

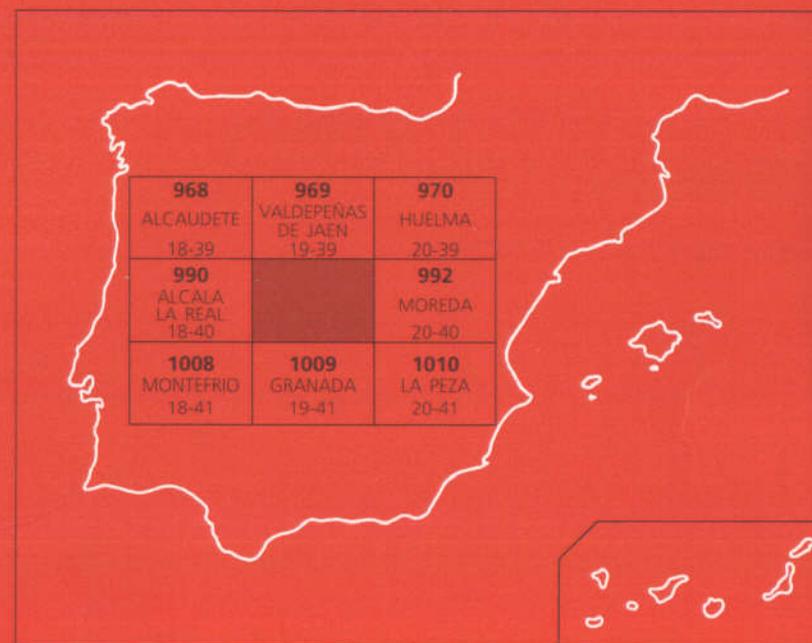


Instituto Tecnológico  
Geominero de España

991  
19-40

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA ESCALA 1:50.000

Primera edición



# IZNALLOZ



Instituto Tecnológico  
Geominero de España

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 lo 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

**IZNALLOZ**

Primera edición

MADRID, 1991

Depósito Legal: M-10.715-1992  
I.S.B.N.: 84-7840-117-2  
NIPO: 241-92-011-7  
Imprime: Gráficas Topacio, S.A.  
c/ Príncipe de Vergara, 210 - 28002 MADRID

HAN INTERVENIDO:

- Cartografía y Redacción de Memoria: J.A. Díaz de Neira. Informes y Proyectos, S.A. (INYPSA); A. Enrile Albir. Informes y Proyectos, S.A. (INYPSA); P.P. Hernáiz Huerta. Informes y Proyectos, S.A. (INYPSA); F. López Olmedo. Informes y Proyectos, S.A. (INYPSA)
- Sedimentología: J. González Lastra. Informes y Proyectos, S.A. (INYPSA); M. Zamorano Cáceres. Informes y Proyectos, S.A. (INYPSA)
- Micropaleontología: P. Aguilar; J. Ramírez del Pozo. Compañía General de Sondeos
- Macropaleontología: P. Rivas. Universidad de Granada
- Petrología: A. Díaz de Federico. Universidad de Granada; E. Puga Rodríguez. Universidad de Granada
- Geomorfología: J. Centeno. Universidad de Madrid; P. Fernández. Universidad de Madrid
- Dirección y supervisión del ITGE: P. Ruiz Reig



## 1. INTRODUCCION

### 1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La Hoja 991 (19-40) Iznalloz se encuentra ubicada entre las provincias de Jaén y Granada, concretamente al norte de esta última y al oeste de la comarca de los Montes Orientales.

Los núcleos de población más importantes, además del de Iznalloz de donde toma nombre la Hoja son: Campotejar, Benalua de las Villas, Dehesas Viejas, Puerto López, Moclin y Colomera en la provincia de Granada y Frailes, Mures Ribera Alta y Ribera Baja en la de Jaén.

El relieve a veces es bastante abrupto protagonizado por sierras que destacan en el horizonte sobre el paisaje alomado que se utiliza para el cultivo del olivo. En el norte de la Hoja se abre una importante alineación montañosa que enlaza con las Sierras de Valdepeñas y que contrasta con los relieves suaves y abruptos más al sur (Sierras de las Morrones y Zegrí) que diagonalmente en dirección NE-SW cruzan la Hoja y delimitan las estribaciones de la Depresión de Granada en el ángulo SE de la misma. La cota media de la Hoja es de 1.000 m y las máximas altitudes corresponden a los 1.500 m al norte en la Sierra del Trigo y los 1.482 en la Sierra del Rayo o del Zegrí en el centro de la Hoja.

La red fluvial es efímera y se encuentra definida por numerosos arroyos o barrancos de escasa o mal escorrentía que se incrementa a veces de forma notable en época de lluvias. Son de destacar los ríos, Colomera, Frailes y el Cubillas que vierten sus aguas a la Depresión de Granada.

El clima es de fuertes variaciones estacionales, con inviernos fríos y precipitaciones de agua tanto en forma de lluvia como de nieve, contrastando con veranos calurosos de temperaturas a veces bastante extremas.

Por último la principal fuente de riqueza es la agricultura, destacando el cultivo del olivo, elemento inseparable del paisaje de la región.

### 1.2. ANTECEDENTES GEOLOGICOS

Son numerosos los trabajos de diversa índole realizados en la región y algunos en particular dentro del área a estudiar. No obstante unos y otros han sido de gran utilidad a la hora de abordar la elaboración tanto de la cartografía de la Hoja, como posteriormente en la confección de esta memoria.

Al margen de los trabajos clásicos de carácter regional llevados a cabo por distintos autores en el sector central de las Cordilleras Béticas, se puede decir que el principal impulso o desarrollo de los conocimientos de la región tiene lugar durante la década de los sesenta e incluso el comienzo de los setenta. Son de destacar las publicaciones de las Tesis doctorales de VERA (1966) y GARCIA DUENAS (1967), realizando este último la primera cartografía

geológica sobre al área a estudiar y zonas circundantes. Asimismo en dichos trabajos se levanta una estratigrafía de los materiales, así como correlaciones entre diversas columnas, intentos de reconstrucción paleogeográfica y diferenciación de dominios.

A comienzos de los setenta se acentúan los conocimientos sobre la región destacando los estudios sobre la bioestratigrafía. Destacan los trabajos de GONZALEZ DONOSO *et al.* (1970) y la tesis doctoral de RIVAS (1972) así como los de GONZALEZ DONOSO *et al.* (1970) y GARCIA YEBRA (1971) y GARCIA YEBRA *et al.* (1972) en áreas próximas situadas más hacia el oeste.

Otro de los estudios regionales de interés y que incluyen cartografía, es la tesis doctoral de SANZ DE GALDEANO (1973) llevada a cabo al norte de la Hoja hasta Jaén. También son de destacar las tesis doctorales de Paleontología de SEQUEIROS (1974) y OLORIZ (1976). Por último en esta línea y a finales de los setenta los trabajos y síntesis sobre las Cordilleras Béticas presentadas por los organizadores del II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico en España celebrado en Granada y organizado por esa Universidad cierran una década en la que se lleva a cabo una importante puesta a punto sobre los conocimientos regionales de este sector en las Cordilleras Béticas.

En el aspecto petrológico son de destacar los trabajos de PUGA y RUIZ CRUZ (1980) referentes a una síntesis de los materiales subvolcánicos triásicos (ofitas) y volcánicos de edad jurásica, deduciéndose el ambiente geodinámico en el que tuvieron lugar los procesos magmáticos.

En la década actual se llevan a cabo trabajos mucho más específicos en cuanto a su temática sin perderse el carácter regional tales como los trabajos de GONZALEZ DONOSO *et al.* (1980) sobre el Neógeno de Montefrío, el de RODRIGUEZ FERNANDEZ (1982) sobre el Neógeno marino del sector central de las Cordilleras Béticas y el de SANDOVAL (1983) sobre el Bajociense-Bathonense del mismo área.

No hay que olvidar tampoco en estos últimos años la realización de las Hojas geológicas del PLAN MAGNA de los alrededores, tales como la Hoja de Granada, Montefrío y Moreda, que contribuyen sin duda a un mejor conocimiento regional. También el trabajo de síntesis llevado a cabo por BAENA y JEREZ MIR (1982) resulta interesante ya que se recopila numerosa información sobre la estratigrafía de las Cordilleras Béticas y constituye un elemento útil de consulta.

Por último, los datos aportados en la cartografía y memoria geológica a escala 1:50.000 de la Hoja 991 Iznalloz 1ª serie, realizada por GARCIA DUEÑAS (1970), ha resultado un trabajo de consulta útil y valioso a la hora de abordar las campañas de campo.

### 1.3. MARCO GEOLOGICO

La Hoja de Iznalloz (991) se halla encuadrada dentro de las Cordilleras Béticas en la Zona Subbética, según el sentido original de FALLOT (1948) y el más reciente de VERA *et al.* (1979)

encontrándose situada en el sector central de esta Cordillera, en la denominada transversal de Jaén-Granada.

Las Cordilleras Béticas son el extremo occidental de las cordilleras alpinas europeas. Se trata de una zona que, al igual que todo el borde mediterráneo, ha sufrido fenómenos tectónicos de escala continental durante la mayor parte del Mesozoico y Terciario, relacionados con la apertura del Atlántico Norte y la colisión de las placas europea y africana.

Tradicionalmente, se distinguen dentro de ellas las Zonas Internas y las Zonas Externas, de acuerdo con la concepción básica del geosinclinal. Las Zonas Internas presentan deformaciones profundas que afectan al zócalo, acompañadas de metamorfismo, mientras que las Zonas Externas se caracterizan por una cobertera plegada en la que llegan a desarrollarse mantos de corrimiento. Aplicando estos conceptos a la región mediterránea, se puede decir que las Zonas Externas se sitúan en los bordes de las placas europea y africana, mientras que las Zonas Internas se ubican en la zona de separación entre ambas placas, coincidente en el sector que nos ocupa, con los dominios de Alborán.

Las Zonas Externas están representadas por la Zona Prebética, y la Zona Subbética y las Zonas Internas por la Zona Circumbética y la Zona Bética. Su distribución de norte a sur es la siguiente: Prebética, Subbética, Circumbética y Bética. (Fig. 1.)

La Zona Prebética es la más extensa y se encuentra ubicada sobre corteza continental correspondiente a la meseta. Se caracteriza por un ambiente marino somero con ciertos episodios continentales. Se divide en Prebético Externo e Interno de acuerdo con las diferentes facies del Cretácico y Paleógeno, aunque con límites fluctuables según el criterio de los diferentes autores y las zonas de trabajo de los mismos.

La Zona Subbética se sitúa inmediatamente al sur de la anterior separada por las Unidades Intermedias, presentando facies diferentes a partir del Domeriense, momento en el que la subsidencia alcanza un importante rango encontrando radiolaritas, niveles turbidíticos y en algunas zonas, evidencias de un intenso magmatismo durante el Jurásico y parte del Cretácico inferior. GARCIA DUEÑAS (1967) divide en tres dominios esta Zona, de acuerdo con sus características paleogeográficas durante el Jurásico (a partir del Domeriense) y parte del Cretácico inferior y que de norte a sur son: Subbético Externo, Subbético Medio y Subbético Interno.

El Subbético Externo corresponde a un sector con escasa subsidencia, caracterizado por materiales carbonatados cuyo espesor es mucho menor que el de las zonas situadas inmediatamente al norte (Unidades Intermedias) y al sur (Subbético Medio). Las Unidades Intermedias son un conjunto muy potente, e individualizado, localizado entre el Subbético Externo y la Zona Prebética (RUIZ ORTIZ, 1980).

El Subbético Medio representa el sector más subsidente de la Zona Subbética lo que hace que se caracterice por tener las series más potentes. Entre sus litologías destacan como más típicas las radiolaritas, los niveles turbidíticos y en algunas áreas los niveles volcánicos submarinos, lo que permite realizar en este dominio una sistemática más amplia (Subbético medio septentrional y meridional, GARCIA DUEÑAS, 1967).

El Subbético Interno es el sector más meridional de la Zona Subbética, corresponde a una zona de menos subsidencia caracterizada por materiales carbonáticos de ambiente de plataforma. Estudios de diversa naturaleza sugieren que la Zona Subbética debió desarrollarse sobre corteza continental adelgazada correspondiente a la placa europea.

La Zona Circumbética corresponde a un conjunto de materiales situados en torno a la Zona Bética, que ha recibido diversas denominaciones según los autores tales como Dorsal, Predorsal, Zona Media, Unidades del Campo de Gibraltar, Sustrato de los flysch cretácicos, Subbético ultrainterno, etc. Su origen debe situarse entre las Zonas Externas correspondientes a las placas europea y africana. El movimiento de la Zona Bética hacia el oeste mediante fallas de dirección dio lugar a su disposición actual, en la que las Zonas Circumbéticas africana y europea se sitúan a ambos lados de la Zona Bética, uniéndose en el Arco de Gibraltar.

De acuerdo con sus características sedimentarias la Zona Circumbética se divide en tres Complejos: Alta Cadena, Predorsaliano y Dorsaliano. El Complejo de Alta Cadena representa el sector más cercano al Subbético Interno. El Complejo Predorsaliano hace referencia a las partes más distales de la cuenca, que han sufrido importantes procesos posteriores, debido a la colisión de la Zona Bética. Por su parte, el Complejo Dorsaliano debió ser el enlace entre la Zona Bética y la Zona Circumbética en sectores orientales, siendo posteriormente modificado por el movimiento de la Zona Bética hacia el oeste.

La Zona Bética ha sufrido procesos tectónicos de alto rango e incluso metamorfismo. Tradicionalmente se distinguen en ella tres dominios superpuestos de abajo a arriba Complejo Nevado-Filábride, Complejo Alpujarride y Complejo Maláguide. No se presentan materiales posteriores al Triásico excepto en este último.

Durante el Mioceno inferior tuvo lugar el acontecimiento más importante en la evolución de la cadena, debido a la colisión entre las placas europea y africana. Por efecto de este fenómeno, en la Zona Subbética tienen lugar movimientos vergentes hacia el norte, favorecidos por la presencia de materiales triásicos en la base. Durante el Mioceno se detectan varias fases tectónicas de mayor o menor intensidad según la zona de que se trate, así en la Hoja de Iznalloz concretamente se detectan fases de diferente intensidad y vergencia con retrocabalgamientos que enmascaran los movimientos originales de vergencia norte.

