carretera de Huelma a Cambil y que baja del Bco. de la Cañada del Acero, donde se cortan varios afloramientos de un conglomerado de cantos redondeados de yeso, limolita y arcilla. Un lugar también interesante para hacer una observación de detalle sobre las características de estos sedimentos se encuentra fuera de la Hoja, como a 1 Km del borde E., en el camino que saliendo de la carretera la estación de Huesa, baja al Bco. de las Monjas. Allí se encuentran discordantes sobre las margas blanquecinas del Cretácico Inferior, unos canales rellenos de cantos de hasta 30 cm de yesos, dolomías, limolitas y areniscas.

El corte que permite estudiar con mayor detalle la composición y disposición de estos materiales en las zonas próximas a la Hoja de Torres, se encuentra a 1 Km al N. de Cambil (Hoja 947, Jaén) donde aflora en el desmonte de la carretera de Huelma. La sucesión es la siguiente:

Base: limolitas rojas de la facies Keuper.

20 m de brechas poligénicas sin cementar formadas por cantos por lo general de escasos centímetros de limolita, yeso, arcilla y dolomías, empastados en una matriz limo-arcillosa rojiza.

4 m de conglomerados de cantos dolomíticos.

10 m. Yesos masivos y laminados (posible bloque).

5 m de brechas poligénicas semejantes a las del primer tramo.

1,5 m. Conglomerados.

3 m. Cubierto.

10 m. Dolomías negras masivas (posible bloque).

12 m. Brecha poligénica semejante a la del primer tramo, con bloques de yeso y de la facies "Ammonítico rosso".

2 m. Conglomerado de cemento yesífero.

31 m. Alternancia de tramos de brechas poligénicas, con bloques intercalados y algún nivel de 3 m de potencia de conglomerados.

1 m. Yeso masivo.

3 m. Brechas poligénicas semejantes a las del primer tramo.

4 m. Yesos masivos (posible bloque).

15 m. Conglomerado de cemento yesífero.

25-30 m. Brechas poligénicas parcialmente cubiertas.

4 m. Conglomerado de cantos y cemento yesífero.

5-6 m. Brechas poligénicas con intercalaciones hacia el techo de margas amarillentas.

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 de la F. Keuper, 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 de la F. Keuper, requiere unos relieves próximos de esta facies que de 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, favorecida 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 proceso 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 ("*matrix support*") que incluye clastos de grandes dimensiones. Se trataría de depósitos de transporte en masa del tipo "*debris flow*".

Teniendo en cuenta las dataciones de los niveles margosos (Unidad 27) situados directamente encima de estos materiales en las zonas de Solera, Chantre, etc., suponemos una edad para esta unidad Oligoceno Superior-Aquitaniense.

Así pues, todo parece indicar que debió ocurrir una actividad extrusiva importante de la F. Keuper durante el Oligoceno terminal.

Hay datos en otros puntos, como el señalado anteriormente en el Bco. de las Monjas, en que estos materiales están organizados en forma canalizada y que interpretamos como equivalentes laterales de los anteriores, hacia zonas más distales, productos de corrientes no viscosas.

En cuanto a la unidad (25) constituida por olistolitos de materiales mesozoicos indiferenciados, se ha utilizado el criterio de cartografiar solamente aquellos más importantes y que por su tamaño fuesen cartografiables a esta escala, aunque existen bloques de todos los tamaños a partir del bloque de escala métrica.

La composición mayoritaria corresponde al Jurásico. Así, se han observado bloques correspondientes a brechas liásicas, a calizas y margas del Pliensbachiense, a facies "ammonítico rosso", etc. Mayor dificultad se presenta cuando el bloque pertenece a un material tan incompetente como el resto de la formación, como ocurre con diversos afloramientos de margas del Cretácico inferior. En estos casos es muy difícil determinar si pertenece a un bloque o a un afloramiento real de materiales cretácicos.

1.4.1.2. **Brechas y megabrechas (26). Oligoceno-Aquitaniense**

Se han cartografiado dentro de esta unidad una serie de pequeños afloramientos situados al oeste y suroeste de Cabra del Sto. Cristo y al norte y oeste de Bélmez de la Moraleda, formados por brechas y megabrechas de cantos angulosos de caliza y dolomía fundamentalmente jurásicos y en menor proporción cretácicos y eocenos, siempre que coexistiesen en el mismo afloramiento litologías de diversas procedencias y niveles estratigráficos. Es posible que

algunos bloques cartografiados en la unidad (25) tengan este mismo origen, pero a veces es difícil comprobarlo debido a la intensa cementación y dolomitización de las rocas.

Estos materiales suelen encontrarse asociados a los de la unidad (24) y se han interpretado como originados por los mismos procesos, pero en zonas en que el aporte de clastos carbonatados era prioritario.

1.4.1.3. **Margas (27). Oligoceno-Aquitaniense**

Esta unidad se apoya en algunos puntos concordantemente sobre la Fm. Cambil (24), y en otros se relaciona con ella mediante cambio lateral de facies, siendo por lo general tanto más potente cuanto menor sea la potencia de aquella. No obstante, esta facies margosa no suele sobrepasar en la región los 50 m (Zona de Chantre, esquina SE de la Hoja).

Esta constituida por margas blanquecinas con alguna intercalación hacia el techo de calcarenitas.

Muestras levigadas de esta unidad han proporcionado la siguiente asociación: *Globigerina rohri* (BOLLI), *G. biniaensis* (KOCH), *G. Ciproensis* (BOLLI), *G. Venezuelana* (HEDBERG), *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *G. primordius* (BLOW/BANN.), *G. inmatura* (LEROY), *Globorotalia kugleri* (BOLLI), *G. mayeri* (CUSHM./ELLISOR), *G. obesa* (BOLLI), *G. praescitula* (BLOW), *G. nana* (BOLLI), *Globorotaloides suteri* (BOLLI), *Bloboquadrina dehiscens* (CHAMP, DARR, COLL.), *Clavulinoides szaboi* (HANTK), *Cibicides cushmani* (NUTT.), *Bulimina jarvisi* (CUSHM./PARK.), *B. palmerae* (PARK./BERM.), *Vulvulina spinosa* (CUSHM.), *Pararotalia audonini* (D'ORB.) y *Amphistegina lessoni* (D'ORB.), que caracterizan en conjunto al Oligoceno Superior-Aquitaniense.

Además de abundante microfauna resedimentada del Cretácico Superior y Eoceno, que en algunas muestras eran la totalidad de la fauna levigada.

En laminada delgada se han clasificado: *Lepidocyclina (Eulepidina) dilatata* (MICHEL.), *Chapmanina gassinensis* (SILVESTRI), *Operculina cf. complanata* (DEFR.) y *Amphistegina lessoni* (D'ORB.), del Oligoceno.

1.4.1.4. **Calcarenitas (28). Oligoceno-Aquitaniense**

Afloran en la zona del Chantre, sur de Larva y en los alrededores de Solera. También hay pequeños afloramientos orlando a Sierra Mágina. Por lo general se sitúan concordantemente sobre las margas de la unidad (27), y cuando estas faltan, como en algunos puntos de la zona del Chantre, directamente sobre las brechas de la unidad (24).

Esta unidad está constituida por calcarenitas y calizas bioclásticas con algas, granos de cuarzo y localmente restos de ostreidos de tonos amarillentos, masivas o en bancos de 1 a 2 m.

Las mayores potencias se encuentran en el Chantre y al sur de Larva donde alcanzan unos 100 a 120 m.

Los afloramientos dentro de la Hoja no permiten levantar una columna detallada. En zonas próximas y siempre con carácter puntual se han observado en estos depósitos estratificaciones cruzadas de bajo ángulo. Los interpretamos como depósitos de playa (*foreshore* o *shoreface* superior).

Las muestras estudiadas en lámina delgada han proporcionado la siguiente microfauna: *Amphistegina lessoni* (D'ORB.), *Lepidocyclus (eulepidina) dilatata* (MICHEL.), *Miogyopsina* sp., *Mioplepidocyclus* sp., *Operculina cf. complanata* (DEFR.), *Lithothamnium* sp., *Miogyopsinoides* sp. y "*Microcodium*", que caracterizan al Oligoceno Superior-Aquitaniense.

Muestras levigadas en niveles margosos intercalados entre ls calcarenitas han permitido clasificar: *Globigerina venezuelana* (HEDBERG), *G. anguliseturalis* (BOLLI), *G. sellii* (BERSETTI), *G. rohri* (BOLLI), *Cassigerinella chipolensis* (CUSHM./PONTOW), *Cilindroclavulina cf. rudislosta* (HANTK.), *Clavulinoides szaboi* (HANTK.), *Nodosaria acuminata* (HANTK.), *Siphonodosaria nuttalli* (CUSHM./JARV.), *Amphistegina lessoni* (D'ORB.), *Lepidocyclus (Eulepidina) dilatata* (MICHEL.), *Textularia speyeri* (REUSS), *T. adalta* (CUSHM.), *Cibicides dalmatina* (V. BELLEN), *Bolivina tectiformis* (CUSHM.), *Gaudryina quadrilatera* (CUSHM.), *Uvigerina gallowayi* (CUSHM.). Esta asociación pertenece al Oligoceno Superior.

1.4.2. Unidades litológicas del Ciclo Burdigaliense-Langhiense-Serravaliense

Estas unidades afloran principalmente a lo largo de una franja de dirección E-O, en la zona norte de la Hoja. En parte se sitúan discordantes sobre las series mesozoicas y en parte están cabalgadas por la estructura de Albánchez de Ubeda-Las Hermanas. Al norte de la misma las series son más completas y están mejor representadas que al sur de ella, donde los afloramientos son reducidos y parciales.

Presentan en general los mismos problemas de datación y de diferenciación cartográfica que las unidades descritas en el apartado 1.4.1.

1.4.2.1. Areniscas, brechas, conglomerados y margas (29). Burdigaliense-Langhiense

Afloran en una franja estrecha de dirección E-O, en la zona de Albánchez de Ubeda y Torreón de Cuadros, donde se apoyan discordantemente sobre las margas del Cretácico inferior de las Unidades Intermedias. También hay un pequeño afloramiento de la Sierra de la Cabrita (al NO de Larva) donde se apoyan sobre yesos de la F. Keuper, y en la Sierra de Larva, donde se apoya sobre las calcarenitas de la unidad (28). En la zona meridional afloran al sur de Solera. Originan un escarpe morfológico debido a la incompetencia de los materiales situados por encima y por debajo de ellas.

En los afloramientos situados al N de Torreón de Cuadros, y que son visibles en las márgenes del río Bedmar, se observa una sucesión de unos 150 m formada de muro a techo por:

- Alternancia de conglomerados, areniscas conglomeráticas silíceas y margas con niveles de areniscas.
- Calcarenitas de grano grueso, con restos de ostreidos.
- Margas blancas y verdosas.

Estos tramos habían sido considerados en GARCIA ROSSELL (1972) como pertenecientes a la Fm. Cerrajón del Cretácico Inferior de U. intermedias.

En los niveles de areniscas se observan laminaciones cruzadas de pequeña escala y estructura *lensen* y *flaser*.

Las láminas delgadas estudiadas al microscopio corresponden a areniscas de grano grueso a microconglomeráticas, con cemento carbonatado. Los granos son mayoritariamente de fragmentos de rocas carbonatadas con escasos granos de cuarzo.

Los levigados de los niveles margosos han proporcionado abundante fauna resedimentada del Cretácico Inferior y Globotruncanas del Cretácico Superior.

Al ONO del punto descrito anteriormente, la sucesión presenta algunas variaciones respecto de esta; de muro a techo es la siguiente:

- Brechas calcáreas, conglomerados de cantos redondeados de hasta 0,5 m de diámetro, que presentan huellas de perforación debido a organismos. Estos cantos proceden de distintos tramos del Jurásico y de las areniscas de la Fm. Cerrajón (cretácico inferior).
- Margas verdosas.
- Areniscas calcáreas y margas con restos de Lamelibranquios y Corales.
- Areniscas y margas con grandes cantos redondeados con huellas de organismos perforantes.
- Margas.