Durante el Mioceno superior, se produce el paso a un régimen continental asociado a una tectónica de tipo distensivo con creación de cuencas intramontañosas. A partir del relleno de estas tiene lugar un predominio de los procesos erosivos que se continúan hasta la actualidad. Conviene recordar no obstante, que la zona en cuestión sigue siendo tectónicamente activa, al igual que todo el sector mediterráneo.

## 2. ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Iznalloz aflora una diversidad de materiales con edad comprendida, entre el Triásico para los más antiguos y el Holoceno para los depósitos más recientes. El sustrato es igual que en el resto de la Zona Subbética, se desconoce, aunque algunos autores consideran que debe corresponder al Paleozoico de la meseta.

Las unidades descritas se han separado en dos grandes grupos: por un lado los pertenecientes a la Zona Subbética con edades comprendidas hasta el Oligoceno sup.-Aquitaniense y por otro los materiales neógenos depositados a partir del comienzo de la estructuración definitiva del edificio Bético.

La Zona Subbética ocupa prácticamente la totalidad de la Hoja. Se caracteriza por una sedimentación continua entre el Triásico y el Oligoceno terminal o Aquitaniense. A partir del Jurásico se instalan unas condiciones homogéneas en la sedimentación (plataforma carbonatada) diversificadas a partir del Carixiense-Domeriense, debido a la ruptura de dicha plataforma. Esta ruptura da lugar a una serie de áreas o dominios de diferente comportamiento y/o subsidencia diferencial a partir de estos tiempos, lo que ha conllevado a la diferenciación de tres grandes dominios generalizados en esta zona y que de sur a norte son:

- Subbético Interno.
- Subbético Medio.
- Subbético Externo.

Los dos primeros (Subbético Interno y Medio) aparecen caracterizados en la Hoja, si bien el más septentrional de los tres (Subbético Externo) no aparece representado, aunque lo está en las vecinas Hojas de Valdepeñas de Jaén al norte y Alcalá la Real al oeste.

El Subbético Interno se encuentra representado en el ángulo sur oriental (GARCIA DUEÑAS, 1967) en Sierra Harana. Está caracterizado por una potente y monótona sucesión carbonatada de dolomías y caliza. Dicho autor incluye las series de Moclín, si bien éstas presentan, además de una cierta desconexión, ciertas variaciones respecto a la serie que caracterizan a este dominio.

El Subbético Medio se encuentra bien representado y caracterizado en su conjunto en toda la Hoja. Abarca los sectores generalmente más subsidentes y con grandes espesores de series, en las que se intercalan margas radiolaríticas y materiales volcánicos. El Cretácico inferior es más homogéneo aunque con ciertas variaciones que se ponen claramente de manifiesto en las zonas más septentrionales. El Cretácico superior presenta las mismas características en toda la región persistiendo tales condiciones hasta el Eoceno inferior momento en el cual la sedimentación adquiere un marcado carácter turbidítico.

GARCIA DUEÑAS (1970) en la Hoja establece dos subdominios; el septentrional y el meridional diferenciados ambos por series de características litológicas diferentes entre los que destaca la presencia de vulcanismo intrajurásico de edad Aalenense-Bajociense. BAENA y JEREZ (1982)

realizan una nueva sistemática con la diferenciación de tres subdominios septentrional, central y meridional en base a la agrupación de diferentes tipos de series.

A juicio de los autores de este trabajo la caracterización de diferentes subdominios resulta compleja ya que la variabilidad de facies, su distribución y los cambios que se observan en muchas ocasiones se hace de forma muy gradual. También la variabilidad de espesores así como la fluctuación en el tiempo de la situación de los rasgos paleogeográficos más característicos, hacen que no se puedan individualizar tales subdominios. Solamente se utilizan en este trabajo a título comparativo y como referencia a los trabajos que en la zona se ha llevado a cabo.

## 2.1. SUBBÉTICO INTERNO

Como ya se ha expuesto anteriormente el Subbético Interno aparece caracterizado en la Hoja por una monótona y potente sucesión calcodolomítica del Lías inferior-medio que constituye las estribaciones de Sierra Harana en el ángulo SE de la Hoja y cuya serie fue definida por GARCIA DUEÑAS (1967).

La escasa representación superficial de esta unidad dentro del área a estudiar obliga a hacer referencias a las descripciones de las Hojas de Granada y Moreda donde aparece mejor desarrollado el Subbético Interno.

Por otro lado, en la parte occidental de la Hoja aparece una unidad alóctona de características parecidas a la citada anteriormente que clásicamente se denomina Unidad de Parapanda-moclín o Parapanda-Hacho de Loja, según autores (VERA, 1966), unidad que para algunos (GARCIA DUEÑAS, 1967) queda incluida en el Subbético Interno pero que, a juicio de los autores de este trabajo, parece presentar afinidad intermedia entre ese dominio y el Subbético Medio.

### 2.1.1. Unidad de Sierra Harana

La descripción de las series y posición estructural de esta unidad ha sido realizada por varios autores desde BLUMENTHAL y FALLOT (1935) a GARCIA DUEÑAS (1967, 1968), LOPEZ GARRIDO y OROZCO (1970), LOPEZ GIMENEZ (1971), COMAS, GARCIA DUEÑAS y NAVARRO VILA (1984) y ESTEVEZ *et al.* (1984).

Los materiales que aparecen representados son del Lías inferior-medio caracterizados por potentes espesores y naturaleza calcodolomítica que dan lugar a un destacado y abrupto relieve.

#### 2.1.1.1. *Arcillas y margas abigarradas (1) y Rocas subvolcánicas (ofitas) (2) (Triásico)*

Los afloramientos de mala calidad y enmascarados por la vegetación quedan restringidos a una estrecha franja relacionada con un accidente tectónico cuya traza se continua por la Hoja de Moreda por el cerro de los Buchaceros.

Litológicamente poco se puede decir de estos materiales. Se trata de arcillas y margas abigarradas que pueden contener yesos. Por su tipo de facies se asocia al Triásico, unidad basal de la serie mesozoica de Sierra Harana y aunque la litofacies resulta común con la del resto de toda la Zona Subbética dentro del área a estudiar, se ha individualizado en este sector, por el marcado carácter alóctono de la unidad donde aflora.

Asociado a estas arcillas y margas abigarradas aparecen rocas subvolcánicas de textura ofítica que en principio parecen encontrarse relacionadas con los materiales antes descritos. Sin embargo en la Hoja de Moreda parece tener mayor representación superficial aunque su posición estratigráfica resulta dudosa ya que tal como aparece representados conllevan a un cierto confucionismo. No obstante, en ambos casos lo que si parece es estar asociados a un accidente tectónico de relativa importancia.

#### 2.1.1.2. **Dolomías masivas (3) (Lías inferior)**

Constituyen el potente paquete dolomítico basal del Jurásico de Sierra Harana. Son azoicas, de color gris oscuro en alteración y dan lugar a veces a resaltes morfológicos importantes.

Las mejores observaciones pueden llevar a cabo en el valle del río Cubillas en la carretera entre Deifontes e Iznalloz. El espesor de estas dolomías masivas es superior a los 250 m y por su posición estratigráfica se asimilan al Lías inferior.

#### 2.1.1.3. **Calizas blancas y dolomías (4) (Lías inferior-medio)**

Esta unidad se encuentra por encima estratigráficamente de las dolomías basales antes descritas. Los tramos inferiores están formados por dolomías grises a veces de aspecto tableado, no masivo, con alguna intercalación margosa. El techo lo constituyen unas calizas grises en alteración y blancas, micríticas que dan lugar a resaltes morfológicos característicos.

Entre ambos tipos de litologías aparece una transición de calizas dolomíticas, a veces masivas, y dolomías que constituyen los relieves inferiores de la sierra.

En lámina delgada se han observado *Lenticulina* sp., *Dentalina* sp., *Glomospira*, *Ataxophragmidos*, Ostrácodos y restos de crinoideos.

Por posición estratigráfica y por microfacies esta unidad parece estar comprendida entre el Lías inferior y el medio, probablemente Carixiense.

#### 2.1.1.4. **Calizas masivas blancas (5) (Lías medio)**

Corresponden estos materiales a un pequeño afloramiento que ocupa el vértice suroriental de la Hoja en las cotas más elevadas y que tiene una gran continuidad por Sierra Harana definiendo un alto resalte morfológico característico.

Se trata de unas calizas blancas masivas con oolitos y que según los autores de la Hoja de Granada tienen a veces un marcado carácter brechoide y además pueden presentar un cierto contenido en sílex clástico. Se han podido caracterizar microfacies del Lías medio en grainstones bioclásticos con abundantes restos de crinoideos. LOPEZ GARRIDO y OROZCO, 1970, citan el *Juraphyllites diopsis* (GEM), lo que permite en esta unidad ser datada al menos de Carixiense.

Por su posición estratigráfica, correlación por litofacies, así como por los criterios anteriormente expuestos parece confirmarse una edad Carixiense para esta unidad por lo que equivaldría al techo o parte alta de la descrita en el epígrafe anterior.

### 2.1.2. Unidad de Parapanda-Moclín

Definida por VERA (1966) se trata de una unidad alóctona sobre el Subbético medio e intermedia entre este y el Interno que se extiende desde Hacho de Loja, Sierra de Parapanda, Sierra de Madrid, Sierra de Obeilar, Sierras de Moclín y Colomera ya en la Hoja de Iznalloz, constituyen estas dos últimas los afloramientos más septentrionales de esta unidad.

En conjunto la serie completa abarca desde el Triásico hasta el Cretácico inferior si bien dentro del área a estudiar sólo afloran potentes niveles dolomíticos y calcáreos así como margas y margocalizas blancas del Neocomiense y de dudosa posición estructural.

#### 2.1.2.1. Dolomías masivas grises (Lías inferior)

Afloran de forma preferente en los alrededores de Colomera y de Moclín y constituye la formación carbonatada basal del Jurásico en este sector. Son unas dolomías masivas, grises y/o rojizas a veces de aspecto brechoide que llegan a resultar "Kakiritas" y presentan alguna intercalación margosa en los tramos altos, observables p.e. en la carretera de Moclín a Tiena la Baja.

El espesor de estas dolomías es muy potente, del orden de los 500 m al menos y visibles en la hoz del río Velillas, al norte de Olivares. Por su posición estratigráfica se les asigna al Lías inferior, con edad un tanto imprecisa dado el carácter azoico y la naturaleza dolomítica de este conjunto carbonatado.

#### 2.1.2.2. Calizas y dolomías. Calizas oolíticas blancas (7). (Lías inferior-medio)

Por encima de las dolomías masivas se desarrolla un conjunto calcáreo cuyo tránsito con la unidad anterior y debido a los procesos de dolomitización es un tanto irregular por lo que a veces es frecuente observar calizas dolomíticas de aspecto masivo y de colores grises y rojos similares de aspecto, al infrayacente.

En general las calizas son de aspecto grisáceo y blancas o beige y con frecuencia oolíticas y oncolíticas.

Algunas observaciones de esta unidad pueden llevarse a cabo en la carretera del puerto de Moclín o en los afloramientos situados cerca de Limones, donde puede verse el paso de la unidad dolomítica a esta, así como llevar a cabo buenas observaciones en las calizas oolíticas blancas que configuran la sierra.

GARCIA DUEÑAS (1967 y 1971) hace referencia cerca de Moclín, fuera ya de la Hoja, a una serie de similares características, destacando por encima de esta unidad unas calizas tableadas con sílex y crinoides. GONZALEZ DONOSO *et al.* (1971) datan parte de estos materiales como Domeriense medio por el hallazgo de *Arieticeras* en los niveles inferiores y *Emacieticeras* del Domeriense sup. en los tramos más altos por lo que la edad de esta unidad situada por debajo de ese nivel fosilífero debe corresponder al Lias inferior y probablemente medio.

Por último, interesa destacar que GARCIA DUEÑAS (o.c.) hace referencia a la presencia de una unidad de calizas grises nodulosas a las que denomina "falsas brechas" y que asigna al menos al Kimmeridgiense superior o Tithónico inferior en base al hallazgo de *Aulacosphinctoides* en la Hoja de Granada y en un afloramiento de similares características. Esta unidad no aflorante en la Hoja (aunque sí en la Unidad de Moclín) estaría a techo de la serie jurásica y en tránsito ya a las margas del Cretácico inferior.

### 2.1.2.3. **Margas y margocalizas blancas (8). (Neocomiense)**

El contacto mecánico o tectónico y quizás discordante con los materiales jurásicos, en los alrededores de Moclín, aparecen unos pequeños afloramientos de margas blancas y margocalizas que tanto por facies como por el contenido faunístico se atribuye al Neocomiense.

El contacto con el infravacante no se observa encontrándose implicados estos materiales con la aloctonía de la propia unidad a los que se les asigna.

Hay que destacar que en este sector los afloramientos son de mala calidad a excepción de alguno, tal como el ubicado cerca del cementerio de Moclín, donde en una pequeña cantera son observables unos paquetes margosos blancos y margocalizas con pequeños nódulos de hierro estratificados en pequeños bancos de 10 a 30 cm y en cuyo nannoplancton calcáreo aparecen *Diazomatholithus lehmani* (NOEL) y *Cruciellipsis cuvillieri* (MAMUT) que denuncian una edad Berriasiense sup.-Hauteriviense medio al menos para estos depósitos.

## 2.2. SUBBETICO MEDIO

El Subbético medio aparece muy bien representado en la Hoja de Iznalloz. Se encuentra caracterizado por un Triásico basal que constituye el elemento de despegue de las diferentes

unidades. El Jurásico muestra frecuentes cambios laterales tanto de facies como de espesores, aunque si bien hasta el Domeriense las características de la plataforma carbonatada son bastante homogéneas y uniformes en toda la Zona Subbética. A partir de esos tiempos la fragmentación e individualización en áreas da lugar en este dominio, a una zona fuertemente subsidente, con sedimentación predominantemente margosa que en las áreas más septentrionales de la Hoja intercala un vulcanismo submarino.

Los frecuentes cambios laterales de facies, así como la presencia de manifestaciones volcánicas, han conllevado a diversos autores a utilizar diferentes subdivisiones para este dominio a las que se ha hecho referencia en otro apartado.

El desarrollo de potentes series calco-margosas, vulcanismo y radiolaritas durante el Jurásico es quizás la característica y tónica más importante de este dominio. Los mejores cortes corresponden al Puerto del Zegrí, Colomera, Cortijo del Frage, Cerro Canteras, sinclinal del Cortijo de Las Monjas y Frailes.

El Cretácico inferior tiene características más homogéneas; si bien se observan cambios de las zonas más septentrionales (Sector Frailes-Montillanal) a las más meridional (Sierras del Zegrí). Los términos superiores del Cretácico ("capas rojas") presentan rasgos totalmente homogéneos en todo el Subbético medio aflorante en la Hoja. Por último depósitos turbidíticos paleógenos y un conjunto olistostrómico orlan y se sitúan discordantes sobre los materiales que caracterizan a este dominio.

## 2.2.1. Triásico

### 2.2.1.1. *Arcillas, margas abigarradas y yesos* (9)

Corresponden a esta unidad los materiales más antiguos de la Hoja y que clásicamente han constituido las típicas "Facies Keuper del Triás germano-andaluz" en esa región.

Las mejores observaciones se pueden llevar a cabo en los afloramientos del centro de la Hoja, al oeste de Benalua de las Villas en el río Colomera así como en algunos puntos de los alrededores de Mures y de Frailes.

Litológicamente se trata de una unidad muy característica, formada por arcillas y margas de colores verdes, ocre y rojos, en general abigarradas. La presencia de yesos es otra de las características comunes y típicas de esta unidad, si bien aflora de forma más espectacular en algunas áreas tales como en el río Colomera o en Campotejar, donde son objeto de explotación.

Su potencia es muy difícil de calcular pues el hecho de constituir estos depósitos el elemento de despegue de las unidades alóctonas, así como el estar muy replegado y su aspecto caótico, impide estimar cualquier espesor, si bien se puede decir, que constituye un nivel muy potente.

Su reconocimiento en campo es muy típico, de color rojizo, resultando los terrenos donde aflora, descarnados a veces, pobres de vegetación y prácticamente ausentes de cultivos.

Por último cabe decir que estos materiales aparecen mezclados con niveles carbonatados y de rocas subvolcánicas (ofitas) que se tratan en los epígrafes siguientes.

#### 2.2.1.2. ***Dolomías tableadas negras*** (19)

Aparecen intercaladas entre los sedimentos arcillosos del Keuper. Tienen un aspecto característico ya que en ocasiones constituyen monteras o su disposición verticalizada destaca en el paisaje.

Se trata de unas dolomías y a veces calizas de aspecto oqueroso, amarillentas, y negras en fresco en ocasiones con mineralizaciones de hierro. Más en detalle se presentan en bancos bien estratificados, tableados, alternando con algún nivel margoso. Generalmente tanto el techo como el muro están mecanizados y se suelen presentar en bancos de escala decimétrica y el espesor no supera los 50 m por lo general, si bien hay afloramientos excepcionales que pueden superar esos espesores.

Este tipo de materiales por su aspecto y situación pueden ser asimilables a las "Facies Muschelkalk" aunque sin posición cronológica precisa.

#### 2.2.1.3. ***Rocas subvolcánicas (ofitas)*** (11)

Aparecen como pequeñas masas englobadas en las arcillas triásicas. La geometría de sus afloramientos corresponden bien a formas circulares o alargadas. La acción de estos enclaves intrusivos sobre la roca encajante de naturaleza arcillosa no es excesivamente clara, si bien cuando esta es de origen carbonatada, pueden existir cristalizaciones e incluso mineralizaciones por efectos de acciones hidrotermales posteriores.

Los afloramientos en la mayoría de los casos suelen presentar un alto grado de alteración con procesos a veces de brechificación. Suelen ser rocas de color oscuro y en la literatura geológica se las conoce en el término ambiguo de "Ofitas".

En lámina delgada se aprecian texturas porfídicas en el que la matriz más los minerales secundarios constituyen más del 70% de la roca. Los fenocristales suelen ser de plagioclasa, clinopiroxenos y a veces de olivino, siendo el primer mineral el más abundante encontrándose generalmente zonados y habitualmente alterado a sericita, clorita, phrenita y epidota. Por lo que respecta al olivino en la mayoría de las ocasiones se encuentra alterado a iddingsita y clorita. Cuando los huecos dejados por los cristales tabulares de plagioclasas se encuentran rellenos por minerales máficos la textura es intersticial, en otros casos los cristales de piroxenos engloban plagioclasas dando lugar a texturas ofíticas. La matriz tiene composiciones

mineralógicas similares con abundantes productos de alteración. Los análisis modales han señalado andesitas y basaltos como tipo petrológicos más abundantes.

Sobre la edad de estas rocas existe un gran confusionismo ya que sus relaciones con las rocas encajantes no proporcionan excesiva información. En el caso de que tuviesen origen común con las rocas subvolcánicas jurásicas podría señalarse en principio el Triásico terminal-Lías como la edad más posible para su emplazamiento. Sin embargo, medidas radiométricas (VAN DE FLIERT *et al.*, 1980) señalan edades posteriores comprendidas entre 100 y 113 m.a. (Cretácico inferior). En cualquier caso no existen hasta el momento argumentos decisivos que confirmen su edad, siendo prioritario investigar las posibles conexiones entre los magmas correspondientes a las ofitas triásicas y a las rocas volcánicas jurásicas, a fin de resolver dicha problemática.

### 2.2.2. Lías Infradomeriense

Suele emplearse este término para hacer alusión a los materiales depositados durante el Lías, previamente a la ruptura de la plataforma carbonatada. Este hecho viene marcado de forma heterócrona en la Cordillera entre el Carixiense medio y el Domeriense inferior, siendo precisamente durante este último cuando tuvo lugar dicho acontecimiento dentro de la Hoja.

Corresponde a un ciclo desarrollado en un ambiente de plataforma carbonatada de gran extensión en la que se intercalan episodios de llanura de mareas, más abundantes durante el Carixiense. El conjunto está afectado por una dolomitización posterior que generalmente alcanza hasta el Sinemuriense si bien llega en ocasiones hasta los tramos más superiores de este ciclo.

#### 2.2.2.1. Dolomías (12)

Constituye la unidad basal de la serie jurásica y corresponde al resultado de los procesos de dolomitización de parte del conjunto calizo del Lías inferior en este sector de la Zona Subbética.

La base de esta unidad no es observable dentro de la Hoja, si bien el infrayacente lo constituyen las arcillas y margas con yesos del Triásico. El techo es irregular en el sentido de que los términos superiores dolomitizados alcanzan diferente altura en la vertical, de unas zonas a otras alcanzándose mayor nivel de dolomitización en las zonas de cambios paleogeográficos notables (zonas de tránsito Subbético medio a Externo o Interno según MARTIN, 1979) y observables en el sector meridional de la Hoja (Colomera y Sierra Harana).

Para este autor las dolomías no tienen carácter singenético en el sentido de FRIEDMAN y JANDERS (1967) y de FREEMAN (1972) ya que el estudio de lámina delgada de algunos niveles permite observar texturas calizas originales reconocibles, afectando estos procesos a diferentes facies por lo que se puede afirmar que no existe ningún tipo de control estratigráfico o deposicional.

En campo tienen un color grisáceo y negro, si bien en fresco son blancas y se observan perfectamente los cristales de dolomita. Con frecuencia adquieren un aspecto brechoideo que a veces es muy acusado y pueden llegar a constituir "Kakiritas". Las características se pueden observar al norte y sur de la Sierra del Zegrí (Puerto del Zegrí, Cortijo del Frage y Sierra Pozuelo).

Es de destacar, el carácter azoico de la serie, si bien, la edad de esta unidad a nivel regional es Hettangiense-Sinemuriense aunque aquí se han incluido en sentido amplio en el Lías inferior. El espesor muy fluctuable puede superar los 400 m observables en la Sierra del Pozuelo, al sur de la Hoja.

#### 2.2.2.2. **Calizas gris azuladas con sílex y calizas oolíticas (13)**

Los materiales calizos de edad infradomeriense están representados en la Hoja por un conjunto carbonatado muy característico cuya base es irregular y se encuentra dolomitizada.

Sus afloramientos corresponden a núcleos de estructuras anticlinales o frentes de cabalgamientos de la Sierra del Zegrí, Venta de la Nava y Sierra Pozuelo y constituyen importantes resaltes morfológicos que dan lugar a las denominadas "Sierras". Esta unidad aparece delimitada a techo por un importante "*hard-ground*" muy característico en toda la Cordillera Bética que marca la ruptura de la plataforma carbonatada. Esta discontinuidad tiene un cierto carácter heterócrono pues si bien en muchos puntos ha sido datada como Carixiense, en el sector de Colomera y Zegrí, los niveles superiores de esta unidad han sido datados como del Domeriense inf.-medio por la presencia de *Arieticeras* y *Fuciniceras* por lo que se corrobora la cierta disacronía existente de unas áreas a otras. El techo y la discontinuidad, se pone de manifiesto por un marcado cambio sedimentario y litológico de facies carbonáticas, calizas margosas y margas que constituyen ya el siguiente tramo.

Existen, dentro de la Hoja diversos cortes donde pueden observarse las características y facies de esta unidad. Así son de buena calidad los de Arroyo Mitagalán, cerca del Cortijo del Frage, la Venta de la Nava, anticlinal del Zegrí en su flanco norte, y las proximidades del Cortijo de Marino Vega.

La variedad litológica y de facies dentro de este conjunto carbonatado es muy variable, encontrando una amplia gama de tipo de calizas y texturas. Son muy frecuentes las calizas oolíticas y oncolíticas, las calizas de crinoides, calizas de algas, las calizas micríticas y las calizas con *Lithiotis* y *Opisoma*. En general el conjunto aparece bien estratificado en bancos de escala decimétrica a métrica, de colores gris-azulados y que dan un aspecto muy característico con resaltes morfológicos y fáciles de identificar.

Las calizas oolíticas son muy frecuentes así como los niveles con oncolitos de gran tamaño que pueden observarse p.e. en el corte de la nueva carretera Jaén-Granada que pasa cerca de

Poloria. Las calizas con sílex son también muy frecuentes dentro de esta unidad y se sitúan en diversos puntos de la columna estratigráfica.

El ambiente deposicional es complejo en detalle ya que coexisten en cortos espacios una serie de litofacies características de un ambiente de plataforma carbonatada somera pero que dada su variedad resulta compleja de ordenar. Según GARCIA HERNANDEZ *et al.* (1976) esta variedad de facies está regida por factores hidrodinámicos con variaciones en el tiempo que condicionan la distribución en la vertical de facies, resultando un modelo deposicional similar al existente en la actualidad en Bahamas y Florida.

Los metros finales de esta unidad cartográfica aparecen formados por calizas de crinoideos (encrinitas), en ocasiones niveles brechoides y capas de arenisca e incluso microconglomerados cuarcíticos irregularmente distribuidos. Todo este conjunto corresponde a un ambiente inter a submareal de alta energía. La serie culmina con un marcado *hard-ground* ferruginoso que presenta a veces pisolitos y niveles de fosfatos.

### 2.2.3. Lías Superior-Dogger

Se incluyen en este apartado un conjunto de unidades cartográficas que abarcan desde el Domeriense sup. hasta el Bathoniense agrupados, siempre que es factible, según criterios regionales y por importantes discontinuidades.

Así se han diferenciado y/o agrupado aquellos depósitos que abarcan desde el Pliensbachense superior hasta el Aalenense muy bien representados en la mitad meridional de la Hoja. También se incluyen aquellas series rítmicas aflorantes al norte de la Hoja y de características litofacies y espesor algo diferentes.

Efectivamente con la compartimentación de la plataforma carbonatada se crea una serie de áreas o zonas, limitadas a veces por accidentes del zócalo que motivan una subsidencia diferencial muy notable y que van a dar lugar entre otros a la presencia de facies condensadas por un lado ("ammonítico rosso") y la acumulación de sedimentos en zonas fuertemente subsidentes (margas y margo calizas) incluso la salida de materiales volcánicos a favor de importantes fracturas del zócalo.

Por último y en base a criterios regionales se localizan dos grandes discontinuidades en la columna a partir del momento de la fragmentación de la plataforma y durante el Lías sup.-Dogger, una es en el Aalenense y otra a finales del Dogger en el Bathoniense.

La dificultad de datación de algunos tramos de las series por la ausencia de fauna característica constituye a veces un serio impedimento y como auxiliar a los planteamientos de las hipótesis sedimentológicas desarrolladas, por lo que las ideas a veces expuestas, están a veces a falta de corroborarse por argumentos paleontológicos, ya que en la mayoría de los casos, estos han constituido el punto de partida inicial para abordar los planteamientos.

### 2.2.3.1. **Margas y margocalizas ocre y gris azuladas (14) y Calizas margosas, calizas, margas beige y/o calizas nodulosas y margas rojas ("Ammonitico rosso"). (Domeriense sup.-Aptiense)**

Sobre el *hard-ground* de la unidad anterior se desarrolla en el ámbito meridional una potente sucesión de margas y calizas margosas y/o calizas en proporción variable aunque con predominio de los términos margosos. Esta monótona sucesión se ve coronada a techo por un "ammonitico rosso" que por necesidades cartográficas ha sido incluido en el techo de la unidad (15) si bien y cuando ha sido posible se ha diferenciado a pesar de exagerar su escala siendo tratado en su epigrafe correspondiente.

El corte más característico y donde pueden llevarse a cabo observaciones es en el flanco norte del anticlinal del Zegrí fundamentalmente entre ese puerto y el de Onitar. También en la pista que bordea dicha sierra en dirección a Benalua de las Villas existen buenos afloramientos. Por último en las estribaciones de Sierra Pelada en el límite occidental de la Hoja junto al Cortijo de la Reina existen algún pequeño pero interesante corte.

Se diferencian pues dos unidades cartográficas. La inferior (unidad 14) está compuesta por calizas margosas a veces con sílex blancas y beige estratificadas en bancos y que en la vertical pasan a margas grises y gris azuladas muy características y que dan lugar a extensos campos. Es de destacar el carácter margoso de la parte superior de la unidad que imprime también un marcado tono allí donde aflora.