Los levigados de las margas inferiores han proporcionado: *Rotalia beccarii inflata* (SEG.), *R. beccarii* (L.), *Elphidium crispum* (L.), *Cibicides lobatulus* (WALK/JACOB), *C. cf. ungerianus* (D'ORB.), del Mioceno Inferior (probable Burdigaliense), así como abundante fauna resedimentada del Albiense. En lámina delgada se han clasificado: *Amphistegina lessoni* (D'ORB.), *Operculina cf. complanata* (DEFR.) y *Miolepidocyclus sp.*, asimismo del Mioceno Inferior (probable Burdigaliense). Teniendo en cuenta estos datos, junto a la posición estratigráfica de la unidad se ha considerado para este conjunto litológico una edad Burdigaliense-Langhiense.

Estos materiales se han interpretado como depósitos de playas carbonatadas.

1.4.2.2. **Calizas algales** (30). **Burdigaliense-Langhiense**

Aflora en diversos puntos del sector noroccidental de la Hoja, donde se apoya discordantemente sobre el Cretácico Prebético.

El afloramiento más importante está situado en el borde N de la Hoja (al sur de Jimena). Aparece, orlando el Cretácico de Aznatin y en la Cueva del Aire y Serrezuela en Bedmar. En el Pico de la Golondrina no existe y allí las margas de la Unidad (31) se apoyan directamente sobre el Cretácico. La potencia varía entre 0 y 100 m.

En el afloramiento del Sur de Jimena afloran 70 m, formados en la base por calizas blanquecinas, en la parte intermedia por calizas bioclásticas con Algas (*grainstones*) y en la superior por calizas de Algas (*Lithothamnium*), en capas de 0,5 a 1 m de potencia. A techo presentan un *hard-ground* muy desarrollado.

Las muestras estudiadas han proporcionado la siguiente asociación: *Amphistegina lessoni* (D'ORB.), *Operculina complanata* (DEFR.), *Rotalia* sp., *Globorotalia* sp., *Lithothamnium* sp., *Miolepidocyclus* sp., así como restos inclasificables de Briozoos, Lamelibranquios, Equinodermos, etc.

Al N de Albánchez, afloran 30 m constituidos por calcarenitas, microbrechas y brechas calcáreas de tonos blanquecinos y beige, con Algas.

En la zona de Bedmar predominan las calizas de Algas (*Lithothamnium*), siendo visible a techo un *hard-ground* semejante al de Jimena.

1.4.2.3. **Margas grises y blanquecinas** (31); **Olistolitos de materiales** (2), (20), (32), (33) y (34). **Burdigaliense-Langhiense-Serravalliense**

La unidad de margas grises y blanquecinas (31) aflora a lo largo de una franja de dirección E-O, que ocupa gran parte de la zona norte de la Hoja. Otros afloramientos de menor extensión se encuentran en los alrededores de Larva y al sur de Torres, al pie del Pico de Cárceles.

La litología predominante son las margas grises y blanquecinas de aspecto astilloso, con intercalaciones de silexitas y areniscas calcáreas de grano fino de carácter turbidítico. Incluyen dentro de la masa margosa bloques de distinto tamaño, de los cuales los más importantes los describiremos al final del apartado.

Esta composición da unos terrenos blandos fácilmente erosionables que suelen encontrarse recubiertos por Cuaternario. En estas condiciones las observaciones han de ser puntuales, no

permitiendo levantar una columna detallada. La potencia supuesta puede oscilar entre 100 y 200 m sin poder hacer mayor precisión.

En Cabeza Mesada (sector nororiental de la Hoja) afloran unos 100 m de margas gris verdosas con capas centimétricas de areniscas pardo amarillentas, formando secuencias entre 0,5 a 1 m en las que el tramo basal de areniscas presenta en su base *flutes* y granoselección positiva con laminación paralela en el interior y con ripples y bioturbación moderada a techo de la capa.

Las muestras levigadas correspondientes a la parte baja de la unidad, contienen una asociación de Foraminíferos planctónicos definida por *Globorotalia acrostoma* (WEZEL), *G. mayeri* (CUSHM/ELLISOR), *G. siakensis* (LEROY), *G. obesa* (BOLLI), *G. archeomenardii* (BOLLI), *G. barisanensis* (LEROY), *Globigerinoides sicanus* (DE STEF.), *G. bisphaericus* (TODD), *G. trilobus* (REUSS), *G. subquadratus* (BRONN.), *Gasigerinella chipolensis* (CUSHM./PONT.), *Globigerina Woodi* (JENKINS), *G. venezolana* (HEDBERG) y *Praeorbulina glomerosa* (BLOW) (en algunas muestras). Esta asociación es típica del Burdigaliense Superior y Langhiense.

Los niveles más compactos localizados preferentemente en la parte inferior, presentan microfacies muy variadas (calizas arenosas con glauconita biomicritas), calizas bioclásticas con Rodofíceas (biomicritas) o incluso silexitas con microbandas de biomicritas. En todos los casos contienen secciones de Globigerinaceos, Foraminíferos Rotaliformes, *Amphistegina lessoni* (D'ORB.), *Operculina complanata* (DEFR.) junto a Algas Rodofíceas (*Lithothamnium*), Ostreidos y Briozoos.

En otras muestras levigadas situadas en posición más elevada, se ha reconocido una asociación de Foraminíferos planctónicos constituida por *Globorotalia menardii* (D'ORB.), *G. praemenardii* (CUSHM. y STAINF.), *G. obesa* (BOLLI), *G. mayeri* (CUSHM. y ELLISOR), *G. siakensis* (LEROY), *G. peripheroronda* (BLOW. y BANNER), *G. scitula* (BRADY), *Globoquadrina dehiscens* (CHAPM., PARR. y COLLINS), *G. altispira* (CUSHM. y JARVIS), *Orbulina universa* (D'ORB.), *Orbulina suturalis* (BRONN.), *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *G. inmaturus* (LEROY), *G. obliquus* (BOLLI), *G. inmaturus* (LEROY), *G. subquadratus* (BRONN.), *G. quadrilobatus* (D'ORB.), *Globigerina woodi* (JENKINS), *Globigerina* cf. *foliata* (BOLLI), *G. venezolana* (HEDBERG), *Globigerina* cf. *seminulina* (SCHWAG.) y *Cassegerinella chipolensis* (CUSHM. y PONTON). Es una asociación característica del Serravaliense Inferior. También hay que señalar que en algunas muestras se ha reconocido, además, *Praeorbulina glomerosa* (BLOW), *Globorotalia aerostima* (WEZEL) y *Globigerinoides sicanus* (DE STEF.), *G. bisphaericus*, (TODD), lo que indica que se trata de niveles de paso entre el Langhiense y Serravaliense. Los Foraminíferos bentónicos de las muestra situadas en posición relativamente alta son también muy abundantes y muchas especies son características del Mioceno Medio o incluso más altas. Se destaca *Anomalina grosserrugosa* (GÜMB.), *Anomalina fliuti* (CUSHM.), *Karrerella bradyi* (CUSHM.), *Eggerella bradyi* (CUSHM.), *Mortinottiella communis* (D'ORB.), *Vulvulina pennatula* (BATSCH), *Bulimina alsatica* (CUSHM. y PARKER), *Eponides umbonatus* (REUSS), *Chrysalogonium obliquatum* (BATSCH), *Gyroidina soldanii* (D'ORB.), *G. girardana* (REUSS), *Planulina renzi* (CUSHM. y STAINF.), *Nodosaria longiscata* (D'ORB.), *Cibicides mexicanus* (NUTT.), *C. lobatulus* (WALK. y JAC.), *Nonion padanum* (PERCOM.), *Uvigerina auberiana* (D'ORB.), *Bolivina arta* (MACFAD.), *Lagenodosaria scalaris*

(BATSCH), *Spiroplectammina wrighti* (SILV.), *Laticarinina pauperata* (PARK. y JONES), *Osangularia (parrella) mexicana* (COLE) y *Pleurostomella rapa-recens* (DERV.).

Esta unidad es la que presenta mayor proporción de elementos resedimentados, desde tamaños de bloques hasta el de partículas, entre los que se encuentran ejemplares de microfauna. Es frecuente encontrar en un mismo levigado especies pertenecientes a distintas edades. Este problema presenta mayor dificultad cuando el elemento extraño que cae a la cuenca tiene una composición litológica semejante a los materiales que se están formando en ella en ese momento, como ocurre en el caso de bloques de margas y margocalizas de edades anteriores incorporados a la unidad 31, pero que por las condiciones de exposición no son diferenciables de visu. Así, una muestra recogida en un afloramiento de este tipo, proporcionará una asociación faunística sin mezcla, perteneciente a sedimentos más antiguos que los que se tratan de estudiar.

OLISTOLITOS: Los bloques incluidos dentro de las margas de la unidad (31) son muy variables tanto en tamaño como en composición. Se han cartografiado solamente aquellos que ocupan una superficie adecuada a la cartografía.

- De Keuper (2): En las proximidades de Bedmar y al oeste del Pico de la Golondrina. Estos afloramientos están formados por Keuper más o menos caótico o reelaborado, y en el de la Golondrina tiene abundante yeso. Pueden contener cantos de carniola o caliza jurásica asociada. En el afloramiento de Bedmar estos materiales están coronados por brechas.
- De Jurásico indiferenciado (34): Suelen ir asociados a los anteriores en la zona sur de Bedmar.
- De calizas y dolomías del Cretácico Superior (20): Son materiales Cretácicos Prebéticos, englobados como bloques en las margas. Los más importantes están al N de Albánchez y en el valle al S. de Torres (Ayo. de Agua Blanca).
- De calizas y areniscas del Eoceno (33): Estos materiales que no aparecen en la serie estratigráfica del Prebético o Unidades Intermedias se han representado en un gran bloque en el Ayo. de Agua Blanca, al NO del Cerro Cárceles. Son calizas bioclásticas con Nummulites, brechas, conglomerados y areniscas con cantos de cuarzo, cuarcita y caliza jurásica, con abundantes Corales, Equínidos y Nummulites.
- De brechas y megabrechas (32): Aparecen intercalados entre las margas con geometría lenticular. Son mono a poligénicas. Las situadas más al N están compuestas por cantos y bloques del Cretácico Prebético, con escasa matriz arenosa y cemento calcáreo. Las más meridionales (E y NE de Albánchez) están constituidas por cantos y bloques de caliza y calcarenitas eocenas y del Mioceno Inferior.

1.4.3. Unidad litológica del Ciclo Serravaliense

1.4.3.1. *Calcarenitas y margas* (35). *Serravaliense*

Esta unidad presenta gran variedad de facies. El afloramiento más occidental, situado al SO de Bedmar, próximo al valle del Río de Albánchez, está formado por calcarenitas bioclásticas amarillentas. Más al Este, en la zona del río Jandulilla, está constituido por una alternancia de margas con niveles de margo calizas y calcarenitas. Más al este, en la zona de Dos Hermanas-Cabeza Mesada, está formada por conglomerados, calizas brechoides y calizas bioclásticas.

Se extiende directamente encima de la unidad 31, sobre la que descansa, probablemente, mediante una discordancia, no siempre observable.

Los niveles de margas frecuentemente contienen microfósiles resedimentados del Cretácico Inferior, Cretácico Superior, Eoceno y Burdigaliense-Langhiense. En algunos casos se han reconocido microfósiles de todos los niveles en la misma muestra levigada.