Esta unidad contiene *Emaceticeras* y *Lioceratoides* en los tramos inferiores lo que indica una edad Domeriense superior-Toarciense inferior. Los niveles margosos más superiores son pobres en fauna si bien existen algunos *Dactylioceras* que corroboran claramente la edad de la parte alta de esta unidad.

El tramo superior (unidad 15) está formado por una alternancia de calizas margosas, margas y a veces niveles calizos aumentando el contenido en carbonatos hacia el techo. Esta disposición rítmica es observable en la carretera del Puerto de Onitar, en el km 393. También existen excelentes afloramientos en Cañada Hermosa cerca del Cortijo del Rey existiendo allí un carácter más calizo de esta unidad así como mayor potencia de la serie (más de 100 m). A techo y con poco espesor aparecen unas calizas y margas rojas de aspecto noduloso que constituyen el "ammonitico rosso".

Este tramo superior presenta un rico contenido fosilífero especialmente en ammonites. Así la serie rítmica contiene abundante fauna de *Hildoceras*, *Pseudogrammoceras*, *Bradicerias*, *Catacoeloceras* y *Broduia* que datan de Toarciense medio al menos estos niveles. La parte alta presenta un gran contenido fosilífero *Erycites Pleydellia*, *Pseudogrammoceras* y *Brodiceras* lo que permite asignar a estos niveles una edad Toarciense superior-Aalenense. Por último se puede decir que en base al contenido faunístico existe una importante laguna estratigráfica entre el sector de Colomera y el Zegrí, que motiva la desaparición del Toarciense superior puesta de manifiesto por RIVA (1972).

Desde el punto de vista sedimentológico corresponden a depósitos de plataforma interna parcialmente restringida organizada por sistemas de corrientes de fondo, con disminución de intensidad de sedimentación hacia techo pasando a las facies condensadas del "ammonitico rosso".

### 2.2.3.2. **Calizas nodulosas y margas rojas ("ammonitico rosso") (16). (Domeriense sup.-Aaleniese)**

En la mitad meridional de la Hoja y generalmente a techo de la unidad 15 se sitúan las calizas nodulosas y margas rojas con alto contenido faunístico que constituyen los niveles de "ammonitico rosso" en este sector meridional del Subbético medio.

Esta unidad presenta un carácter muy diacrónico. Así mientras que al norte del Zegrí la edad de estos niveles condensados es Aaleniese-Toarciense superior hacia el sur y sur-oeste alcanza edades que incluyen hasta el Domeriense sup. como lo demuestra los restos de fauna de los niveles del Puerto de Gambucilla.

La edad más baja de esta unidad corresponde a este sector ubicado al sur del Cortijo de Marino Vega en la Sierra del Campanario. En ese lugar y en poca distancia se puede observar perfectamente como las margas de la unidad 14 van desapareciendo poco a poco siendo sustituidos por los niveles del "ammonitico rosso" que a su vez alcanzan los máximos espesores de la Hoja. Hacia el norte el espesor va disminuyendo como ocurre en las proximidades de Benalua de las Villas donde apenas existen unos pocos metros.

En general se trata de una unidad muy característica, fácil de reconocer, y entre los cortes que merece destacar por su calidad de afloramiento además de los mencionados están los de: puerto del Zegrí km 937, Cortijos del Frage, la Dobla y Saladillo y por último los de la pista de Benalua al Cortijo de Marino Vega o al puerto del Zegrí y el de los alrededores de Colomera.

En general se trata de niveles de condensación con aportes de carácter exclusivamente pelágico y con una muy baja intensidad de sedimentación.

### 2.2.3.3. **Calizas tableadas beige (17). (Domeriense superior-Toarciense superior)**

En las sierras situadas en la mitad norte de la Hoja entre las de Montillana y Frailles, por encima de las dolomías del Lías inf.-medio se observa unas calizas tableadas de colores gris en alteración y beige con sílex, de escala decimétrica aunque puede alcanzar el metro, que alternan con niveles de margas ocreas en proporción variable.

Esta unidad es claramente observable cerca de Cerro Canteras en el barranco de Juliche o cerca del Cortijo de Hachazo en la zona sur-occidental de la estructura del Cortijo de las Monjas. Así en los tramos inferiores del Jurásico se reconocen niveles cuya continuidad por

la Hoja de Valdepeñas de Jaén es patente (Sierra de Alta Coloma). Hacia el oeste, en la zona de Frailes desaparecen y quedan sustituidos por una caliza oolítica de poco espesor o por las series calizo-margosas que caracterizan a este sector.

El espesor medio observado es del orden de los 100 m si bien este varía de unas zonas a otras. El tránsito a la unidad superior se realiza de forma gradual por aumento del contenido en margas. Los niveles basales cuando se observan se individualizan de las dolomías por un marcado *hard-ground* y un paquete de unos 5 m de espesor que intercalan algún nivel de calizas bioclásticas ricas en artejos de crinoides. Estas biomicritas en lámina delgada no ha proporcionado fauna característica, si bien por microfacies parece corresponder al Pliesbanchiense. Los términos superiores con abundantes microfilamentos; espículas, radiolarios y crinoides corresponden ya al Toarciense (*Glomospira* sp., *Ataxophragmidos*, *Lenticulina* sp., *Marginulina* sp., *Nubecularia* sp.).

El contenido faunístico de esta unidad en cuanto ammonites se refiere es pobre. Fuera ya de la Hoja y al norte en el río de las Juntas, GARCIA DUEÑAS *et al.* (1970) citan *Arieticerias* mal conservadas. Es de destacar el carácter diacrónico de esta unidad que hacia el sur cambia lateralmente a las series margosas de las Sierras de Zegrí. Según RIVAS *et al.* (1979) la edad de estas calizas estaría comprendida entre el Pliesbanchiense superior y los términos más inferiores del Toarciense superior.

#### 2.2.3.4. **Alternancia de calizas margosas, margas y margocalizas (18). (Domeriense-Bajociense)**

Se trata de un conjunto litológico muy potente aflorante en la mitad norte de la Hoja o Subbético medio Septentrional de GARCIA DUEÑAS (1967). Está constituido por una potente serie rítmica de margas alternando con margocalizas y calizas con sílex gris azuladas en fresco y de tonos claros (beige y amarillos) en alteración. Tanto los tramos blandos como duros, fluctúan en espesor, desde los tamaños decimétricos a los de escala métrica. En ocasiones se observa intercalados en los tramos más superiores niveles de oolitos removilizados cuya morfología llega a constituir resaltes destacados.

Los bancos de calizas corresponden a micritas y biomicritas arcillosas con abundantes radiolarios y filamentos. Los paquetes presentan frecuentes estructuras típicas de capas de tormenta o bien estratificación "wavy-bedding". En ocasiones se observan indicios de ambiente reductor (pirita, materia orgánica, etc.).

La característica más importante de esta unidad es que presenta abundantes e importantes intercalaciones de rocas volcánicas motivo por el cual el espesor de las series es a veces bastante considerable, fluctuando desde el centenar de metros a más de 600 m. Lateralmente hacia el norte y noroeste este vulcanismo ha desapareciendo adquiriendo esta unidad un tono más homogéneo y pasando sensiblemente a las series de Frailes y Sierra del Trigo.

El contenido faunístico es abundante y así en lámina delgada se puede observar Protoglobigerinas, *Pseudoglandulina* sp., *Eothrix alpina*, *Lenticulina* sp., *Aptychus*, restos de crinoides,

ostrácodos, *Ataxophragmidos*, *Marginulina* sp., *Nubecularia* sp., *Spirillina* sp. Los tramos más inferiores cerca del Cortijo del Hachazo y por debajo de las primeras coladas volcánicas contienen *Lingulina pupa* (TERQ), *Falsopalmula deslomagchampri* (TERQ), *Lenticulina minuta* (BORN), *L. münsteri* (ROEMER), *L. acutiangulata* (TERQ), *Planularia crepidula*, *Bairdia molesta* (APORT), *Dentalina* y *terquemi*, *Hungarella Amalthei* (QUENST).

El contenido en ammonites es también frecuente *Ludwigella*, *Skirroceras*, *Graphoceras*, *Hammatoceras*. Además es frecuente la presencia de *Zoophycus*. La edad de esta formación fluctúa desde el Domeriense para los términos más inferiores hasta el Bajociense para los más superiores, y lo más frecuente es que comienza en el Toarciense. No obstante el hecho de haber encontrado microfauna del Pliesbanchiense superior en los tramos inferiores, cerca del Cortijo del Hachazo plantea de nuevo el carácter diacrónico de esta unidad.

Es fácil pensar que el vulcanismo condicionó la paleogeografía en este sector, motivando a veces falta de sedimento y en otras ocasiones acumulación de sedimentos margosos, cambios laterales de facies en cortos espacios, cambios de espesores y claro está un marcado carácter discontinuo de los depósitos.

Esta unidad presenta una gran extensión superficial fuera de la Hoja aunque con ciertas variaciones de facies y en edad (GARCIA DUEÑAS *et al.*, 1970). No obstante los mejores cortes de este a oeste corresponden al río de Las Juntas cerca de Montillana, al arroyo Almendralejo al norte de Benalua de las Villas, Cortijo del Hachazo, norte de Fuentes Viejas, Cortijo del Alamo y Cerro Canteras.

Desde el punto de vista sedimentológico se tratan de depósitos de plataforma somera, parcialmente restringida, con morfología de fondo muy irregular y condicionada por los procesos volcánicos del entorno. En la zona central y meridional de la Hoja, el sedimento corresponde en gran parte a materiales turbidíticos depositados en condiciones de tormenta (estratificación "hummocky") en *packstones* y *grainstones* de oolitos e intraclastos. La sedimentación autóctona está representada por calizas muy bioturbadas ("mudstones" a "wackstones" de filamentos) en condiciones de baja intensidad de sedimentación, que en ocasiones llega a presentar interrupciones ("hard" y "firm grounds").

#### 2.2.3.5. **Rocas volcánicas básicas** (19)

Sus afloramientos se localizan en la parte norte de la Hoja entre el meridiano de Campotejar y el de Fuentes Viejas. En la estructura del sinclinal del Cortijo de las Monjas se observan importantes manifestaciones volcánicas tanto en forma de coladas como de "sills" y "lacolitos". Morfológicamente dan lugar a zonas ligeramente deprimidas de colores oscuros y que constituyen buenos niveles guías.

Existen numerosos puntos donde se puede realizar observaciones tales como p.e. las "pillow-lavas" al norte de Campotejar, el río de las Juntas o el Corte de Majada Vieja, donde además de frecuentes coladas interestratificadas aparecen niveles de haloclastitas perfectamente visibles sobre "pillows" bien desarrolladas.

En lámina delgada corresponden estas rocas básicas a basaltos y andesitas con textura intersetal de grano fino a veces con vesículas y textura ofítica de grano medio. El bajo grado de cristalinidad aconseja su clasificación normativa así y según esta, los tipos existentes son: Tefritas, Andesitas y Hawaita nefelínica, es decir términos poco diferenciados de tendencia alcalina.

En cuanto a la edad de estas coladas volcánicas submarinas esta es muy variable. Así las primeras manifestaciones de las rocas aflorantes en la Hoja parecen corresponder al Toarciense inferior como se pone de manifiesto por los niveles margosos que contienen ammonites de tal edad y que se sitúan inmediatamente por debajo de dichas coladas. Durante la Aalenense parece existir un máximo de actividad que continua durante el Dogger y paulatinamente se ve atenuando.

No obstante, los niveles radiolaríticos de las proximidades de Montillana, incluyen también rocas volcánicas así como los depósitos del Tithónico superior. Por último, parece que las últimas manifestaciones acontecen en el límite Jurásico-Cretácico, como así lo demuestran los afloramientos de rocas volcánicas situados inmediatamente por debajo de los niveles de calizas margosas y margas neocomienses con abundante fauna del género "*Berriassella*".

#### 2.2.3.6. **Margas claras y calizas blancas con sílex a techo (20). (Bathonense?)**

Esta unidad aparece a techo de la unidad anterior exclusivamente en el flanco suroriental del sinclinal del Cortijo de las Monjas.

Así sobre los niveles de oolitos resedimentados que constituyen un resalte morfológico importante en esa estructura (unidad 18) se desarrolla un conjunto margoso de unos 150 m de espesor que en fresco presenta tonalidades oscuras de color tabaco y en alteración da lugar a extensos campos que orlan la estructura en este sector. El techo de esta unidad corresponde a las margas radiolaríticas del Malm, no obstante en los afloramientos más occidentales, situados cerca del Cortijo Jarandilla aparecen erosionados y delimitados por los conglomerados y brechas del Cretácico inferior.

A techo de estas margas y dentro de esta unidad, aparece un paquete de poco espesor (25 a 30 m) de calizas blanquecinas y calizas margosas con filamentos y pequeñas intercalaciones margosas. Los bancos calizos presentan nódulos de sílex negro y espesores de escala decimétrica. Estos niveles contienen *Protopeneroplis striata* además de *Lenticulina*, *Ophthalmidiu* y Miliólidos y Textuláridos.

En el tramo blando, margoso inferior de esta unidad y en las biomicritas intercaladas se reconoce *Eothrix alpina*, *Spirillina* sp., radiolarios abundantes, microfilamentos y restos de crinoideos.

La edad en base a la microfauna parece corresponder al menos al Dogger superior es decir a un probable Bathoniense, si bien no existen argumentos paleontológicos claros que confirmen tal edad.

### 2.2.3.7. **Calizas margosas y margas grises (21). Alternancia de calizas margosas tableadas y margocalizas (22). (Domeriense-Bathonienne?)**

Estas dos unidades superpuestas en la vertical, en perfecta continuidad y límite insensible entre ambas constituyen las denominadas "Series de Frailes" en este trabajo, cuyo mejor corte se encuentra al norte del citado pueblo en la carretera a Valdepeñas de Jaén y en el límite con dicha Hoja. Este conjunto litológico presenta importantes variaciones con las así denominadas por GARCIA DUEÑAS *et al.* (1970) y que corresponden al sector de Cerro Canteras, situado al este de Frailes y a 2 ó 3 km de la citada población.

En esa carretera un importante accidente tectónico bien visible impide observar claramente el muro aunque más hacia el oeste corresponde a una caliza oolítica de posible edad Domeriense y de marcada continuidad en la vecina Hoja de Valdepeñas.

En el corte se observa una potente ritmita de calizas-margosas alternando con margas (300 m). A grandes rasgos pueden ser diferenciados dos tramos cartográficos: uno inferior (unidad 21) constituido por calizas margosas en bancos de un metro o más y margas grises y otro superior (unidad 22) de iguales características litológicas si bien parece que existe un aumento en carbonatos en los niveles calizos a la vez que adquieren un aspecto más tableado y colores más claros. El tránsito entre ambas unidades es gradual y resulta difícil de establecer en la columna si bien a nivel cartográfico se observa una ligera diferenciación en detalle.

En la unidad inferior (21) se observan frecuentes niveles de "slumps" y de brechas sinsedimentarias. También se intercala algún "packstones" bioclásticos con abundantes microfilamentos. En la unidad superior (22) muy replegada presenta un contenido microfaunístico similar, con microfilamentos, radiolarios *Eothrix alpina*, etc. A techo y fuera de la Hoja existen unos delgados niveles de sílex con margas radiolaríticas intercaladas y que dan paso a las margas color tabaco ("Radiolaritas") característica de ese sector. Todos estos depósitos corresponden a facies de plataforma sedimentadas en zona ocasionalmente inestable.

La edad de todo el conjunto oscilaría desde el Toarciense incluso Domeriense para los niveles inferiores hasta el Dogger superior (Bathonienne?) para la parte alta aunque si bien en el Subbético medio existen lagunas estratigráficas que pueden llegar a abarcar todo el Bathonienne (OLORIZ y TAVERA, 1975) por lo que el techo llegaría sólo al Bajociense.

### 2.2.3.8. **Calizas margosas, margas y margocalizas (23). (Lias medio-Bathonienne?)**

Se incluye en este apartado una potente sucesión rítmica de calizas margosas, margocalizas y margas que hacia techo se hacen más calcáreas y con abundante sílex. Estos materiales conforman los relieves de la Sierra del Trigo que en relativa aloctonia, se dispone sobre las series de Frailes y de Montillana.

Esta unidad tiene su continuidad cartográfica por la Hoja de Valdepeñas de Jaén y en el sector aflorante apenas aparece bien representada, observándose solamente dentro de la cuadrícula los tramos más inferiores de la serie.

En la Hoya de Salobral y al pie de la Sierra del Trigo se observa una sucesión rítmica de calizas margosas y margas grises y ocreas que en ocasiones intercalan pequeños "slumps". En la base se observa algunos delgados niveles bioclásticos y detríticos. hacia techo de la serie aumenta el contenido en carbonato haciéndose más caliza, apareciendo ya nódulos de sílex y pequeños niveles de condensación más frecuentes a partir de los niveles considerados como Aalenense (SANZ DE GALDEANO, 1973). En la parte superior de este conjunto es considerado como Bajociense-Bathonense? y adquieren más desarrollo los paquetes de condensación de calizas nodulosas y margas rojas que constituyen ya un verdadero "ammonitico rosso" representado más al norte y fuera de la Hoja. El espesor de la serie estimado es del orden de los 1.000 m, y resulta equivalente en edad y tipo de depósito a las series de Frailes descritas en el epígrafe anterior.

#### 2.2.4. Dogger-Malm

Se incluyen dentro de este apartado todas aquellas unidades situadas por encima de las ritmitas descritas en los apartados anteriores y del "ammonitico rosso" del Toarciense-Aalenense.

Por lo general y aunque las variaciones de facies son frecuentes existe a grandes rasgos y en sentido amplio una gran homogeneidad litológica aunque con variaciones a nivel local.

Así y de forma bastante general sobre las ritmitas y/o "ammonitico rosso" del Aalenense, es decir, bien en la parte septentrional, o en las zonas meridionales de la Hoja se desarrolla un conjunto de margas radiolaríticas verdes en alteración y de color tabaco en fresco, ricas en radiolarios y pobre en otros tipos de fósiles.

Sobre esa unidad se dispone unos niveles carbonatados alterando con margas con fauna de edad al menos Kimmeridgiense y Tithónico terminal, que en ocasiones pueden incluir el Berriasiense y dándose paso ya a las margas y margocalizas blancas del Neocomiense. La presencia de calizas detríticas en este tramo superior es otra de las constantes del Jurásico terminal en este sector.

Por último, tanto en las zonas más externas como internas se registra una importante discontinuidad sedimentaria en el Bathoniense, marcada tanto por ligeras emersiones (Subbético Externo) como por niveles de condensación en facies "ammonitico rosso" (Subbético Externo e Interno). Esta discontinuidad en el Subbético medio es difícilmente detectable, tanto por la aparente continuidad en el ambiente sedimentario como por la ausencia de fauna característica.

##### 2.2.4.1. *Margas verdes y rojas con radiolarios ("Radiolaritas") en ocasiones con calizas de filamentos con sílex en la base* (24). (Bathonense-Kimmeridgiense)

Se trata de una de las unidades más características que definen el subbético medio. Aflora ampliamente en toda la Hoja y constituye a veces un nivel de referencia bastante claro.

Si bien la constancia de facies, es uno de los rasgos más característicos no lo es así la potencia que puede fluctuar de unas zonas a otras. Así los espesores más pequeños se observan bien en la parte oriental de la Hoja, o cerca del Cortijo de la Umbría al sur de Benalua de las Villas. Por el contrario las mayores potencias se localizan al norte en el Cerro de las Canteras o en las series al norte de Fuentes Viejas y en las proximidades de Montillana.

Litológicamente se trata de margas verdes color tabaco, muy compactas a veces con algún nivel de margo caliza silíceo, que a techo resultan de color rojo. Presentan una fractura astillosa muy característica. Los radiolarios son muy abundantes observándose a veces tanto procesos de silicificación como de desilicificación.

Los tramos superiores que tienen tonalidades rojas resultan margas rojas e incluso a veces blancas y de forma gradual, aunque en pocos metros, comienzan a alternar con niveles delgados de margocalizas silíceas, de aspecto arrifonado que marcan el tránsito a la unidad superior.

La base o muro de esta unidad resulta más compleja y difícil de definir ya que en ciertos sectores y en la mitad meridional de la Hoja se observan unos pocos metros en la base de calizas de filamentos con sílex del Dogger (Bathoniense), que dado el poco espesor y por necesidades cartográficas han sido incluídas en la base de esta unidad. Estos niveles carbonatados no siempre están presentes y a veces de forma brusca estas margas radiolaríticas se sitúan sobre el infrayacente que en ocasiones presentan a techo óxidos de hierro evidente muestra de procesos de interrupción en la sedimentación, que han afectado al área, previa a la deposición de los materiales radiolaríticos.

Así p.e. al sur del puerto del Zegri o en la nueva carretera de la Nava a Poloria estas características son observables y encontrando por encima del "ammonitico rosso" una alternancia de margo calizas silíceas grises-rojizas y calizas de filamentos con sílex (biopelmicritas) en bancos centimétricos y con un espesor total de 6 m y que han mostrado la siguiente microfauna *Eothrix alpina*, *Lenticulina* sp., *Globochaete alpina*, *Textularia*, *Ataxophragmidos*, ostracodos y restos de crinoideos, microfacies que apuntan a una edad Bathoniense para estos niveles situados en la base de las margas radiolaríticas.

En otras áreas próximas este pequeño tramo de calizas de filamentos no se observa y se disponen las radiolaritas directamente sobre el "ammonitico rosso", Aaleniense o sobre las potentes ritmitas de las series septentrionales cuyo techo se sitúa en el Bajociense-Bathoniense?

Al norte de Fuentes Viejas los levigados realizados en los tramos basales de estas radiolaritas contienen *Pseudochrysalidina* sp., *Ophthalmidium* sp., *Glomospira* sp., además de Miliólidos, ostracodos, restos de crinoideos, etc., y su microfacies corresponden a un probable Kimmeridgiense aunque con un cierto interrogante. El techo de esta unidad se encuentra perfectamente datado como Kimmeridgiense y en muchas ocasiones termina en la parte superior de éste.

No obstante hay que señalar el posible carácter heterócrono de esta unidad ya indicado por SANDOVAL (1979) pues según dicho autor estos materiales se apoyan sobre infrayacentes que

fluctúan en edad desde Aalenense-Bajociense en los sectores meridionales a Bathonienses e incluso Calloviense en las zonas más septentrionales, fuera de la Hoja.

Otra hipótesis que corroboraría esta diacronía de facies y complicaría el esquema sedimentológico sería el plantear la presencia de dos facies radiolaríticas de edad diferente (pre y postbathonienses) que coexistirían en el sector central de la Hoja. Esta argumentación resulta más compleja pero pudiera llegar a ocurrir.

Por último podría suceder que estas margas radiolaríticas se encuentren únicamente por encima de la discontinuidad Bathoniense con ausencia de depósito o facies condensadas desde el Calloviense al Kimmeridgiense inferior por lo que corresponderían al ciclo del Malm.

En cualquier caso, hay que destacar la existencia de niveles con abundantes radiolarios desde el Lias superior hasta el Tithónico terminal. En numerosas ocasiones los radiolarios aparecen calcitizados por lo que el aspecto de la "radiolarita" es de unas margas e incluso a veces de calizas. Los procesos de sucesivos lavados y reprecipitaciones de sílice podrían generar nódulos, tan frecuentes en los materiales carbonatados jurásicos.

#### 2.2.4.2. **Calizas margosas con sílex y margosas (25). (Dogger-Malm)**

Se trata de una unidad cartográfica situada por encima de unos pocos metros de margas radiolaríticas que afloran en los alrededores del Cortijo de la Umbría cerca del de Marino Vega.

Litológicamente está formada por calizas margosas de color beige con nódulos de sílex estratificadas en bancos decimétricos y alternando con niveles margosos. Estas calizas parecen pasar en la vertical a los tramos del Kimmeridgiense-Tithónico característicos del sector.

Este tramo al igual que muchas microfacies del Dogger contienen microfilamentos, radiolarios, crinoides, *Eothrix alpina*, *Lenticulina* sp., *Dentalina* sp., *Vidalina* sp., *Carnuspira* sp., que ponen de manifiesto la edad Dogger para estos niveles. Hacia techo parecen pasar a la siguiente unidad.

#### 2.2.4.3. **Calizas detríticas con sílex (26). (Kimmeridgiense-Tithónico)**

Se trata de uno de los tramos cartográficos más típicos del Subbético medio y concretamente de la parte meridional de la Hoja, si bien de forma muy aislada se ha observado algún nivel de estas características en el sector norte en el sinclinal de Cortijo de las Monjas.

Los mejores afloramientos se sitúan en el entorno de la Sierra del Zegrí y es de destacar el corte situado al suroeste de Dehesas Viejas en Arroyo Cañada o el del talud de la nueva carretera entre Campotejar y Poloria.

Al oeste de Benalua de las Villas y en dirección a Colomera es frecuente observar esta unidad aunque bastante afectada por procesos tectónicos por lo que su identificación cartográfica a

veces es compleja. Son frecuentes los cambios de facies intercalándose este tipo de depósito espacial y temporalmente, con los materiales descritos en el epígrafe siguiente.

Litológicamente son calizas detríticas y bioclásticas con sílex y abundante fauna resedimentada, organizadas claramente en un tipo de secuencias deposicionales muy concretas y que obedecen a procesos de sedimentación directamente relacionados con tormentas por lo que existe una variedad de facies desde los "hummocky" propiamente dicho con laminación "wavy" entrecruzada, ripples de ola perfectamente visibles y laminación paralela de baja energía con decantación a techo de carbonatos que corresponde ya a una sedimentación autóctona.

En relación con este tipo de depósito se observa niveles turbidíticos a veces incluso de escala métrica existiendo una amplia gama de facies desde las capas de tormenta propiamente dicha a las turbiditas o a las facies de plataforma.

Los niveles basales presentan una transición gradual con las margas radiolaríticas infrayacentes intercalándose capas de tormenta cada vez más frecuente y de mayor espesor hasta pasar en poco espacio a la unidad que se está describiendo que conserva intercaladas entre las capas carbonatadas niveles radiolaríticos.

Son muy frecuentes estructuras del tipo "slumps", "flute-cast" y brechas intraformacionales generadas tanto por deslizamiento como por la acción de la ola.

Desde el punto de vista litológico esta unidad está formada por intrabioesparitas de color gris de aspecto tableado, estratificadas en bancos de escala decimétrica y alternando niveles duros calcareníticos a veces con sílex, con lutitas calcáreas. El espesor es muy irregular fluctuando desde los 30 m aproximadamente del sector de Dehesas Viejas a 80 m en otras áreas. El techo de esta unidad es heterócrono al igual que su disposición y generalmente cuando esta unidad se encuentra en posiciones inferiores a techo comienzan a alternar margocalizas silíceas de aspecto noduloso con margas rojas y blancas muy características.

El contenido fosilífero es muy abundante así las muestras estudiadas han proporcionado entre otros: *Nautiloculina oolítica* (HOHLER), *Caricospirillina basiliensis* (MOHLER), *Everticyclamina virguliana* (KOECHLIN), *Plygonella incrustata* (ELLIOT), *Quinqueloculina* sp., *Labyrinthina mirabilis* (WEYNSCH), *Eothrix alpina* (LOMP.), *Pseudocrysalidina*. También algunos niveles contienen: *Calpionella alpina*, *Trocholina alpina* (LEUPOLD), *Rectocyclamina arrabidensis* (RAMALHO), *Poliojonella incrustata* (ELLIOT), *Glomospira* sp., *Ammobaculites* sp. y abundantes restos de crinoideos y de *Aptychus*.

Esta unidad es conocida en la literatura geológica con el nombre de "turbiditas calcáreas". Han sido estudiadas por GARCIA DUEÑAS (1967-1970) y RUIZ ORTIZ *et al.* (1979). Estos últimos autores hacen una descripción objetiva de estos niveles identificándolos con secuencias tipo Tb y Tab de BOUMA y llaman la atención sobre las escasas estructuras de muro. COMAS (19778) pone ya en evidencia el hecho de coexistir facies distales con niveles de brechas de carácter proximal.

Todas estas características con los conocimientos actuales, permiten encuadrar esas observaciones dentro de un mismo contexto y ambiente deposicional correspondiente a depósitos de tormentas, generados en una plataforma somera que evolucionan hacia la parte distal, situada en zonas más septentrionales, a capas turbidíticas que se diluyen en un depósito autóctono de margocalizas silíceas y margas rojas con abundantes radiolarios.