En otros casos se han reconocido microfósiles del Serravaliense, con una asociación de Foraminíferos planctónicos constituida por *Globorotalia praemenardii* (CUSHM. y STAINF.), *G. scitula* (BRADY), *G. mayeri* (CUSHM. y ELLISOR), *G. sialensis* (LEROY), *G. obesa* (BOLLI), *Globigerina praebulbides* (BLOW), *G. venezuelana* (HEDBERG), *G. foliata* (BOLLI), *Orbulina universa* (D'ORB.), *Orbulina suturalis* (BRONN.), *Beorbulina bilobata* (D'ORB.), *Globoquadrina altispira* (CUSHM. y JARVIS), *G. dehiscens* (CHAPM., PARR. y COLLINS), *Globigerinoides inmaturus* (LEROY), *G. obliquus* (BOLLI), *G. subquadratus* (BRONN.), *G. quadrilobatus* (D'ORB.), *G. trilobus* (REUSS) y *Cassigerinella chipolensis* (CUSHM. y PONTON).

Los niveles calcareníticos intercalados, son generalmente arenosos y contienen, en las láminas delgadas, numerosas secciones de microforaminíferos (*Vulvulina*, *Cibicides*, Rotálidos, Lagénidos, Globigerináceos, etc.) así como Briozoos, Equinodermos y fragmentos de *Lithothamnium*.

1.4.4. Unidad litológica del Ciclo Tortoniense

Aflora exclusivamente en la zona de Larva, donde está constituida por una serie monoclinas con buzamientos hacia el ENE.

Dentro de la Hoja de Torres solamente está representada por una unidad.

1.4.4.1. *Margas y areniscas* (36). *Tortoniense*

A un kilómetro al Oeste de Larva afloran unos 200 m de esta unidad. Está constituida por:

– Muro: yesos y margas de la Fm. Keuper.

- 3 m. Conglomerados y areniscas amarillentas. Los cantos son redondeados, de hasta 20 cm de diámetro y proceden del Cretácico. Presentan huellas de perforación por organismos.
- 24 m. Margas grises con capas de 10 cm de calcarenitas amarillentas, con algún nivel de unos 60 cm de areniscas de grano medio.
- 12 m. Alternancia de areniscas de grano medio y margas en secuencias positivas.
- 30 m. Margas grises con capas de 20-40 cm de areniscas de grano medio a fino. En la base de algunas capas se observan cantos blandos.
- 25 m. Alternancia de capas de areniscas de 1-2 m de potencia, y margas grises y blanquecinas formando secuencias positivas.
- 100 m. Margas blancas con alguna capa de arenisca intercalada.

Las muestras analizadas han proporcionado la siguiente asociación: *Lagenodosaria scalaris* (BATSCH.), *Plectofrondicularia raricosta* (KARRER), *Cibicides ungerianus* (D'ORB.), *Robulus rotulatus* (LAM.), *R. serpens* (SEG.), *Gyroidina soldanii* (D'ORB.), *Nonion pompiliodes* (FICHT/MOLL), *N. boueanum* (D'ORB.), *Uvigerina rustica* (CUSHM/EDW.), *Sphaeroidina bulloides* (D'ORB.), *Glandulina laevigata* (D'ORB.), *Gyroidina girardana* (REUSS), *Vulvulina pennatula* (BATSCH), *Laticarinina pauperata* (PARK/JONES), *Orbulina universa* (D'ORB.), *O. suturalis* (BRONN.), *Biorbulina bilobata* (D'ORB.), *Sphaeroidinellopsis seminulina* (SCHWAG.), *Globorotalia menardii* (D'ORB.), *G. obesa* (D'ORB.), *G. scitula* (BRADY), *G. acostaensis* (BLOW.), *G. pseudomiocenicca* (BOLLI/BERM.), *G. merotumida* (BLOW/BANNER), *Globigerina nepenthes* (TODD), *G. apertura* (CUSHM.), *G. falconensis* (BLOW), *G. bulloides* (D'ORB.), *Globigerinoides obliquus* (BOLLI), *G. inmaturus* (LEROY), *G. quadrilobatus* (D'ORB.), *Bolivinoidesmiocenicus* (GIANOTTI), *Chrysalogonium obliquatum* (BATSCH), *Ellipsoidina ellipsoides* (SEG.), *Lingulina seminuda* (HANTK.), *Elphidium crispum* (LINNE), *Bulimina alsatica* (CUSHM/PARK), *B. pupoides* (D'ORB.), *B. marginata* (D'ORB.), *Pullenia bulloides* (D'ORB.), *Siphonodosaria verneuili* (D'ORB.), *Nodosaria longiscata* (D'ORB.), *Dentalina aciculata* (D'ORB.), que caracterizan al Mioceno Superior (Tortoniense).

1.4.5. Unidad litológica del Ciclo Plioceno

Hemos asignado a esta unidad los depósitos conglomeráticos existentes en distintos puntos de la Hoja. Estos se distribuyen preferentemente en la zona de Cabra del Sto. Cristo y Larva, Otros afloramientos se encuentran en la margen izquierda del Río Jandulilla (en la vertiente oriental del Pico de la Golondrina y en la vertiente suoriental de Sierra Mágina).

Dentro de la Hoja de Torres solamente está representada por una unidad.

1.4.5.1. **Conglomerados, margas en la base (37). Plioceno-Cuaternario**

Está formada fundamentalmente por conglomerados de cantos redondeados (que pueden alcanzar los 0,5 m de potencia) de caliza y dolomías, y en menor proporción de calcarenitas, con cemento carbonatado y matriz limo-arcillosa rojiza. Los afloramientos situados al sur de la Hoja, presentan a techo de la unidad, niveles carbonatados cuya potencia aumenta hacia el sur. La potencia máxima alcanzada por esta unidad dentro de la Hoja, es de unos 40-50 m.

En la zona de Larva (afloramiento del Río Salado y por la carretera que une esta localidad con Cabra del Sto. Cristo), afloran, por debajo de los conglomerados, unos 20 m de margas y arcillas anaranjadas y rojizas. Las muestras levigadas han dado estériles o con fauna variada resedimentada. Se han considerado como de edad Plioceno-Cuaternario.

1.5. CUATERNARIO

1.5.1. **Glacis (38). Pleistoceno**

Este tipo de depósitos constituyen recubrimientos del substrato en amplias zonas del sector oriental de la Hoja. Con frecuencia se apoyan sobre los materiales de naturaleza blanda, como son los del Trías margo-yesífero, en la zona de Larva y Bémez de la Moraleda-Solera, sobre las margas del Cretácico inferior, en la zona norte de Cabra del Sto. Cristo, o sobre tramos margosos y margocalizas de las distintas unidades del Terciario.

La litología de estos depósitos suele ser de conglomerados de cantos de calizas y dolomías, con matriz limo-arcillosa de tonos blanquecinos, amarillentos o rojizos. Sólo localmente presentan cementación incipiente.

1.5.2. **Terrazas (39) y (40). Pleistoceno**

En la Hoja de Torres los depósitos de terraza no se encuentran muy desarrollados.

Los más importantes corresponden a los cauces del Guadiana Menor (en la esquina NE de la Hoja), y el Jandulilla que presenta pequeños retazos al Oeste de Soleta. Hay dos pequeños afloramientos de la terraza alta (40) en la zona comprendida entre el Jandulilla y el Río Bedmar, al pie del Pico de la Cueva del Aire.

El primer nivel (39) se encuentra a unos 6-8 m de altura sobre el cauce del río Guadiana Menor y está formado por arena y cantos bien rodados, heterométricos y poligénicos.

El segundo nivel de terrazas (40) se sitúa a unos 20-25 m del nivel actual de los ríos Guadiana Menor y Jandulilla. Está formado por arena y conglomerados de cantos gruesos, matriz limo-arcillosa y cemento carbonatado.

1.5.3. **Coluvial encostrado** (41). **Pleistoceno**

Son depósitos situados en las inmediaciones de los relieves de la Sierra de Mágina y de los Picos de Aznatín-Albánchez, Cueva del Aire y Golondrina.

Por lo general están adosados a escarpes abruptos, afectados a veces por fallas recientes.

Están constituidos por cantos y bloques de caliza y dolomía, de forma irregular y de diversos tamaños, con escasa matriz limosa, y cementados por carbonatos. Por su aspecto externo son difíciles de diferenciar de los afloramientos mesozoicos de los cuales proceden.

1.5.4. **Coluvial** (42). **Holoceno**

Son muy frecuentes en las proximidades de los relieves de Sierra Mágina y de los Picos de Aznatín-Albánchez, Cueva del Aire y Golondrina.

Están formados por un depósito caótico de cantos de forma irregular y heterométricos, de carbonatos con matriz limo-arcillosa y escasa o nula cementación.

1.5.5. **Aluvial** (43). **Holoceno**

Los depósitos aluviales más importantes corresponden a los cauces del Guadiana Menor, Jandulilla y Bedmar.

Están formados por limo, arena y bolos bien rodados heterométricos y poligénicos.

1.5.6. **Fondo del valle** (44). **Holoceno**

Este tipo de suelos, de los que únicamente hemos cartografiado los más importantes siempre que no dificulten la interpretación del substrato, alcanzar un notable desarrollo sobre todo en las zonas bajas y en las de naturaleza margosa.

Los afloramientos de mayor extensión se encuentran al NO de Larva y al N de la Ermita de la Fuensanta (al S de Mágina), donde presentan un carácter endorreico.

Suelen estar constituidos por un depósito limo-arcilloso y margoso, de tonos grises y verde oscuro, en ocasiones con presencia de sulfatos.

2. TECTONICA

2.1. TECTONICA REGIONAL

Todos los autores están de acuerdo en considerar a las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas como la cobertera del zócalo de la Meseta, correspondiendo el Prebético a la parte estable y el Subbético a una zona de corteza adelgazada, que se compartimentó en varios bloques durante el Jurásico y Cretácico, dando lugar a las distintas cuencas y zonas altas.

Durante el Mesozoico las Zonas Externas se han considerado como un margen pasivo de tipo Atlántico en relación con la apertura del Océano Atlántico y del Tethys (VERA, 1981). La posición entre ambos condicionó su evolución tectosedimentaria, que sin duda refleja los principales acontecimientos de apertura y deriva de los dos océanos. La orientación del margen bético, oblicuo a las direcciones de apertura, posiblemente conllevó un comportamiento transformante de tipo californiano, con situaciones de transtensión más que de extensión pura (VEGAS y MUÑOZ, 1984). Ello explicaría la compleja compartimentación de las cuencas jurásicas y cretácicas.

A finales del Cretácico comienza la aproximación de África y Europa, lo que provoca la inversión tectónica del Tethys, iniciándose la formación de las Cadenas alpinas circummediterráneas. En las Cordilleras Béticas comienza el emplazamiento de los mantos de las Zonas Internas, y progresivamente la deformación se transmite hacia las Zonas Externas.

Dos son las características fundamentales de éstas:

- Un despegue generalizado de la cobertera a nivel del Trías con facies arcillosas y evaporíticas (Keuper), dando lugar a importantes desplazamientos hacia el Norte. No hay acuerdo entre los distintos autores en la datación de estos movimientos.
- Funcionamiento simultáneo y posterior de importantes fallas de desgarre que compartimentan los mantos durante el movimiento de unidades corridas unas sobre otras.

En el sector oriental de las zonas externas el Prebético se caracteriza por una estructura de cabalgamientos imbricados vergentes hacia la Meseta, que enraizan a nivel del Trías, y que adoptan una disposición doblemente arqueada. El estilo estructural varía en función de la proximidad al antepaís y de la serie estratigráfica involucrada. La deformación principal tuvo lugar durante el Mioceno inferior y medio. Las estructuras diapíricas del Trías evaporítico son frecuentes.

En el sector occidental, al Oeste de la falla de Tiscar, el prebético es alóctono, al menos la parte superior de su cobertera, y entre él y la Meseta se desarrolla una cuenta del antepaís, la Depresión del Guadalquivir (PORTERO y ALVARO, 1984).