#### 2.2.4.4. **Margocalizas silíceas nodulosas, margas rojas y blancas. Calizas margosas con sílex (27). (Kimmeridgiense-Tithónico)**

Junto con la anterior unidad estos materiales forman parte de los depósitos más característicos del Malm en la región y del Kimmeridgiense-Tithónico en particular.

Litológicamente se trata de un conjunto de margocalizas silíceas y a veces calizas con abundantes radiolarios de poco espesor, generalmente de escala centimétrica, que alternan con niveles de margas generalmente rojas y a veces verdes de tipo radiolarítico. Los nódulos de sílex bien dispersos y abundantes son también una tónica dominante, así como las intercalaciones de pequeñas capas turbidíticas, en las que en ocasiones se reconoce estratificaciones del tipo "hummocky".

La relación carbonato/lutita es variable llegando a predominar las margas rojas en muchas ocasiones como ocurre al sur de la Sierra del Zegrí, en el Cortijo del Frage, Existen cantidad de afloramientos de esta unidad distribuidos a lo largo de la Hoja. En lámina delgada estos niveles corresponden a biopelmicritas, intramicritas y biomicritas y en muchas ocasiones se observan pequeños niveles de microbrechas con *Aptychus* que por otra parte son muy frecuentes a lo largo de la serie.

Esta unidad es muy característica y representa al Tithónico superior cuando por debajo aparecen los niveles de calizas detríticas con estratificación de tipo "hummocky". Tal es el caso del corte de Dehesas Viejas o de la carretera nacional N-323 cerca de esa población. También se observa esta unidad cerca de Colomera y en las estribaciones de Sierra Pejada y en general en todo el ámbito del Subbético dentro de la Hoja. Quizás el mejor afloramiento y zona para caracterizar estas facies sea en la vecina Hoja de Alcalá la Real junto al pueblo de Lojilla en la carretera y en dirección a Montefrío.

En el sector meridional entre el Puerto de Gambucilla y el Cortijo del Frage esta unidad caracteriza el Malm (Kimmeridgiense sup.-Tithónico sup.) no existiendo los niveles de calizas detríticas en la base, lo que corrobora el sentido tanto espacial como temporal y heterócrono de la unidad descrita en el epígrafe anterior.

El contenido faunístico es muy abundante lo que ha permitido la datación tanto del techo como del muro con el máximo y mínimo temporal al que ya se ha hecho referencia. Entre la microfauna que se ha encontrado en lámina delgada destacan: Protoglobigerinas *Remaniella cadischiana* (COLOM), *Calpionella alpina* (LORENZ), *Crassicolaria* sp., GARCIA DUEÑAS (1970) y COMAS et al. (1978, Hoja de Moreda) citan la presencia de *Calpionella elliptica* en niveles

equivalentes lo que implicaría una edad Berriasiense en parte para los tramos altos de la serie. El hecho de las diferentes láminas estudiadas no haberla encontrado, no descarta la posibilidad de que en algunos sectores, el tránsito a las facies del Neocomiense se lleve a cabo y en algunas áreas en el Berriasiense. Tal como señala TAVERA (1979) es posible que este piso participe de las características del Jurásico superior y el cambio litológico más aparente se halle en la base del Valanginiense.

Por último y desde el punto de vista de facies resulta interesante hacer algunas consideraciones más. Por un lado este conjunto litológico de margocalizas, calizas y margas de aspecto noduloso pasa de forma general hacia el norte (Subbético Externo) a los términos más calcáreos de facies condensadas ("ammonitico rosso"). Este paso se realiza de forma gradual mediante unidades del tipo de las que se describen en el siguiente epígrafe. Por otro lado la disminución de los carbonatos dan lugar a la presencia de términos margosos del tipo "radiolarítico" ya descritos.

El ambiente sedimentario de todo este conjunto corresponde pues a una plataforma somera en general por debajo del nivel de base de ola de tormenta.

#### 2.2.4.5. **Calizas detríticas, conglomerados, brechas y margas grises (28). (Berriasiense)**

De carácter local y naturaleza turbidítica, afloran estos materiales de forma excelente en un talud abierto en la nueva carretera entre Poloria y Dehesas Viejas y muy cerca de esta última población.

Así sobre la unidad anterior (unidad 27) se observa una potente formación detrítica formada por secuencias rítmicas de escala métrica de conglomerados y brechas alternando con niveles margosos grises. Esta unidad que casi alcanza un espesor de 100 m, está localizada sólo en el sector de Dehesas Viejas, Poloria y Onitar, desapareciendo lateralmente hacia el norte y el oeste.

El contacto con el infrayacente tiene un cierto carácter erosivo mientras que con los términos superiores ya del Cretácico inferior parece ser transicional.

Los niveles más duros son detríticos generalmente, brechas y conglomerados (calciruditas) contienen cantos de caliza jurásica, rocas volcánicas, cantos blandos y abundantes *Aptychus* que están fuertemente cementados con más de 1 m de espesor. Los tramos arcillosos y/o margosos con igual potencia alternan con los anteriores, dando un cierto carácter rítmico en la serie.

Por último y desde el punto de vista litológico, la geometría de los cuerpos sedimentarios es de aspecto lenticular con techo plano y base erosiva muy tendida con frecuentes "flutes" y otras estructuras de corriente. Estos canales posiblemente turbidíticos, estarían ligados localmente a áreas relativamente deprimidas a favor de las cuales circulaban corrientes turbidíticas que generaban este tipo de depósitos.

Por último el control bioestratigráfico resulta muy difícil ya que en este tipo de depósitos y en la mayoría de los caos la fauna es resedimentada de los niveles infrayacentes correspondientes al Tithónico superior. No obstante por la facies, tipo de depósito y relación con los niveles supra e infrayacente así como por constituir los depósitos de tránsito Jurásico-Cretácico, se les considera de edad Berriasiense. GARCIA DUEÑAS (1970) y COMAS *et al.* (1978) hablan en zonas próximas de un tramo superior turbidítico de iguales características a las descritas y que contienen *Calpionella alpina* y *C. elliptica* por lo que la edad propuesta en principio estaría de acuerdo con el contenido faunístico de estos niveles.

#### 2.2.4.6. **Calizas tableadas con sílex y margas blancas, margocalizas silíceas y margas rojas. Niveles de brechas y microbrechas (29). (Kimmeridgiense sup.-Tithónico superior)**

Constituye sin duda alguna esta unidad una de las litofacies más característica del Malm del Subbético medio y en particular de la mitad septentrional de la Hoja.

Por regla general el infrayacente de este tramo lo constituyen las margas rojas radiolaríticas mientras que el techo lo son las calizas margosas y margas grises neocomienses. El contenido en microfauna es bajísimo por lo que las dataciones se realizan generalmente a nivel de la microfauna proporcionada por los levigados o la observable en lámina delgada.

Esta unidad generalmente suele aparecer en cortes que proporcionan buenas condiciones de observación. Lo más representativo y de este a oeste corresponden a: Venta de Andar, Barranco del río Mures (norte de Fuentes Viejas) y Barranco Juliche junto a Cerro Canteras.

Aunque se trata de una unidad muy constante las variaciones de espesores son muy notables. Así p.e. fluctúa desde el más de centenar de metros en Cerro Canteras al este de Frailes, a 4 ó 5 m, incluso menos que pueden tener en las proximidades del Cortijo del Charro al norte del citado pueblo o en el flanco septentrional del sinclinal del Cortijo de las Monjas donde allí también apenas alcanza unos pocos metros.

También resulta interesante destacar la presencia de rocas volcánicas interestratificadas con estos materiales al este de Cortijo Elvira en el citado sinclinal del Cortijo de las Monjas. Es muy probable que la emisión de rocas volcánicas en esa zona condicionase la sedimentación, justificándose así el poco espesor que esta unidad tiene al norte en el río Rosales o en las zonas circundantes.

Sin duda alguna dos son los puntos donde mejor se pueden realizar observaciones de esta unidad y con características diferentes en detalle.

Así en el este de Frailes en Cerro Canteras se observa una potente sucesión de más de 100 m de estos materiales. Esta serie está formada por una alternancia de margas rojas, calizas margosas con sílex de color beige y calizas grises tableadas, todas ellas con un elevado contenido en radiolarios. Los niveles de brechas y "slumps" son muy abundantes encontrándose

en los tramos superiores microbrechas de "*Aptychus*", niveles de condensación de escala decimétrica y tramos margosos grises.

Todos estos materiales aparecen organizados en secuencias más o menos desarrolladas. La secuencia tipo de este corte comienza por niveles margosos radiolaríticos de colores rojos y verdes sobre los que se intercalan calizas (*packstones* de radiolarios) inicialmente nodulosos por bioturbación que pasan a ser masivos y de aspecto tableado con nódulos de sílex. Hacia techo de la serie aparecen niveles de brechas situados en distintos puntos de la secuencia descrita.

Estos depósitos corresponderían a facies de colmatación en una plataforma parcialmente restringida. Lateralmente y hacia el sureste se intercalan depósitos relacionados con tormentas mientras que en el sector septentrional de la Hoja pasan a niveles con tramos de facies condensadas del tipo "ammonitico rosso" separadas por un área de inestabilidad (talud) ubicada al norte de Frailes.

GARCIA DUEÑAS *et al.* (1970) cita cerca de este corte unos niveles muy fosilíferos con ammonites que contienen *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Perisphintidae* y *Puntacptychus*. Las microfacies estudiadas han proporcionado un abundante contenido de microfósiles entre los que destaca además de abundantes radiolarios *Aptychus*, *Cipirillina* sp., *Crassicolaria* cf. *intermedia* y *Calpionella alpina*.

El segundo corte con buenos afloramientos lo constituye el situado al norte de Fuentes Viejas (Trujillos) en un barranco destacado y lateral del Arroyo Mures. Allí sobre unos metros poco visibles de radiolaritas o margas rojas (6-10 m) aparece una serie constituida por margocalizas silíceas y margas rojas en la base y calizas tableadas blancas y margas grisáceas con algunos niveles de brechas.

Este corte más en detalle presenta la siguiente sucesión: en la base calizas bastante silíceas blancas, tableadas y de aspecto noduloso, estratificadas en bancos de escala centimétrica y alternando con niveles margosos que disminuyen hacia el techo. Por encima se observan aproximadamente unos 5 m de niveles de margocalizas silíceas rojas y margas rojas muy similares a las de la unidad 27. A techo y culminando la serie en tránsito gradual a las margocalizas y margas blancas neocomienses se desarrolla un paquete similar al basal aunque con niveles de *Aptychus*, microbrechas y brechas de calizas blancas tableadas.

El contenido faunístico de estos niveles es muy abundante y han proporcionado entre otros los siguientes microfósiles: *Protoglobigerinas*, *Eothrix alpina*, *Calpionella alpina* (LORENZ), *Aptychus* y abundantes radiolarios.

La edad de todo este conjunto litológico es Kimmeridgiense, probablemente superior, a Tithónico superior.

### 2.2.5. Cretácico-Paleógeno

La incipiente homogeneización de la cuenca subbética iniciada durante el Tithónico se ve consumada a principios del Cretácico con un importante cambio paleogeográfico y sedimentario.

Así a principios del Cretácico inferior se inicia una sedimentación pelágica que disminuye su velocidad en el Cretácico superior donde la tasa de sedimentación llega a alcanzar sus mínimos. Durante el Albiense parece tener lugar una fase tectónica con reajustes y extrusión de materiales triásicos que da lugar a la presencia de niveles turbidíticos y olistostrómicos bien desarrollados en determinadas áreas.

A partir del Paleoceno comienzan a generalizarse los procesos turbidíticos que llegan a alcanzar gran desarrollo durante el resto del Eoceno y el Oligoceno como consecuencia del avance de las Zonas Internas sobre las Externas.

A finales del Oligoceno tiene lugar una fase paroxismal, que pone fin a este ciclo sedimentario debido a la colisión de la placa europea y africana, produciéndose entre otros hechos, el emplazamiento de las diferentes unidades del Subbético Interno sobre el Medio, motivando un cambio drástico en la paleogeografía regional y en las condiciones de sedimentación.

#### 2.2.5.1. **Margas y margocalizas blancas (30). (Berriasiense-Cenomaniense)**

Adquieren gran desarrollo superficial en toda la región, dando lugar a relieves suaves y alomados, generalmente cultivados, por lo que las condiciones de observación suelen ser muy deficientes. Su morfología y color hacen que en ocasiones sean confundibles con los depósitos neógenos.

Sus afloramientos se encuentran repartidos por toda la Hoja, predominando en la mitad suroriental. Los mejores se sitúan en el entorno de Colomera y del puerto de Onitar, amén de un sinfín de pequeños cortes aislados observables en barranqueras y taludes.

Desde el punto de vista litológico constituyen una monótona serie rítmica de margas blancas y margocalizas, a veces con sílex, de tonos blancos y amarillentos alterando en niveles decimétricos, que en fresco presentan tono grisáceo. Frecuentemente aparecen muy replegados por lo que estimar su espesor resulta muy difícil al margen de que sean muy frecuentes las variaciones de potencia de esta unidad de unas zonas a otras.

Los cambios laterales de facies no son frecuentes y la monótona sucesión rítmica es una de las características que definen a este conjunto. No obstante y en detalle existen ciertas variaciones. Así, se puede decir que existe un predominio de facies más margosas en las zonas meridionales y de facies más carbonatadas en las áreas septentrionales.

Hacia la parte oriental de la Hoja, en el Sector Poloria-Dehesas Viejas, se observan en los niveles basales y en tránsito con el Jurásico, niveles turbidíticos a veces de escala métrica de carácter bioclástico que incluyen también *Aptychus*. Se observan también estructuras de muro derivadas de corrientes tractivas tales como *flutecast*.

Esta unidad se encuentra ampliamente distribuida por toda la Zona Subbética, si bien existen variaciones laterales tanto de facies como de espesores. Equivale en tiempo y a veces en

litofacias a la Fm "Peón" (COMAS *et al.*, 1978) a la Fm "Los Villares" de las Unidades Intermedias y a la Fm "Carretero".

A nivel regional las variaciones en espesores son considerables. Los mayores espesores corresponden a los sectores septentrionales (Fm "Los Villares") mientras en los meridionales el espesor está bastante reducido o no existe depósito, como ocurre en la vecina Hoja de Moreda, donde la unidad suprayacente llega a apoyarse directamente sobre el Jurásico (COMAS *et al.*, 1978).

Su contenido faunístico es muy abundante, presentando desde Ammonites a Foraminíferos planctónicos e incluso nannoplancton.

Entre la macrofauna destacan los Belemmites, *Aptychus* y Ammonites, siendo muy frecuentes estos últimos, lo que ha permitido establecer una biozonación para el Neocomiense paralela a la de los tintínidos. Entre los Ammonites destacan *Neocomites*, *Neolissoceras*, *Olcostephanus Subatieria*, *Simberkites*, *Killianella*, *Prtoncycloceras*, *Lytococeras* y *Phylloceras*.

Los levigados realizados en esta unidad han proporcionado abundante microfauna característica de la que a título descriptivo se expone: *Calpionella alpina* (LORENZ), *C. elliptica* (CADISCH), *Tintinopsella longa* (COLOM), *Calpionellopsis oblonga* (CADISCH), *Ramulina sp.*, *Lenticulina münsteri* (ROEMER), *L. cf. nodosa* (REUSS), *L. macrodisca* (REUSS), *L. cf. eichenbergi* (BART/BRAND), *Marsonella oxycona* (REUSS), *Dentalina distincta* (REUSS), *D. cf. communis* (D'ORB.), *Ramulina sp.*, *Pontocyprrella sp.*, *Lingulina cf. loryi* (BERTH), *Sprillina sp.*, *Glomospira sp.*, *Saracenaria broonni* (ROEMER), *Anomodiscus cf. planus* (LOEBL), *Epistomina colomi* (SIGAL), *Plaurostomella sp.*, *Pontocyprrella sp.*, *Glandulina sp.* y *Globorotalites bartensteini* (BETT).

El nannoplancton calcáreo también es muy abundante y se han puesto de manifiesto numerosas especies entre las que destacan: *Cyclagellosphaera margareli* (NOEL), *Retacapsa crenulata* (BLACK), *Litrophidites aff. bollii*, *Microntolithus hoschulzi* (REINMARDI), *Diazomatolithus lehmani* (NOEL), *Cruciallipsis cuvillieri* (MANIVIT), *Calcicathina oblangata* (WORSLEY), *Parhabdololithus embergeri* (NOEL) y *Markalus circumradiatus* (STOVER).

La edad de esta unidad fluctúa desde el Tithónico terminal-Berriasiense hasta el Cenomaniense. El Aptiense no ha sido datado, pero en los tramos altos, cerca de la unidad suprayacente se ha encontrado, *Rotalipora* (*Rotalipora cushmani*, MORROW y *Rotalipora deecke*, FRANKE) lo que hace pensar que el techo de esta unidad puede llegar hasta el Cenomaniense, produciéndose frecuentes cambios laterales de facies a partir del Albiense.

El medio deposicional parece corresponder al fondo de una plataforma externa distal en la que se produce una cierta inestabilidad que puede motivar las lagunas estratigráficas a las que se ha hecho referencia. La monotonía de facies hace pensar en ambientes de baja energía.

#### 2.2.5.2. **Margas verdes (31). (Albiense-Cenomaniense)**

Afloran de esta forma esporádica en la mitad meridional de la Hoja y preferentemente al oeste del meridiano del puerto de Onitar, lo que no implica su continuidad espacial hacia la parte oriental de la Hoja, donde es equivalente a la Fm "Fardes" definida por COMAS (1978).

No se observa ningún corte característico y se diferencia de "visu" por los tonos verdes y oscuros que destacan sobre los campos de margas y margocalizas blancas de la unidad anterior y bajo las capas rojas del Senoniense. En ocasiones en algún pequeño afloramiento y en detalle son observables delgados niveles limolíticos y arenosos bastante micáceos y de cierto carácter turbidítico.

Las muestras estudiadas han proporcionado abundante contenido faunístico, así como nannoplancton calcáreo, apuntando ambos una edad Albiense-Cenomaniense.

Entre los microfósiles destacan *Pseudoclavulina irregularis* (COLOM), *Gavelinella barremiana* (BETT), *G. intermedia* (BERTH), *Gyroidinoides laetterlei* (TAPPAN), *Haplophragmoides* cf. *depressa* (LOZO), *Dorothia gradatta* (BERTHELIN), *Astacolus schloenbachi* (REUSS), *Tritaxia pyramidata* (REUSS), *Hedbergella* cf. *infracretacea* (GLAESSNER), *H. planispira* (TAPPAN) y *Ticinella* aff. *primula* (LUTERB).

El nannoplancton calcáreo, muy abundante, ha proporcionado entre otros: *Corollithion kennedy* (CAUX), *Tranalithus gabalus* (STOVER), *Parhabdolithus achlyostaurion* (MILL), *Manivitella pemmatoidea* (DEFFLANDRE in MAVINT), *Markalus circumradiatus* (STOVER), *Prediscophaera cretacea* (ARKHANGELKY), además de una larga lista cuya relación se adjunta en la documentación complementaria.

Esta unidad representa un cambio de facies de los términos superiores de la unidad anterior (30). Desde el punto de vista sedimentario aparece asociada intrínsecamente con el conjunto margocalizo anterior y corresponde a depósitos relacionados con momentos de inestabilidad en la cuenca y ligados a extrusiones de materiales triásicos. Hacia el este esta unidad se extiende ampliamente (COMAS *et al.*, 1978) adquiriendo un desarrollo importante.

Una inestabilidad tectónica en la cuenca justificaría los cambios laterales de facies a partir del Albiense, la presencia de niveles turbidíticos y olistostromas, así como la existencia de yesos en las margas de los términos inferiores de esta formación, en las proximidades de Moreda.

### 2.2.5.3. **Calizas margosas y margas grises (32). (Berriasiense-Cenomaniense)**

Aparecen muy bien representadas en el sector septentrional de la Hoja, desde Frailes hasta Montillana y se prolonga en perfecta continuidad por el Sinclinal de Campillo de Arenas por la vecina Hoja de Valdepeñas de Jaén.

Esta unidad se considera como cambio lateral de facies de la unidad 30. Ha sido denominada como Fm "Carretero" por ser en este puerto cerca de Campillo de Arenas, donde mejor aparece definida (en la carretera Jaén-Granada, al norte y fuera ya de la Hoja).

En ese paraje (Puerto del Carretero) y en los taludes de la carretera se pueden llevar a cabo numerosas observaciones. Lo más característico de esta unidad es por un lado la secuencia rítmica de escala métrica, constituida por niveles margosos y calizas margosas de colores gris

y blanco. En los niveles basales la característica común es la presencia de niveles brechoides y conglomerados con tamaños canto y bloque cementados. Existen fenómenos de *slumps* muy frecuentes en ese área que hacia el centro de la Hoja se van amortiguando. Así al norte en el sector de Frailes puede observarse algunos fenómenos sinsedimentarios de este tipo como p.e. el sinclinal tumbado en la carretera al Cortijo de los Rosales.

En otras áreas, como en el sinclinal del Cortijo de las Monjas y en la carretera que se dirige al Cortijo del Río, los niveles basales del Cretácico inferior están formados por secuencias formadas por conglomerados y aglomerados, margas de cantos de calizas jurásicas y rocas volcánicas.

En general y dentro del área a estudiar, estos materiales están constituidos por una alternancia rítmica bastante monótona con espesor de las secuencias bastante uniforme. Los mejores cortes se sitúan además de las anteriormente citados al sur de la Hoya del Salobral en una estructura que es cabalgada por la Sierra del Trigo.

El contenido faunístico es también muy abundante destacando la fauna de ammonites entre los que caben citar los géneros *Berriasella*, *Promiceras*, *Himalayites*, *Spiticeras*, *Pseudosubplanites*, *Malbosciceras*, *Mazenoticeras*, *Delphinella*, *Jobonella*, *Subalpinites*, *Dalmasiceras* y *Elenaella*.

Por lo que respecta al medio sedimentario se trata de depósitos de carácter pelágico y hemipelágico depositados en un ambiente de plataforma exterior y de talud submarino. Fondos irregulares e inestabilidad en la cuenca motivada por reajustes de fallas y por diapirismo (SANZ DE GALDEANO, 1973), dan lugar a la formación de brechas, *slumps* y depósitos caóticos.

#### 2.2.5.4. **Calizas margosas, margocalizas y margas rojas y blancas (33). (Senoniense-Eoceno inferior)**

Constituye esta unidad la serie suprayacente del Cretácico en la zona Subbética y se le conoce regionalmente con el nombre de Fm "capas rojas" aunque en ocasiones se le ha denominado informalmente Fm "Alamedilla" (COMAS *et al.*, 1978).

Se trata de una unidad litoestratigráfica muy homogénea y característica del ámbito bético. Constituye a veces extensos afloramientos pero por su naturaleza litológica al igual que la del Cretácico inferior no ofrece buenos cortes existiendo sólo series parciales y de pocos metros que permiten llevar a cabo observaciones de carácter puntual.

Se trata de una monótona alternancia de calizas margosas, margocalizas y margas de colores rojos y blancos en capas decimétricas que confieren unos tonos rosáceos. Las calizas micritas y biomicritas están organizadas en cuerpos planoparalelos de 5 a 20 cm de espesor, observándose una fina laminación paralela relacionada probablemente con procesos de decantación. El espesor es muy variable superando en zonas los 200 m de potencia.

En ocasiones se observa intercalada alguna capa turbidítica mostrando los intervalos b y c de las secuencias de BOUMA. Cuando así ocurre, los niveles detríticos suelen ser muy bioclásticos y ricos en glauconita que evidencian, no sólo el carácter marino de estas facies, sino además el ambiente energético y la tasa de sedimentación del medio en que se han depositado.

Desde el punto de vista sedimentario el medio de depósito en general corresponder a facies de plataforma externa (off-shore distal) sin embargo su interpretación en el contexto regional resulta problemática tanto en lo referente a batimetría como en la ubicación de los diferentes tipos de facies dentro del ambiente deposicional que se propone.

Desde el punto de vista faunístico las "capas rojas" están formadas por abundantes restos orgánicos tanto foraminíferos planctónicos como nannoplancton que en ocasiones llegan a constituir "barros de globigerínidos".

Así entre los foraminíferos cabe citar entre otros: *Globotruncana contusa* (CUSHMAN), *G. patelliformis* (GANDOLFI), *G. cf. trinadadensis* (GANDOLFI), *G. ganserri* (BOLLI), *Globotruncanella stuarti* (DE LAPPAR), *Globotruncanella hevanensis*, *Globorotalia re* (MARTIN), *G. aequa* (CUSHM/RENZ), *G. formosa gracilis* (BOLLI), *G. quetra* (BOLLI), *G. formosa formosa* (BOLLI), *G. aragonensis* (NUTT), *Globierina gravelli* (BRONN), *G. linasperta* (FINLAY), *G. primitiva* (FINLAY), *G. soldadoensis* (BRONN), *G. collactea* (FINLAY), *G. cf. prolata* (BOLLI), *Heteroelix cf. globulosa* (EHRENBERG), *Graudryna cf. rugosa* (D'ORB.), *Marsonella cf. trochus* (D'ORB.) y *Gublerina ornaticissima* (CUSHM/CHURCH).

El nannoplancton calcáreo también es muy abundante y a título descriptivo cabe citar la presencia de *Retecapsa crenulata* (BLACK), *Prediscosphaera cretacea* (ARKHANGELSKY), *Quadrum trifidum* (STRADNER), *Micula decussata* (VEKSHINA), *Broinsonia parca constricta*, *Tranolitmus orionatus* (REINHARDT), *Parmabdolitmus angustus*, *Retecapsa angustiforata* (BLACK).

La edad de esta formación oscila desde el Coniaciense hasta el Eoceno inferior. El Santoniense no está datado, lo que no implica que no esté representado ya que en el sector de Alamedilla, en la Hoja de Moreda si se encuentra. No se observa tampoco un cambio brusco en el tránsito al Terciario, encontrando los tramos más altos de la serie con una edad Eoceno inferior existiendo a veces intercalados niveles turbidíticos en la parte alta de la serie que pueden indicar ya dicho cambio.

#### 2.2.5.5. **Alternancia de margas calcáreas y areniscas bioclásticas ocreas (turbiditas) (34). (Paleoceno-Oligoceno).**

Se encuentra representada esta unidad por una franja que con dirección NE-SW se extiende desde el Puerto de Onitar a Puerto López apoyándose en aparente concordancia sobre el nivel infrayacente o "capas rojas". En ocasiones y en zonas relacionada con extrusiones diapíricas de fracturas importantes el contacto con el infrayacente puede corresponder a materiales del Jurásico superior o del Cretácico inferior. Su espesor es irregular y difícil de estimar si bien puede superar los 600 m.

Dentro del área a estudiar no existen cortes que permitan realizar buenas observaciones ya que las tareas de labor emprendidas en este tipo de materiales enmascaran en la actualidad e impiden, cualquier tipo de observación geológica.

El corte más representativo y correlacionable con los depósitos cartografiados se encuentra en las cercanías de Alcalá la Real, en la Hoja contigua y es allí donde mejor se reconocen los diferentes niveles que integran esta unidad.

Desde el punto de vista litológico esta unidad aparece representada por una serie esencialmente lutítica, margosa que intercalan frecuentes capas turbidíticas.

Las lutitas son siempre de coloraciones blanquecinas con tonos ocre. Las capas turbidíticas raramente sobrepasan los 10-15 cm de espesor mostrando como estructura interna, intervalos b y c de BOUMA.

Los niveles basales parecen estar caracterizados por tramos areniscosos de 10 a 20 cm de espesor incluso a veces superiores a un metro con contactos ondulados a gran escala, frecuentes amalgamaciones y estratificación "hummocky".

En conjunto se pueden interpretar como depósitos lutíticos de plataforma externa entre los que se intercalan frecuentes capas de tormenta depositadas por debajo del límite de acción del oleaje. A nivel regional esta unidad hay que emplazarla en un contexto más amplio y relacionarlo con los sistemas turbidíticos, los depósitos de flujos gravitacionales y megaturbiditas existentes en materiales de igual edad, en la Hoja de Alcalá la Real.