El Prebético Interno es cabalgado por las Unidades Intermedias o por las unidades subbéticas. El cabalgamiento constituye un manto de corrimiento ya que su envergadura supera por lo general los 10 kilómetros.

La estructura interna de la zona Subbética es mal conocida. En ella se han definido infinidad de mantos y unidades de orden menor con criterios heterogéneos, generalmente de tipo estratigráfico. La falta de estudios estructurales rigurosos sumada a la propia complejidad de la zona, causan que la geometría y cinemática de la estructura del Subbético sean prácticamente desconocidas con cierta precisión en la actualidad.

En la transversal de la Hoja de Torres se vienen considerando clásicamente las siguientes unidades de Norte a Sur (SOLER y BERAESTEGUI, 1984):

a) Unidades del Guadalquivir, constituidas por materiales miocenos con abundantes bloques resedimentados, y materiales postectónicos.

b) Prebético alóctono. Es un manto formado por una serie de unidades miocénicas inconexas entre sí (Jaén, Pegalajar, Torres y Bedmar) y sedimentos miocenos sinorogénicos.

c) Manto de Jabalcuz-Cuadros, que incluye todas las Unidades Intermedias y cabalga sobre los materiales prebéticos. En este manto se incluyen las unidades de Jabalcuz-San Cristóbal-Ventana de Valdepeñas, Almadén-Cuadros, Ventana de Huelma y Ventana de Cabra.

d) Manto de Grajales-Pandera, constituido por la parte más septentrional de los materiales subbéticos. Incluye a las unidades de Mentidero, Grajales-Pandera y Mágina, que cabalgan claramente a las Unidades Intermedias y están cabalgadas por el manto de Ventisquero-Zegrí. La magnitud del corrimiento inferior es superior a los 20 kms en la transversal de Jaén.

Simultáneamente con el emplazamiento de los mantos y en ocasiones con posterioridad, han funcionado una serie de accidentes de desgarre que han compartimentado las distintas unidades. Hay varias familias en este sector de la Cordillera:

a) Desgarres dextrales de dirección NNO-SSE, como la línea de Frailes, la de Fuensanta de Martos y las que limitan por el Norte y Sur a la zona de Huelma. Su salto varía de 6 a 20 kilómetros. Son antetortonienses.

b) Desgarre senestral de Bélmez-Benalúa, de rumbo NE-SO y unos 15 kilómetros de salto probable.

c) El sistema de fallas dextrales NO-SE de Tíscar y Alicún de Ortega, con saltos superiores a 30 kilómetros. Permiten que el Subbético sobrepase al Prebético durante la fase del corrimiento hacia el Norte (*tear-faults*).

d) La falla de Moreda y satélites de Guadahortuna, al Sur de la Hoja, de dirección ENE-OSO, probablemente dextrales y quizás las más importantes por la magnitud del desplazamiento, que hipotéticamente pueden sobrepasar el centenar de kilómetros. Es continuación hacia el Oeste del accidente de Crevillente.

2.2. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

Excepto en la Tesis de GARCIA ROSSELL (1972) y en el informe de los permisos petroleros de Guadahortuna de SOLER Y BERAESTEGUI (1984) no se encuentran en la literatura geológica referencias específicas a la estructura de la Hoja de Torres.

Al Oeste, en la transversal de Jaén, la Tesis Doctoral de SANZ DE GALDEANO (1973) describe la estructura de este sector.

El examen del Mapa Geológico muestra la existencia de dos sectores con unas características estructurales propias, separados por un accidente de rumbo NE-SO que coincide en líneas generales con el curso del Río Jandulilla, que se ha denominado Accidente de Bélmez-Benalúa.

Este accidente, que se ha interpretado como un desgarre senestral en el apartado anterior se manifiesta sobre el terreno como una amplia franja tectonizada que separa dominios estructurales totalmente diferentes. Aunque sin duda ha funcionado como una falla de acomodación de gran envergadura (*tear fault*) durante el emplazamiento de los mantos, es probable que responda a una fractura profunda, en relación con la que todavía se manifiesta cierta actividad sísmica (terremoto con epicentro en Bélmez de la Moraleda durante la primavera de 1987).

2.2.1. Sector occidental

De Norte a Sur se distinguen los siguientes dominios: *Prebético - Unidades Intermedias - Unidad de Mágina - Zona de Huelma*.

El Prebético. Ocupa la parte septentrional de la Hoja, con una anchura de unos 5 kilómetros. Aflora también en ventana al Sur de Torres. Pertenece al dominio denominado regionalmente "Prebético de Jaén".

Está constituido por niveles del Cretácico medio-superior en facies de plataforma y depósitos miocenos con dos niveles: un tramo de calizas litorales y una potente sucesión de margas pelágicas con olistostromas y olistolitos. El Cretácico es el "zócalo" de los sedimentos miocenos, y no bloques resedimentados en ellos. La geometría de los pliegues que afectan al Cretácico implica que existe un despegue a nivel del Cretácico inferior que se ha deformado independientemente y posiblemente trasladado con respecto al resto de la cobertera triásica y jurásica del Prebético.

El diseño cartográfico presenta una estructura de tipo "cartón de huevos" por interferencia de pliegues ENE-OSO a NE-SO y pliegues NNO-SSE, con culminaciones antiformales formadas por materiales cretácicos y cubetas con margas miocenas.

La estructura más oriental es el *anticlinal de La Golondrina*, de rumbo ENE-OSO y marcada vergencia hacia el Norte definida por su flanco septentrional vertical o ligeramente invertido y el meridional con buzamientos de 30°-40°.

Al NO se encuentran los afloramientos cretácicos de *Cueva del Aire* y *Serrezuela de Bedmar*. El primero corresponde a un pliegue anticlinal similar a La Golondrina. Su flanco SO pasa a un sinclinal que aloja Mioceno y está cortado por una falla inversa ENE-OSO mediante la que es cabalgado por la Serrezuela de Bedmar. Esta originalmente debió ser un monoclinal, pero actualmente está plegada anticlinalmente según NNO-SSE. Los bordes occidentales de estas sierras, y de La Golondrina, son dos fallas de dirección NO-SE que hundan el bloque occidental.

En el borde occidental de la Hoja aparecen, de Norte a Sur, el pliegue de Jimena, un anticlinal tumbado vergente hacia el Norte con núcleo de materiales cretácicos y calizas miocenas y un sinclinal con margas miocenas que es cabalgado por los anticlinales tumbados del Arroyo de Pinar y de Aznatín. Estos pliegues afectan a las calizas y dolomías del Cretácico superior, que constituyen los principales relieves correspondientes a sus flancos normales. A su vez están afectados por pliegues NO-SE y fallas NNO-SSE, NE-SO y E-O con componentes normal y de desgarre. Al Sur de Aznatín hay un estrecho sinclinal E-O con Mioceno y un anticlinal que evoluciona a cabalgamiento en el flanco Norte entre Torres y Albánchez.

Al Sur de Torres, y rodeado de afloramientos de Unidades Intermedias, hay una zona de 7 a 8 km² constituida por margas miocenas con bloques de Cretácico y Eoceno de facies de plataforma y margocalizas del Cretácico Inferior que se ha interpretado como una ventana tectónica de materiales prebéticos.

Las Unidades Intermedias. Afloran al Sur del Prebético, ocupado el resto del sector excepto la Unidad de Mágina y la zona de Huelma. El nombre del dominio responde al de un área paleogeográfica situada entre el Prebético y el Subbético. Está constituido por una potente Facies Keuper con areniscas, evaporitas y arcillas (nivel de despegue regional), un Jurásico de más de 1.500 metros de calizas con facies pelágicas en el Dogger y Malm y un Cretácico inferior margoso.

En la parte occidental de la Hoja las Unidades Intermedias son claramente cabalgantes sobre el Prebético, con un recubrimiento superior a los 7 kilómetros (*ventana del Cortijo de los Prados*). Hacia el Este sin embargo el contacto no es tectónico en superficie, realizándose mediante el flanco normal del anticlinal de Cuadros, sobre el que se dispone el Mioceno prebético. El carácter mecánico hacia el Oeste y la disparidad de facies indican que aunque no haya cabalgamiento en superficie éste debe permanecer ciego, puesto que ambos dominios han experimentado una aproximación tectónica.

La estructura interna del dominio presenta mayor grado de organización que la del Prebético. En la zona oriental hay, de Norte a Sur, un anticlinal E-O, el *anticlinal de Cuadros*, que pasa al *sinclinal de Atanor*, con núcleo cretácico y su flanco meridional invertido y cabalgante hacia el Norte. Más al Sur sólo aflora el núcleo triásico del siguiente anticlinal, sesgado por el Accidente de Bélmez.

En la parte central el anticlinal de Cuadros evoluciona a un pliegue NE-SO fallado por el núcleo, que cabalga a su flanco inverso, y éste a su vez al Cretácico inferior del siguiente sinclinal, que también invertido se superpone al Prebético. El sinclinal de Atanor se continúa en el *sinclinal de Cárcelas*, con el flanco inverso bien desarrollado y sin cabalgamiento.

Hacia el Oeste las Unidades Intermedias quedan interrumpidas por la Ventana del Cortijo de los Prados, para reaparecer en el borde de la Hoja formando el monoclinial del pico Almadén. En la ventana los contactos Unidades Intermedias-Prebético generalmente están cubiertos o se presentan retocados por fallas posteriores que enmascaran los cabalgamientos, aunque su disposición no ofrece dudas. Es más, la disparidad entre la estructura interna de las Unidades Intermedias a ambos lados de la ventana sugiere que ésta está situada a favor de una rampa lateral o una zona de fallas de acomodación.

La parte más meridional de las Unidades Intermedias está constituida por materiales triásicos y depósitos oligomiocenos discordantes sobre ellos.

La Unidad de Mágina. Se corresponde con la unidad fisiográfica que origina los mayores relieves de la Hoja, con los vértices Mágina y Sierra de Mágina. Por sus características estratigráficas se atribuye al Subbético Externo septentrional, caracterizado por series jurásicas condensadas de alto fondo pelágico.

Tiene una forma elipsoidal, de 5x12 kilómetros, y está constituida fundamentalmente por dolomías y calizas liásicas. El Dogger y Malm aparecen en la parte frontal, en la ladera Norte de la Sierra, y en el barranco de El Gargantón.

Entre Mata-Bejid y el pie del vértice Sierra Mágina la serie jurásica aparece invertida, con el Lías sobre el Jurásico medio-superior, y el conjunto de la unidad cabalga a las Unidades Intermedias. El cabalgamiento generalmente se realiza sobre los depósitos terciarios que a su vez se apoyan discordantemente sobre los materiales jurásicos de las U.I. Este Terciario fosiliza flancos invertidos.

Al Norte y NO de Bélmez de la Moraleda el Lías de Mágina también cabalga al Terciario, que en esta zona se apoya sobre el Triásico. Por el Sur la unidad está rodeada de materiales triásicos, y el contacto se realiza mediante un conjunto de fallas normales de rumbo NE-SO y E-O que hunden el bloque de Mágina y afectan a depósitos cuaternarios.

La parte interna de la Unidad tiene una estructura de pliegues NE-SO suaves y fallas NE-SO y N-S. Cuando es posible observar estructuras sedimentarias en las calizas liásicas, estas muestran polaridad invertida.

En el Barranco de El Gargantón el nivel de erosión permite comprobar que la serie estratigráfica también aquí aparece invertida, con el Cretácico y el Jurásico medio y superior bajo el Lías.

Todas las observaciones coinciden pues en señalar que la Unidad de Mágina corresponde al flanco inverso de un gran pliegue que cabalga sobre las Unidades Intermedias.

La Zona de Huelma. Corresponde fundamentalmente a los afloramientos mesozoicos que ocupan la esquina SO de la Hoja. Aparece dividida en dos partes por una falla de desgarre de rumbo NNO-SSE. En la parte oriental afloran exclusivamente sedimentos cretácicos. En la occidental hay una serie jurásica completa de tipo condensado con depósitos gravitacionales

en el Malm y un Cretácico incompleto en la base (ausencia de Nocomiense) que alcanza el Paleoceno en el techo. Esta serie estratigráfica difiere de las series tipo tanto de las Unidades Intermedias como del Subbético Externo septentrional.

La estructura interna de la parte de esta zona que aflora en la Hoja de Torres es muy sencilla, y consiste básicamente en un monoclinal que buza de 70° a 80° hacia el Norte.

Para esta zona tradicionalmente se ha propuesto una disposición de ventana tectónica, considerándola como perteneciente a las Unidades Intermedias y recubierta por el triás del "Manto de Cambil". Esta interpretación no se puede mantener, puesto que tal atribución no es correcta, y el "Manto de Cambil" no es tal, ya que se trata de materiales triásicos resedimentados en el Terciario.

Estructura de conjunto del Sector Occidental

Las características estratigráficas de los cuatro dominios definidos en este sector muestran que corresponden a ámbitos paleogeográficos diferentes, y que por tanto su disposición actual se debe a una aproximación tectónica. Lo limitado de la región estudiada no permite una reconstrucción palinástica, y por lo tanto no se puede evaluar la magnitud de los desplazamientos. Por otra parte la ausencia de datos del subsuelo impide reconstruir la geometría del sistema de cabalgamientos. Las líneas sísmicas realizadas para la investigación de hidrocarburos no han proporcionado resultados que se puedan interpretar coherentemente.

No obstante en base a la geometría de las estructuras de superficie es posible esbozar un esquema de la disposición general de las unidades.

En este sector se estima que el zócalo paleozoico se encuentra a una profundidad que varía entre 2 kms bajo el nivel del mar en la zona prebética y 3 kms bajo la zona de Huelma (LENAJA, 1987). Estos valores no son contradictorios con la sísmica de los permisos de Guadahortuna y tal vez sean valores mínimos. Con el relieve actual, entre 1.000 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, se obtiene que el espesor de materiales mesozoicos en la transversal estudiada ha de ser del orden mínimo de 3.000 a 5.000 metros. Comparándolo con los espesores conocidos en cada unidad resulta obvio que la serie estratigráfica mesozoica se encuentra duplicada o triplicada a lo largo de toda la transversal. Los datos existentes permiten establecer la siguiente interpretación (figuras 2 y 3).

El dominio más meridional es la Zona de Huelma. Presenta polaridad estratigráfica normal y una sucesión desde el Keuper (localidad de Huelma) hasta el Paleoceno. Se interpreta como una lámina cabalgante sobre las Unidades Intermedias, que deben estar bajo ella. Tal vez tenga estructura interna de pliegue acostado, siendo visible el flanco normal. El cabalgamiento sobre la U.I. está fosilizado por el Oligo-Aquitaniense. Estos depósitos contienen abundantes masas de Trías resedimentado, interpretable como procedente de extrusiones halocinéticas durante un período de tectónica extensional de posible edad oligocena. Su situación en este sector correspondería a la reactivación de masas diapíricas originadas durante el Mesozoico en el límite Subbético externo-Zona de Huelma-Unidades Intermedias (zona de talud entre el alto fondo del Subbético externo y la cuenca de la U.I.).

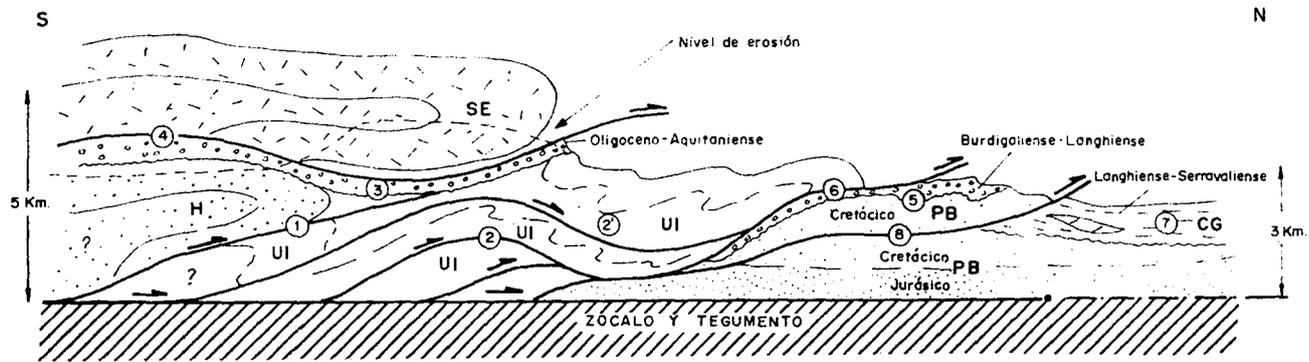


Figura 2.— Esquema mostrando la interpretación de la evolución de los cabalgamientos en la transversal del sector occidental de la Hoja de Torres.

S: Subbético. H: Unidad de Huelma. UI: Unidades Intermedias. P: Prebético.
(Sin escala ni espesores reales)

La progresión de los cabalgamientos hacia el Norte produce la duplicación y apilamiento de las Unidades Intermedias, que en la zona de Bélmez debe tener una estructura de apilamiento antiforme; la progresión de los cabalgamientos produce deformación interna en cada lámina, que se estructuran con pliegues y cabalgamientos menores vergentes hacia el Norte. Los depósitos Oligo-aquitanienses fosilizan flancos inversos de estas estructuras.

La Unidad de Mágina, del Subbético externo septentrional, se emplaza mecánicamente fuera de secuencia sobre el Oligo-aquitaniense de la zona de Huelma y de las Unidades Intermedias. Actualmente sólo se conserva el flanco inverso de un pliegue que se desarrollaría por cizallamiento de la culminación frontal del bloque cabalgante. El apilamiento de unidades descrito hasta el momento indujo un surco frontal, situado en la zona Prebética (cuenca de antepaís) en el que se depositaban margas pelágicas y depósitos gravitacionales procedentes de los relieves orogénicos meridionales. Su edad es Burdigaliense-Langhiense. Estos depósitos son cabalgados por las Unidades Intermedias, con un recubrimiento superior a los cinco kilómetros.

A continuación el cabalgamiento siguiente se desarrolla entre el Cretácico y el Jurásico del prebético, produciendo la translación hacia el Norte del Cretácico prebético y los depósitos terciarios asociados, que cabalgan sobre toda la serie prebética autóctona y los materiales sinorogénicos de la Depresión del Guadalquivir, que es la Cuenca de antepaís desplazada hacia el Norte (figuras 2 y 3).

2.2.2. Sector oriental

El estilo tectónico del sector oriental es muy diferente del que se reconoce en el sector occidental, debido a la influencia que tiene en la primera la presencia mayoritaria de unidades triásicas, y dentro de ellas las facies yesíferas con centenares de metros de espesor.

La separación en el cartografía de dos unidades litológicas dentro del Triásico, una facies detrítica y otra yesífera, permite observar sobre el plano, una morfología general, en este sector, de forma arqueada con centro aproximado al NO de Cabra del Sto. Cristo. Esta estructura diapírica inicialmente con tendencia circular (estructura de tipo domo complejo), habría sido posteriormente deformada y fracturada, dando lugar a estructuras internas extraordinariamente complicadas, fundamentalmente en las facies yesíferas (con buzamientos inversos y repetición apretada de pliegues más o menos verticalizados o invertidos).

Dentro de esta estructura general diapírica se distinguen tres zonas:

ZONA DE FOSAS

Predominan en el sector central del diapiro. Se han interpretado como "Fosas", a las zonas inicialmente deprimidas rellenas de materiales mesozoicos, aunque en la actualidad constituyan, en ocasiones, un "alto" por efecto de la erosión diferencial a favor de los materiales blandos del Triásico.

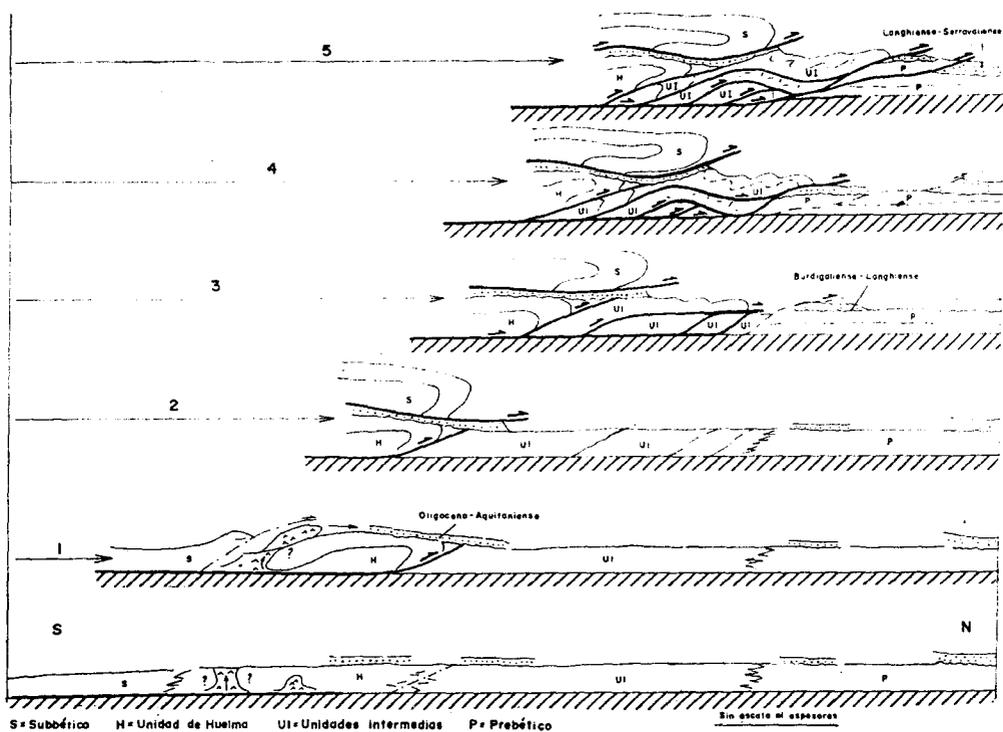


Figura 2.— Esquema estructural interpretativo del sector occidental de la Hoja de Torres.
 SE: Subbético extremo septentrional. H: Zona de Huelma. UI: Unidades Intermedias.
 PE: Prebético. CG: Cuenca del Guadalquivir. 1 a 8: Secuencia de acontecimientos.
 (Sin escala)

El aspecto de estos materiales mesozoicos que constituyen el relleno, es de grandes bloques (hasta de orden kilométrico) distribuidos de forma caótica, de manera, que es muy difícil hacer una cartografía detallada de estos afloramientos, en los que se mezclan distintos tramos jurásicos y cretácicos, así como el asignarles a alguna de las unidades utilizadas en el sector occidental (Zona de Huelma, Subbético o Unidades Intermedias). En ocasiones estas zonas de fosas se han interpretado como "ventanas tectónicas".

Las más importantes son la de Cabra del Sto. Cristo-Solera y la de Larva. La primera se subdivide en fosa septentrional, en la que el "relleno" está constituido por materiales del Cretácico inferior y la meridional compuesta por bloques del Jurásico, Cretácico y Paleógeno, de acuerdo con los datos de las muestras analizadas.

CONTORNO DEL DIAPIRO

En la Hoja de Torres solamente estaría representando parte del sector septentrional del contorno diapírico, en la zona conocida como Las Hermanas y Cabeza Mesada, comprendida entre el río Jandulilla y el borde Este de la Hoja. Esta zona que separa la estructura diapírica del Prebético, está constituida por una serie de fallas inversas y cabalgamientos paralelos entre si, de dirección general ENE-OSO, que permiten que cabalguen materiales del Triás, así como distintas unidades del Cretácico sobre sedimentos terciarios.

FALLAS DE DIRECCION NNO-SSE Y ASOCIADAS

Las zonas anteriormente citadas estaban afectadas por fallas inversas y cabalgamientos de dirección NNE-SSO, cabalgando los bloques orientales sobre los occidentales.

Los más importantes, el de Cabra del Sto. Cristo y el de Arroyo Salado-Las Hermanas, tienen un recorrido en la Hoja superior a los 20 kms.

Asociadas a estas fracturas se encuentran otras, transversales a ellas, de dirección ONO-ESE. La de mayor interés se encuentra en las proximidades de Cabra del Sto. Cristo y de Larva. De estas últimas, algunas han jugado posteriormente como fallas normales, como la que pasa por la localidad de Larva.

2.3. EDAD DE LAS DEFORMACIONES

2.3.1. Evolución durante el Mesozoico

Durante el Triásico y el Lías inferior y medio la región estuvo sometida a un proceso de *rifting* intracontinental posiblemente con componente transformante, relación con la apertura del Atlántico y el Tethys. Este acontecimiento ha quedado reflejado en el registro sedimentario por las series rojas con evaporitas del Triásico superior y los depósitos de carbonatos de plataforma

somera del Lías inferior. Las características del magmatismo de tipo alcalino corroboran este ambiente tectónico (MUÑOZ, 1986).

La etapa de *rifting* culmina en el Lías medio con la fragmentación de la plataforma liásica, que señala el inicio de la apertura oceánica en el Atlántico Central y la acreción de corteza oceánica en el Tethys. En la serie estratigráfica local el proceso quedó reflejado por el *hardground* pliensbachiense y la secuencia de hundimiento de la plataforma. Desde el Lías medio hasta el Jurásico superior la evolución regional estuvo condicionada por el proceso de subsidencia térmica. La región correspondía al margen septentrional de una cuenca situada entre la Meseta Ibérica y África, y compartimentada según un dispositivo de surcos y altos fondos pelágicos.

A finales del Jurásico se inició el proceso de *rifting* en el Atlántico Norte, con deriva antihoraria de la microplaca ibérica, produciéndose una acentuación de la tectónica extensional en su margen meridional.

La reactivación de fracturas produce escarpes en la cuenca que favorecen la formación de depósitos gravitacionales y se inician procesos halocinéticos en los materiales salinos triásicos por carga litostática en las zonas de surco y acentuación de las condiciones distensivas. La tectónica de bloques que tuvo lugar durante el Cretácico inferior produjo también un rejuvenecimiento del relieve y el transporte de grandes volúmenes de clásticos que desde la plataforma son transportadas al surco intermedio.

En el Cretácico superior la actividad tectónica decrece progresivamente, con la vuelta a un mecanismo de subsidencia térmica generalizada. La ausencia de registro completo en todos los dominios impide establecer comparaciones, pero parece que la sedimentación durante esta época está controlada fundamentalmente por factores oceánicos, desarrollándose una extensa plataforma carbonatada en el prebético y una cuenca pelágica al Sur de éste.

2.3.2. Tectogénesis alpina

A finales del Cretácico se inicia la convergencia de África y Europa que conducirá a la desaparición de Tethys por subducción y finalmente por colisión de ambas placas, y creación de las Cadenas Alpinas circummediterráneas: Alpes, Apeninos, Béticas, Cadenas norteafricanas, etc. En el sector estudiado no es posible reconstruir los primeros estadios de este período puesto que no existe registro estratigráfico correspondiente al Eoceno y Oligoceno.

La primera deformación progresiva tectónica de la región produjo la aproximación y superposición mediante contacto melánico de la zona de Huelma a las Unidades Intermedias. Este contacto está sellado por los depósitos oligo-aquitanienses.

La unidad deposicional oligo-aquitaniense corresponde, en su base, a un importante episodio de resedimentación de materiales mesozoicos, y especialmente triásicos, que sin duda tiene un control tectónico. Por una parte es posible proponer un ambiente compresivo para esta época,

considerando a la Formación Cambil como un olitostroma precursor del emplazamiento de mantos meridionales. Sin embargo su probable correlación con otros materiales de las zonas béticas, como el Trías de Antequera, implicará una distribución espacial no muy acorde con esta hipótesis. Además la extensión de importantes volúmenes de Trías superior, necesaria como área frente de esta formación, se interpreta mejor en el contexto de un ambiente distensivo que reactivará antiguas líneas diapíricas mesozoicas. En otros lugares de la Cadena Ibérica, como Mallorca, también se han detectado episodios de tectónica distensiva con episodios de resedimentación en fosas durante el Oligoceno superior-Mioceno inferior (ALVARO *et al.*, 1984). El cabalgamiento del Subbético externo afecta a los depósitos Aquitanienses de las Unidades Intermedias, y estas cabalgan sobre materiales miocenos de edad Langhiense-Serravaliense. Los depósitos del Mioceno inferior y medio, con abundantes olitostromas y olistolitos tienen carácter de sedimentos sinorogénicos depositados en una cuenca de antepaís inducida por el emplazamiento de las unidades tectónicas meridionales. Los depósitos tortonienses de Larva pueden considerarse como posttectónicos, en el sentido que son posteriores al final de la tectónica de cabalgamientos, aunque también aparecen ligeramente deformados. El emplazamiento de las unidades alóctonas y cabalgamientos debe considerarse como un proceso continuo que progresa hacia el Norte entre el Burdigaliense y el Serravaliense.

No hay depósitos del Mioceno superior y el Plioceno que permitan reconstruir la evolución tectónica durante este período de tiempo. Sin embargo sí son abundantes las huellas de una actividad neotectónica importante, con fallas activas que crean escarpes y originan depósitos en los bloques hundidos, desnivelan glacis, etc. La existencia de actividad sísmica demuestra la persistencia de estos fenómenos en la actualidad.

3. GEOMORFOLOGIA

En la Hoja de Torres se distinguen tres dominios geomorfológicos claramente diferentes. El primero de ellos lo constituyen las Sierras de Mágina, Carluca, Aznatín, Bedmar y Larva, con una topografía muy accidentada desarrollada entre los 700 y 2.000 mts de altura y ocupa la mitad occidental de la Hoja y parte del borde oriental de la misma.

El segundo dominio se desarrolla en la mitad oriental del área estudiada y está formado por una serie de cerros y pequeñas sierras entre los 700 y 1.400 mts de altura.

Por último en el borde Norte de la Hoja aparece un tercer dominio geomorfológico ocupado por los valles de los ríos Albánchez, Bedmar y Jandulilla.

Dominio de las Altas Sierras

Las Sierras de Mágina, Carluca, Aznatín, Bedmar y Larva destacan en un paisaje ya de por sí montañoso, debido a las altas cotas que alcanzan superando los 2.000 mts y a los fuertes escarpes que originan.

Este dominio geomorfológico, constituido fundamentalmente por afloramientos de calizas y dolomías del Jurásico y del Cretácico, se caracteriza por presentar un modelado de formas estructurales. Las formas con expresión morfológica mejor representadas son las *cuestas* y *hog-backs*, en cuyos reversos se dan en muchos puntos modelados estructurales de tipo *chevron*. También son muy frecuentes las *crestas* o *barras*, así como los *relieves tabulares*.

La tectónica de plegamiento que afecta a la serie dio lugar a un relieve que posteriormente fue decapitado y arrasado por una superficie de erosión. El encajamiento de la red fluvial durante el Cuaternario compartimenta esta superficie dando lugar a profundas gargantas de paredes verticales con escarpes de más de 200 mts de altura. En las laderas tienen un amplio desarrollo los depósitos coluviales con grandes bloques de caliza y, en algunos puntos aparecen depósitos de grezes littees.

Algunas de las fallas que aparecen afectando a los sedimentos del Mesozoico, tienen una clara expresión morfológica y dan lugar a pequeños escarpes que separan distintas litologías.

Sobre los sedimentos del Mesozoico que constituyen casi la totalidad de este dominio geomorfológico, se desarrolla un *lapiaz estructural*, con apertura de los planos de diaclasado por disolución. Este karst, está muy bien representado en las cumbres de Sierra Mágina, las cuales durante varios meses al año aparecen cubiertas de nieve, y son fácilmente apreciables los efectos de un clima frío, con alternancias de ciclos hielo-deshielo. Son muy numerosas las *dolinas*, en cubeta y en embudo, las primeras con el fondo relleno por arcillas de decalcificación.

Dominio oriental

En la mitad oriental de la Hoja predominan los afloramientos de la Facies Keuper, así como grandes extensiones de materiales fundamentalmente margosos del Cretácico inferior y sedimentos del Oligo-Aquitaniense cuya área madre ha sido la Facies Keuper.

La naturaleza blanda de los materiales que componen la mayor parte del área que ocupa este dominio geomorfológico da lugar a un profundo encajamiento de la red fluvial, con acarcavamientos importantes de los arroyos y torrentes que desembocan en la red principal.

Debido a la tectónica reciente que ha soportado el área estudiada, son frecuentes los pequeños escarpes que dejan colgados depósitos de *glacis* al rejuvenecerse el relieve y encajarse los arroyos.

Las únicas formas estructurales que la Facies Keuper presenta son las *cuestas* y los *relieves tabulares* desarrolladas en los paquetes de areniscas que esta facies presenta.

Los afloramientos del Jurásico y del Cretácico que aparecen en este segundo dominio geomorfológico dan origen a *crestas* y *cuestas* en cuyos reversos se dan modelados estructurales de tipo *chevron*.

En las laderas de los cerros aislados que aparecen en este dominio son frecuentes los depósitos coluviales. Cuando estas laderas se sitúan sobre las Facies Keuper se dan fenómenos de *solifluxión* y *deslizamientos rotacionales*.

Valles de Bedmar y Jandulilla

En este tercer dominio geomorfológico situado en el borde Norte de la Hoja, los sedimentos del Terciario, están dispuestos en alternancia de materiales fácilmente erosionables (arcillas y margas con algunos niveles de caliza) y se dan modelados estructurales de tipo tabular, con formas de *mesas* y en algunos casos *cuestas* con poca pendiente.

El trazado de la red hidrográfica viene impuesto por factores predominantemente estructurales, tanto para la red principal como los arroyos afluentes, y los perfiles de los ríos y arroyos muestran la existencia de un encajamiento muy reciente, con una mayor pendiente de sus perfiles en las partes medias y bajas y mayor pendiente de sus laderas, con frecuentes deslizamientos gravitacionales.

En resumen podemos decir que las diferentes formas encontradas en la Hoja son el resultado de una evolución geomorfológica muy compleja. En toda la zona se desarrolla una superficie de erosión poligénica de edad Pliocena?. Posteriormente tiene lugar la deformación de la misma en una etapa de fracturación de gran importancia desde el punto de vista morfogenético. Sobre esta superficie deformada se desarrolló la fase principal de karstificación, y el relieve tendió a rellenarse mediante un sistema de abanicos aluviales. En épocas recientes se produce una fase de incisión lineal que evacúa parcialmente los depósitos de vertientes.

Los procesos activos no son muy importantes en la Hoja, únicamente merecen citarse los deslizamientos rotacionales en la Facies Keuper y los depósitos del Oligo-Aquitaniense heredados de la misma facies.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Los sedimentos más antiguos que afloran en la Hoja de Torres son de edad Triásico superior. El zócalo paleozoico aflora más al Norte, en el antepaís, y también ha sido reconocido en sondeos bajo el Mioceno de la Cuenca del Guadalquivir. Sobre él se depositaron series rojas continentales de aguas someras durante el Trías inferior y medio, que generalmente no afloran en la zona Subbética pero sí han sido reconocidas en el Prebético oriental.

La sedimentación del Triásico superior es expansiva, extendiéndose profundamente hacia la Meseta donde llegan a descansar directamente sobre el Paleozoico. En las zonas externas béticas se depositan varios centenares de metros de sedimentos detríticos y evaporíticos en un ambiente continental y transicional (*sebkhas* costeras), que evolucionan hacia una sedimentación carbonatada de plataforma somera. En esta época son frecuentes las emisiones volcánicas e intrusiones de cuerpos subvolcánicos. Son basaltos alcalinos generados en un régimen de intraplaca de limitado estiramiento cortical.

La actividad volcánica se mantiene, en algunos sectores durante la sedimentación carbonatada del límite Triásico-Jurásico.

A partir del Triásico superior las condiciones marinas se generalizan en todo el ámbito de las zonas externas béticas, con la instalación de una extensa plataforma carbonatada que persistirá hasta el Lías medio. La sedimentación se realiza en un medio ambiente de llanura mareal.

En el Pliensbachiense tiene lugar un importante episodio de tectónica extensional que conduce a la fragmentación de la plataforma carbonatada y a la compartimentación de las zonas externas en diferentes dominios paleogeográficos que persistirán durante todo el Mesozoico. Al Norte queda un área que bordea la Meseta, la zona Prebética, en la que la sedimentación de plataforma persistirá durante el Jurásico y el Cretácico. Hacia el Sur se desarrolla una cuenca pelágica compartimentada en surcos y umbrales. El primer surco, adyacente a la plataforma prebética es el Dominio Intermedio, que quedaba separado de otro gran surco, el Subbético medio (no representado en la Hoja de Torres), por un umbral pelágico que corresponde al Subbético Externo.

La ruptura de la plataforma liásica está marcada por un *hard-ground* por encima del cual se desarrolla una sedimentación de margen continental en los dominios intermedios y subbético. Durante el Jurásico los sedimentos son pelágicos y hemipelágicos con resedimentación procedente de la plataforma y de escarpes de talud.

En el Dominio Intermedio y la zona de Huelma los depósitos del Lías medio y superior, con intercalaciones de niveles de slumps y brechas, indican unas condiciones de talud hemipelágico. En el Subbético externo haya facies condensadas, de baja tasa de sedimentación, que corresponderían a una zona de umbral o *plateau*, o tal vez a la parte alta de un talud submarino.

En el Dogger los ambientes de los tres dominios muestran una mayor diversificación. Su interpretación varía en función del origen que se admita para las facies oolíticas existentes en los

dominios intermedio y subbético. A nuestro juicio una interpretación razonable es considerar las facies de las Unidades Intermedias como correspondientes a un talud carbonático con resedimentación oolítica procedente de la plataforma prebética. Hacia el Sur se pasaría mediante facies de tipo Huelma, con *mudstones* de talud hemipelágico y facies condensadas, al dominio del Subbético externo, que correspondería a un umbral pelágico o *plateau* aislado con facies someras.

El final de la secuencia del Lías superior-Dogger está señalado por una discontinuidad muy patente en el Dominio Intermedio. El Oxfordiense se caracteriza por facies condensadas de tipo "ammonítico rosso" y niveles radiolaríticos.

Durante el Malm en el Dominio Intermedio la sedimentación corresponde primero a un talud deposicional, para posteriormente intercalar facies de abanico submarino con abundante resedimentación procedente de la plataforma prebética mediante corrientes de turbidez y mecanismos gravitacionales. En el Subbético externo se mantienen las condiciones de umbral pelágico con facies condensadas. Las facies de la Zona de Huelma, situada paleogeográficamente entre los dominios intermedio y subbético, corresponden a la parte alta de un talud que se reactiva tectónicamente a finales del Jurásico, con abundantes brechas y olistolitos de escarpe submarino.

La evolución de la región durante el Cretácico es difícil de reconstruir debido a la compartimentación paleogeográfica y la fragmentación del registro sedimentario. En el Prebético los sedimentos cretácicos más antiguos son depósitos de plataforma abierta de edad Aptiense-Albiense. Sobre ellos hay una potente serie calcárea de edad cenomaniense que caracterizan a una plataforma carbonatada abierta y subsidente. La evolución general parece indicar una tendencia somerizante.

En el Dominio Intermedio la evolución del sector oriental difiere de la del occidental. En este último el Cretácico inferior es discordante sobre el Jurásico, y la edad de los niveles basales cretácicos varía entre el Berriasiense y el Hauteriviense. Los depósitos son pelágicos, con discordancias progresivas, brechas de escarpe y niveles de *slump*, que indican la existencia de relieves submarinos condicionados por actividad tectónica. Las turbiditas siliciclásticas de edad Barremiense-Aptiense características de este dominio en zonas próximas aparecen en la Hoja de Torres resedimentadas en el Mioceno.

En el sector oriental de las Unidades Intermedias el Cretácico inferior aparece en continuidad sobre el Jurásico, aunque cierta actividad diastrófica queda reflejada por las intercalaciones de brechas y conglomerados en los niveles Berriasienses. Hay registro hasta el Albiense, con facies pelágicas entre las que se intercalan abundantes niveles de turbiditas distales. Los niveles alboaptienses reflejan condiciones anóxicas de sedimentación. En conjunto se trata de una secuencia recesional en la que se pasa de depósitos canalizados a llanura de cuenca.

En el Prebético y en las Unidades Intermedias no hay registro del Cretácico superior. Únicamente se han encontrado algunos afloramientos aislados de "Capas rojas", de edad Maastrichtiense en el Prebético y Coniaciense-Santoniense en las Unidades Intermedias.

En la zona de Huelma el Cretácico inferior es discordante sobre las brechas del Malm, faltando prácticamente todo el Neocomiense. El registro corresponde a una serie de edad localmente Barremiense, especialmente Aptiense-Albiense, constituida por depósitos pelágicos de talud-cuenca con intercalaciones de turbiditas calcáreas procedentes de una plataforma somera bioclástica y arrecifal. Durante esta época este dominio también muestra indicios de condiciones de sedimentación anóxica. Este fenómeno, probablemente causado por una estratificación por densidades de las aguas marinas que aislaba una capa inferior pobre en oxígeno, corresponde a un suceso euxínico reconocido a escala global (Evento Anóxico Oceánico 1).

En el dominio de Huelma sí se conserva registro del Cretácico superior, pues sobre el Albiense hay un conjunto de margocalizas en el que se ha identificado el Coniaciense, y el Paleoceno en facies de "Capas rojas" a techo, que se interpreta como una facies de cuenca pelágica, sin que se puedan ofrecer mayores precisiones.

La casi total ausencia de materiales cretácicos en la Unidad de Mágina impide reconstruir la evolución del Subbético Externo durante el Cretácico.

Durante el período comprendido entre la mayor parte del Paleoceno, Eoceno y Oligoceno, no existe constancia de sedimentación en esta zona. Sin embargo, se han datado como Eoceno muestras de margas y calizas bioclásticas con Nummulites, procedentes de bloques y materiales sueltos incluidos en depósitos terciarios más recientes.

Probablemente, la explicación, por un lado de la ausencia de afloramientos de esta edad y por otro de su inclusión en las cuencas de sedimentación posteriores, es que esta zona funcionó en gran parte del área y de esta período como un umbral, quizás como respuesta a una actividad diapírica. Más tarde, en parte debido a pulsaciones epirogénicas y en parte por fenómenos de compresión, estos materiales recién formados pudieron deslizarse o ser arrastrados hacia las cuencas de sedimentación marginales, mientras que por erosión eran desgastados de los relieves recién constituidos. Ambos fenómenos producirían las sedimentaciones encontradas, tanto de materiales sueltos como en bloques, en sedimentos de edades posteriores.

A finales del Oligoceno comienza un ciclo transgresivo Ciclo I, que se inicia con la sedimentación de la Fm. Cambil (24) (constituida por arcillas rojas con cantos y bloques) de tipo continental-transicional, sobre los que se depositan, y en parte intercalan, episodios margosos (27) y hacia el techo calcareníticos (28), interpretados como depósitos de plataformas carbonatadas someras. Este Ciclo I abarcaría desde el Oligoceno superior hasta el Burdigaliense inferior.

Los afloramientos de estas unidades no permiten la reconstrucción de la paleogeografía en esta zona. No obstante unos depósitos tan característicos por su litología como los de la unidad (24) y su relación con los de las unidades (27) y (28), sugieren fuertes relieves, constituidos principalmente por materiales triásicos, próximos a la costa. Localmente, allí donde los relieves estuviesen formados por materiales carbonatados jurásicos y cretácicos, se formarían las brechas de la unidad (26).

Los bloques (25) incluidos en este ciclo, se formarían bien por deslizamiento sobre los materiales plásticos del Trias, o por pequeñas inestabilidades del subsuelo.

Esta configuración sería profundamente modificada con la etapa orogénica compresiva intraburdigaliense, que provocaría el acercamiento entre las unidades Externas e Intermedias.

El Ciclo II, que abarca desde el Burdigaliense inferior hasta el Serravaliense, tiene una representación desigual en la Hoja de Torres.

Se pueden diferenciar dos distribuciones paleogeográficas, una asociada al Prebético donde las diferentes facies de este ciclo están mejor representadas y más completas y la asociada a las Unidades Intermedias en donde están más reducidas e incompletas.

En conjunto el Ciclo II define un episodio transgresivo, que se apoya discordante sobre los materiales plegados precedentes. Las unidades inferiores de este ciclo, corresponden a facies conglomeráticas, brechoides, así como calcareníticas y margosas (29), a excepción de la zona norte donde predominan las facies de calizas algales (30). Estas unidades corresponden a depósitos de plataformas someras y zonas colonizadas por algas.

Por encima de estas unidades se sitúan unas margas grises y blanquecinas (31) con olistolitos, depositadas en una plataforma marina abierta, representando el máximo transgresivo del segundo ciclo.

Sobre ellas se deposita la unidad (35) del Ciclo III formada por calcarenitas y margas que corresponden a una plataforma somera.

A finales del Serravaliense, tiene lugar en la región una nueva e importante etapa tectónica. Como consecuencia de ella se produce una distribución paleogeográfica distinta que, en la zona que nos ocupa, es difícil reconstruir por la escasez de afloramientos correspondientes a esta edad.

Regionalmente la batimetría tiene una enorme influencia en el control y distribución de las facies del Ciclo IV, quedando amplias zonas emergidas formando islas. Posiblemente esto explique, en parte, la falta de depósitos de edad Tortoniense en los alrededores de la superficie ocupada por la Hoja de Torres.

El resultado de la sedimentación corresponde al de una facies carbonatada detrítica (36), de carácter somero, si bien en las zonas centrales de las depresiones se produciría una sedimentación pelágica de margas.

En el Plioceno (Ciclo V), se produce un nuevo dispositivo paleogeográfico de carácter continental, sedimentándose unos depósitos detríticos groseros (37), propios de sistemas de abanicos aluviales.

Más tarde, durante el Cuaternario, se produce el encajamiento de la red fluvial con depósitos de terrazas y sistemas de glacis.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA Y CANTERAS

No se ha encontrado en la Hoja de Torres ningún indicio ni explotación minera de interés.

En cuanto a las rocas industriales son variados los materiales potencialmente explotables y que en la región su uso en la actualidad es local, y generalmente de aplicación en la construcción. **Yeso:** Hay pequeñas explotaciones de yeso en el Cerro de la Atalaya, cerca del río Jandulilla; también en la zona de Larva, que en nuestra opinión es la que presenta mayores posibilidades tanto por su pureza como por su volumen. La de mayor importancia en la zona, se encuentra en la carretera de Huelma a Jódar, como a 1 km de borde sur (fuera de la Hoja de Torres).

Canchales y arenas: Los canchales de los coluviones y las arenas de los aluviales (fundamentalmente del río Jandulilla) son objeto de explotaciones puntuales.

Areniscas: En las proximidades de Cabra del Sto. Cristo, se ha extraído piedra de arenisca del Triás para su uso en fachadas y como losetas.

Caliza: La piedra de caliza en su doble uso, como piedra ornamental, y mediante machaqueo para áridos, ha sido explotada en varios puntos.

Las canteras más importantes de la Hoja se dedican al segundo uso mencionado. Hay una situada al oeste del Cortijo de Metelos, cerca de la carretera de Solera a al Estación de Cabra del Sto. Cristo. Otras están situadas en Albánchez de Ubeda y en la carretera que va de esta localidad a Jimena.

Sin embargo las posibilidades para su uso ornamental creemos que son elevadas. Consideramos de interés las calizas del Jurásico superior al N de Sierra Mágina, de tonalidades rojizas, y las de tonalidades negras, en la zona sur del Chantre del Jurásico inferior.

5.2. HIDROGEOLOGIA

En la Hoja de Torres hay dos unidades hidrogeológicas bien definidas, atendiendo a los materiales que la constituyen.

La Unidad Hidrogeológica oriental y suroriental

Está formada, en su mayor parte, por materiales del Triásico, Cretácico inferior y Terciario. Estos están constituidos por margas, arcillas, areniscas y yesos, con un comportamiento general impermeable, a excepción de pequeños acuíferos confinados, cuya descarga origina un pequeño número de manantiales intermitentes dispersos.

En esta unidad hidrogeológica se puede considerar el extenso acuífero, que se comporta como confinado, formado por las facies carbonatadas de La Serrezuela y Cerro del Buitre (en Cabra del Sto. Cristo). La alimentación del acuífero es por infiltración de la lluvia, mientras que la descarga se produce por los pequeños manantiales que bordean a la Sierra de Cabra del Sto. Cristo.

La Unidad Hidrogeológica centro-occidental de Sierra Mágina

Está constituida por las facies carbonatadas que ocupan la mayor parte del sector occidental de la Hoja (Sierra de Mágina). Forman un extenso acuífero que libera sus aguas por la infinidad de manantiales existentes en la Sierra siendo el Manantial del Milagro, el Manantial de Bélmez, la Fuente del Atanor, los Manantiales del Sistillo en Cuadros y la Fuente de la Fresneda los más importantes.

Dentro de esta unidad de la Sierra Mágina se pueden diferenciar dos zonas, la septentrional constituida por una alternancia de grandes paquetes carbonatados con niveles margosos y margocalizos impermeables, de las Unidades Intermedias, y la meridional formada por una masa de grandes dimensiones de calizas. En la primera la permeabilidad se produce por fractura principalmente y por karstificación, mientras que en la segunda es mayoritariamente por karstificación.

La Unidad Hidrogeológica noroccidental

Ocupa una franja que se extiende desde el borde noroeste de la Hoja hasta el río Jandulilla.

Está ocupada en gran parte por los depósitos margosos Burdigalienses-Serravalienses del Prebético. Estos materiales son impermeables y no revisten ningún interés.

Solamente los materiales carbonatados del Cretácico Superior prebéticos, incluidos en esta zona, que forman los Picos de Aznatín de Albánchez, Cueva del Aire y La Golondrina, tienen importancia como acuíferos, sobre todo, si como suponemos, están conectados entre ellos en el subsuelo.

Este punto no está suficientemente aclarado, y podrán constituir grandes bloques desenraizados, lo cual haría perder el interés hidrogeológico de estas masas. Nosotros apoyamos la tesis de la conexión entre ellos, formando parte de un mismo acuífero, por la existencia de pozos con abundante caudal en las proximidades de Jódar (situados fuera de nuestra Hoja). Esto no tendría explicación si el Pico de la Cueva del Aire fuese un bloque independiente, al no tener suficiente superficie de recarga.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, M. (1980): Introducción a la Geología general de España. Bol. Inst. Geol. Min. T. XC-I, pp. 1-65.
- ALVARO, M.; BARNOLAS, A.; DEL OLMO, P.; RAMIREZ DEL POZO, J. y SIMO, A. (1984): Las brechas Negras y Olistolitos de la Sierra Norte de Mallorca (Baleares): Interpretación estratigráfica y significado geodinámico. *I. Congr. Español. Geol.* Tomo III, pp. 159-168.
- ALVARO, M.; BARNOLAS, A.; DEL OLMO, P. y SIMO, A. (1983): Depósitos de talud carbonático en el Dogger de la Sierra de Artá, Mallorca. *X Congr. Nac. Sedim.*, Mahón, 410-412.
- ALVARO, M.; BARNOLAS, A.; DEL OLMO, P.; RAMIREZ DEL POZO, J. y SIMO, A. (1984): Estratigrafía del Jurásico, en : *Sedimentología del Jurásico de Mallorca. Libro Guía de la Excursión*. A. Barnolas, editot. Palma de Mallorca, 43-72.
- AZEMA, J. *et al.* (1979): Las Microfacies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. Publ. Univ. Granada.
- BAENA; J. y PEREZ, L. (1982): Síntesis para un ensayo paleogeográfico entre la Meseta y la Zona Bética (S. str.). Colección Informes. IGME. 256 pp.
- BERNOULLI, D; y JENKINS, H. (1974): Alpine-Mediterranean and Central Atlantic Mesozoic facies in relation to the Early Evolution of the Tethys. *Soc. Econ. Paleo and Min. y Sp. Pub.*, 19: 129-160.
- BOURGEOIS, J. (1975): Présence de brèches d'origine sédimentaire à éléments de Crétacé au sein du "Trias germano-andalou". Hypothese sur la signification de cette formation (Andalouise, Espagne). *B.S.G.F.* (7), 27 (6): 1092-1100.
- BOSELLINI, A.; MASETTI, D. y SARTI, M. (1981): A Jurassic "Tongue of the ocean" infilled with oolitic sands: the Belluno through, Venetian Alps, Haly. *Marine Geol.* 44: 59-95.
- BRAGA, J.C.; COMPANY, M.; LINARES, A.; RIVAS, P. y SANDOVAL, J. (1982): Contribución al conocimiento bioestratigráfico del Haureviense-Barremiense en la región de Jaén. *Cuad. Geol. Ibérica*, 8: 677-689.
- COMAS, M.C. y RUIZ-ORTIZ, P.A: (1982): Facies de canal, margen de canal e intercanal en turbiditas carbonatadas. Berriasiense inferior. Ventana de Cabra del Santo Cristo. Cordillera Bética. *Cuad. Geol. Ibérica*, 8: 527-544.
- EBERLI, G.P. (1987): Carbonate turbidite sequences deposited in rift-basins of the jurassic Tethys Ocean (eastern Alps, Switzerland). *Sedimentology*, 34: 363-388.

- FONTBOTE, J.M. (1954): Itinerario geológico Granada-Jaén. *Publ. Lab. Geol. Univ. Granada*. 12 pp. Granada
- FONTBOTE, J.M. y ESTEVEZ, A. (1980): Geología de la Cordillera Bética. *Bol. Geol. Univ. T. SCI-I*. pp. 249-292.
- GARCIA DUEÑAS, V. (1967): Unidades paleogeográficas en el sector central de la Zona Subbética. *Not y Com. IGME nº 101-102*. pp. 73-100.
- GARCIA-HERNANDEZ, M.M.; LOPEZ-GARRIDO, A.C.; RUIZ-ORTIZ, P.A. y VERA, J.A. (1982): Turbiditas carbonatadas del Cretácico inferior en el Arroyo Bercho, Prebético de Jaén: Interpretación genética e implicaciones paleogeográficas. *Cuad. Geol. Ibérica*, 8: 433-447.
- GARCIA-ROSSELL, L. (1972): *Estudio geológico de la transversal de Ubeda-Huelma y sectores adyacentes*. Tesis Doctoral Univ. Granada (inédita). 2 tomos, 549 pp.
- GONZALEZ DONOSO, J.M.; RODRIGUEZ FERNANDEZ, J.; SERRANO, F. y VERA, J.A. (1980): Precisiones estratigráficas sobre la discordancia intratorntonense de Montefrío (Granada). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 78, 101-111.
- GONZALEZ DONOSO, J.M.; LINARES, D.; MOLINA, E. y RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1981): Presencia de materiales de edad Burdigaliense y Langhiense en la Depresión de Alcalá la Real (Sector Central de las Cordilleras Béticas). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 79, 115-124.
- JEREZ, F. (1981): Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas. *Bol. Geol. Min. T. XCII*. pp. 1-18.
- LENAJA, J.M. (1987): *Contribución de la exploración petrolera al conocimiento de la Geología de España*. IGME, 1987, 2 tomos, 465 pp.
- MEGIAS, A. (1973): Estudio geológico y relación entre tectónica y sedimentación del Secundario y Terciario de la vertiente meridional pirenaica en su zona central. Tesis Doctoral. Granada.
- MOLINA, J.M.; RUIZ ORTIZ, P.A. y VERA, J.A. (1984): Colonias de cerdas y facies oncolíticas en el Dogger de las Sierras de Cabra y Puente Genil. *Estudios Geol.*, 40: 455-461.
- MUÑOZ, M. (1986): Estudio comparativo de los cuerpos intrusivos básicos asociados a los materiales de edad triásica de los dominios subbética y Nevado-Filábride del sector Centro-Oriental de las Cordilleras Béticas. *Tragacete*. 1, 35.37.
- NAVIDAD, M. y ALVARO, M. (1985): El vulcanismo alcalino del Triásico superior de Mallorca (Mediterráneo Occidental). *Bol. Geol. Min.*, 91: 10-22.

- PORTERO, J.M. y ALVARO, M. (1984): La Depresión del Guadalquivir Cuenca de antepaís durante el Neógeno: génesis, evolución y relleno final. *I. Congr. Español. Geol.*, tomo 3, pp. 241-252.
- RIVAS, P.; SANZ DE GALDEANO, C. y VERA, J.A. (1979): Itinerarios geológicos en las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. Itinerarios: Granada-Jaén y Cabra-Loja. *Publ. Univ. de Granada*.
- RODRIGUEZ, J. (1982): El Mioceno del sector central de las cordilleras Béticas. Tesis Doctoral Univ. de Granada. *Publ. Univ. de Granada* n° 379.
- RUIZ ORTIZ, P.A. (1980): *Análisis de Facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias (entre Castril, Prov. de Granada y Jaén)*. Tesis Doctoral Univ. de Granada, 272 pp. Pub. Univ. Granada n° 270.
- RUIZ ORTIZ, P.A. (1982): Estratificaciones cruzadas de gran escala en las calizas oolíticas de la Formación Jabalcuz (Dogger). Dominio Intermedio. Cordilleras Béticas. *Act. Geol. Hisp.*: 17 (n° 4) pp. 271-275.
- RUIZ ORTIZ, P.A. (1983): A carbonate submarine fan in a fault controlled basin of the Upper Jurassic, Betic Cordillera, southern Spain. *Sedimentology*, 30 (1); 33-48.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1973): *Geología de la transversal Jaén-Frailes (Provincia de Jaén)*. Tesis Doctoral Univ. Granada. 274 pp., Pub. Univ. Granada n° 83.
- SOLER, M. y BERAESTEGUI, J. (1984): *Permisos Guadahortuna. Informe geopetrolífero preliminar*. Informe interno CIEPSA (inédito). 91 pp., 45 planos.
- VEGAS, R. y MUÑOZ, M. (1984): Sobre la evolución geodinámica del borde meridional de la placa ibérica. *I. Congr. Español Geol.*, tomo 3, pp. 105-118.
- VERA, J.A. (1981): Correlación entre las Cordilleras Béticas y otras Cordilleras Alpinas durante el Mesozoico. En: Programa Internacional de Correlación Geológica P.I.C.G. *Real Academia Cienc. Exact. Nat. Madrid*. 2: 129-160.
- VERA, J.A. y colaboradores (1982): "La Cordillera Bética". En: *El Cretácico de España*. Cap. 9., pp. 515-632. U.C.M. Madrid 1982.