Los niveles detríticos presentan abundante fauna que aunque resedimentada conviene destacar: *Nummulites* cf. *laevigatus* (BRUG), *N.* cf. *irregularis* (DESHAYES), *Assilina* sp., *Asterodiscus stellaris* (BRAUNNER), *Discocyclus* cf. *discus* (KAUFMANN), *D.* cf. *pratti* (MICHELIN), *Globorotalia arogenensis* (NUTTALI), *G.* *formosa formosa* (BOLLI), *G. quetra* (BOLLI), *Globigerina primitiva* (FINLAY), *G. soldadoensis soldadoensis* (BRONN), *G. gravelli* (BRONN), *G. collactea* (FINLAY), *G. venezuelana* (HEDBERG).

Entre el nannoplancton calcáreo destacan *Coccolithus pelaginus* (WALLICH) SCHILLER, *Sphenolithus predistentus* (BRANLETTE y WILCOXON), *Cyclococcolithus formosus* (KAMPTNER), *Reticulafenestra* sp., *Diclycoceites dictyodus* (DEFLANDRE et FERT), *Shenolithus* sp., *Sphenolithus distentus* (BRAMLETTE), *S. pseudoradians*, *Helicophaera paralella* (BRAMLETTE et WILCOXON).

Toda esta fauna permite datar a esta unidad litoestratigráfica como Eoceno-Oligoceno sup. existiendo a techo de esta una importante discordancia que la delimita claramente de la unidad siguiente.

#### 2.2.5.6. **Olistostroma. Olistolitos de diversa litología, brechas y margas (35). (Oligoceno sup.-Aquitaniense)**

En el sector situado entre Puerto López y Tozar se observa una disposición caótica y arbitraria de bloques de caliza y dolomías jurásicas de diversos tamaños dispuestos y/o empastados sobre

un conjunto margoso blanco y heterógeno, compuesto de margocalizas y margas blancas del Cretácico inferior y niveles de "capas rojas".

Todos estos materiales no aparecen estructurados de una forma clara y obedeciendo a una geometría de deformación, sino que se presentan de forma caótica y desorganizada.

Esta unidad guarda una estrecha relación con la aloctonía y emplazamiento de la Unidad Parapanda-Moclín situada al sur de estos afloramientos. Así una perspectiva hacia el SW desde el cruce de la carretera a Limones y Tozar permite observar el frente de emplazamiento de dicha unidad y la directa relación con los depósitos aquí descritos, observándose en los niveles más competentes, (caliza y dolomías jurásicas) una descomposición en bloques progresiva y gradual hacia el norte y que van disminuyendo, desde grandes bloques, que individualizados llegan a dar alineaciones orográficas importantes, a pequeños cerros aislados o bloques de escala decamétrica. La deformación e incorporación de olistolitos cretácicos resulta muy difícil y compleja de delimitar dado el carácter margoso que caracterizan a esas unidades.

La disposición caótica a la que se hace referencia, en detalle puede observarse en los taludes de la carretera que desde Tozar y a partir del río Velillas sube hacia Moclín. En ese sector, además de niveles brechoides, se ve como grandes bloques jurásicos se disponen sobre materiales blancos de carácter margoso mezclados y empastados en una arcilla y/o marga verde muy característica y que casi llega a ser una constante en la base de los bloques.

El muestreo que se ha realizado en esos afloramientos ha sido bastante continuo y denso proporcionando edades muy dispares dentro del mismo conjunto lo que justifica la hipótesis planteada sobre esta unidad. También se ha muestreado afloramientos dispersos observados en otras zonas relativamente próximas.

Este muestreo exhaustivo de esos materiales, con numerosos levigados, tanto de microfaua como de nannoplancton, ha proporcionado edades que fluctúan desde el Cretácico inferior hasta el Mioceno inferior (Aquitaniense), correspondiendo esta edad a la "pasta" o autóctono probablemente que envuelve todo el conjunto.

Además de los olistolitos jurásicos se ha observado algún otro de edad oligocena y caliza de "*microcodium*" de edad dudosa, así como numerosas resedimentaciones faunísticas del Cretácico y Paleógeno que termina de corroborar la hipótesis planteada sobre la edad de estos materiales y tipo de depósito.

Otro dato a tener en cuenta y que denuncia el momento de emplazamiento de la Unidad de Moclín es que levigados y estudios de nannoplancton realizados en la pasta que forma la base de algunos bloques jurásicos contienen cocolitos del Oligoceno superior, lo que demuestra al menos y en parte la edad del emplazamiento.

Entre Moclín y Puerto López muy próximos a la carretera, así como en la parte a Tozar se han recogido muestras cuyo levigado ha proporcionado el siguiente nannoplancton calcáreo: *Cocolithus pelagicus* (NALLICH), *Helicosphaera cartieri* (WALLICH), *Sphenolithus conicus* (BUKRY),

*Reticulafenestra* sp., *Discoaster deflandrei* (BRAMLETTE et NIEDEL), *D. subdeblandrei* (FURRA), *Dictyococerites dityodus* (DEFLANDRE et FERT), *Pontospaera multipora* y *Cyclococolithus neogammation* (BRAMLETTE), que pone de manifiesto una edad Oligoceno-Mioceno inferior para esos episodios.

En resumen, el emplazamiento de la Unidad de Parapanda-Moclín obedece a un desplazamiento gravitacional submarino de dicha unidad que da lugar al desarrollo de un complejo tectosedimentario en su zona frontal.

Dicho complejo formado por una masa olistostrómica de materiales mesozoicos en su mayor parte se deposita sobre un infrayacente, constituidos por materiales de edad cretácica y paleógena lo que dificulta su diferenciación cartográfica en el campo, dada la similitud y naturaleza margosa de los materiales.

Este emplazamiento debió iniciarse a finales del Oligoceno superior y continuó en el Aquitaniense y se caracteriza por la caída de bloques empastados en una matriz margosa que se encuentra en pequeña proporción frente a la acumulación de los olistolitos. El final del ciclo corresponde a momentos no paroximales que conllevan una sedimentación predominantemente de tipo margoso y más distal.

### 2.3. NEOGENO Y CUATERNARIO

Se agrupan en este apartado todas aquellas unidades depositadas desde el momento en que da comienzo la estructuración definitiva de las Cordilleras Béticas y concretamente del sector central. Es a partir del Mioceno inferior cuando este hecho tiene lugar si bien y de forma más concreta los movimientos precursores o primer intento de estructuración empieza a finales del Oligoceno superior u Oligoceno terminal.

Es de destacar el carácter marino de las series miocenas frente al continental de los sedimentos plio-cuaternarios, estableciéndose dicho cambio a finales del Mioceno, en el Turoliense superior.

De acuerdo con RODRIGUEZ FERNANDEZ (1983) los depósitos neógenos que ocupan el Sector Central de las Béticas pueden ser agrupados en una serie de unidades estratigráficas delimitadas por discontinuidades mayores que se ponen de manifiesto a nivel regional, si bien puede ocurrir que a nivel local o puntual resulta difíciles establecer. A grandes rasgos y según dicho autor estas unidades coinciden con las Unidades o Secuencias deposicionales de MICHUM *et al.* (1977) y las Unidades Tectosedimentarias (UTS) de GARRIDO MEGIAS (1981 y 1982).

En base a estos criterios han sido agrupados una serie de unidades superpuestas en el tiempo o diferentes ciclos, separados por discontinuidades de mayor rango.

Por último el carácter azoico y continental de las series superiores conllevan una ligera dispersión en cuanto a edad se refiere, si bien la correlación e identificación con las secuencias deposicionales establecidas, permiten un encuadre estratigráfico más exacto.

Dentro de la Hoja de Iznalloz los materiales neógenos aparecen distribuidos de forma irregular en el contexto de la Hoja si bien y a grandes rasgos es posible diferenciar dos sectores: uno el cuadrante nor-occidental o área de Alcalá la Real, donde existe una amplia y variada representación de depósitos marinos y continentales y otro, el cuadrante sur-oriental de la Hoja casi exclusivamente ocupada por los depósitos plio-cuaternarios del borde norte Depresión de Granada.

### 2.3.1. Aquitaniense superior-Burdigaliense inferior

De carácter transgresivo, esta unidad se encuentra mal caracterizada dentro de la Hoja, si bien constituye los términos más inferiores de las series neógenas conocidas. Equivale a la Unidad 1 de RODRIGUEZ FERNANDEZ (1981) y a la UTS Ne<sup>1</sup> de GARRIDO MEGIAS *et al.* (1983). Se han diferenciado las siguientes unidades.

#### 2.3.1.1. *Margas blancas* (36)

Constituye esta unidad las estribaciones de los afloramientos más orientales del sector de Alcalá la Real y se encuentran discordantes sobre materiales paleógenos y bajo los conglomerados intraburdigalienses de Alcalá la Real.

En esa Hoja, estas mismas margas de tonalidades claras, blancas fundamentalmente y a veces verdes presentan esporádicas intercalaciones de cantos calcáreos de diferente edad, entre otros de turbiditas paleógenas. Dentro de la Hoja de Iznalloz, aunque los afloramientos no son buenos, pueden observarse estas margas bajo los conglomerados antes citados, en la carretera que une Ribera Baja con Santa Ana.

Estos materiales parecen corresponder a facies de plataforma e incluso de prodelta para los términos más superiores si bien no se pueden establecer con detalle uno u otro tipo de ambiente dadas las características del afloramiento.

La edad de esta unidad queda situada entre el Aquitaniense sup. y el Burdigaliense inf. La presencia de *Globigerinoides* gr. *trilobus* (REUS), *G. pasawod* (KELLER) y *Catapsydiax unicavex* (BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN), así como de *Globigerinoides altiapertura* (RODRIGUEZ FERNANDEZ, 1982), permiten asignar una edad que iría desde el Aquitaniense superior al Burdigaliense basal.

### 2.3.2. Burdigaliense superior-Langhiense inferior

Los materiales de esta unidad presentan un carácter claramente transgresivo sobre este sector de la Zona Subbética, presentando una diversidad de facies, que varían desde depósitos de carácter brechoide, ligados a relieves próximos de tipo deltaico, relacionados con aparatos fluviales y depósitos someros de plataforma carbonatada (biocalcarenitas y margas), calizas de

algas y arrecifales. También son frecuentes depósitos de carácter litoral; ligados a líneas de costa muy próxima (margas arenosas, barras, etc.) que a veces llegan también a incluir brechas y conglomerados.

Su distribución es muy irregular dentro de la Hoja si bien existe una marcada preferencia de afloramientos en la mitad occidental, encontrándolos francamente representados entre Puerto-López y Tozar o de forma más aislada en áreas próximas a Colomera e incluso ya hacia el este en el Puerto de Onitar.

Equivale a la Unidad 2 de RODRIGUEZ FERNANDEZ (1982) y a la UTS Ne<sup>2</sup> de GARRIDO MEGIAS *et al.* (1983).

A continuación y en base a la pluralidad de facies que existen se pasa a la descripción de los diferentes tramos cartográficos diferenciados en este trabajo.

### 2.3.2.1. **Conglomerados** (37)

Sobre las margas de la unidad anterior (35) aparece un nivel de conglomerados al norte de la Hoja que pueden intercalar algunas margas y cuyo conjunto también presenta una escasa representación superficial, correspondiendo su mejor afloramiento a un pequeño escarpe existente en la carretera de Ribera Baja a Santa Ana. Esta unidad no aflora en el resto de la Hoja por lo que las mejores observaciones y referencias hay que buscarlas en la Hoja de Alcalá la Real, concretamente en la carretera que une esta población con Montefrío, a 2 km de la citada población y donde toma nombre la citada Formación de estos conglomerados (Fm "Alcalá la Real", RODRIGUEZ FERNANDEZ, 1982).

El conjunto presenta una secuencia granocreciente. Comienza con un tramo de unos 20 m de areniscas intensamente bioturbadas con abundantes galerías de organismos atribuibles a icnofacies de *skolitos*. Cuando el grado de bioturbación es menor, se observa estratificación cruzada plana o de surco que indican paleocorrientes orientados hacia el sur.

Los conglomerados son poligénicos, mostrando una marcada heterometría. Hacia la base de la secuencia se encuentran interestratificados con las areniscas, disponiéndose sobre superficies planas que representan playas residuales. Hacia el techo, los niveles de conglomerados se masifican a la vez que aumenta su desorganización.

Representan una secuencia de progradación de un abanico deltaico en la que las facies arenosas de *offshore* y *shoreface* van siendo solapadas progresivamente por facies arenosas conglomeráticas de *foreshore* y, finalmente, por las facies conglomeráticas del propio núcleo aluvial. Su génesis está ligada al desmantelamiento de los importantes relieves creados al norte y noreste como consecuencia del emplazamiento de mantos durante el Burdigaliense por lo que tanto espesores como facies son muy variables disminuyendo la potencia hacia el este.

En los niveles levigables se ha encontrado la siguiente asociación *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *Globigerinoides subquadratus* (BRONNIMANN), *Globigerinoides sicanus* (DE STEFANI)

y *Globoquarina altispira* (CUSMHAN y JARVIS) atribuible al Burdigaliense superior, así como *Globorataia acostonia* (WEZEL) y *Globigerina venezolana* (HEDBERD), correspondientes a la base del Langhiense.

### 2.3.2.2. **Brechas y Conglomerados** (38)

Se trata de una unidad que aunque tiene pequeña o a veces nula representación cartográfica aparece con frecuencia y se ha visto en la base del ciclo Burdigaliense sup.-Langhiense inf. en el sector central de la Zona subbética. Excepcionalmente adquiere a veces dimensiones cartográficas considerables como ocurre en Sierra Alcaide y de Cabra, en la Hoja de Lucena o en la Sierra de los Judíos en la Hoja de Alcalá la Real.

Su caracterización corresponde a unas brechas angulosas de tamaño y litología homogénea, generalmente jurásicas que aparecen en los tramos basales de este ciclo. Generalmente aparecen intercaladas con margas blancas, correspondientes a la sedimentación autóctona propia de la cuenca o a removilizaciones de tramos blandos del sustrato y asociados a relieves próximos como se pone de manifiesto por la abundante y variedad de fauna (microfósiles) que aparece en los levigados de los niveles basales y que proporcionan edades comprendidas desde el Cretácico inferior hasta el Aquitaniense.

Las mejores observaciones pueden realizarse a las afueras de Tozar, en el camino que conduce a la sierra del Cauro en el flanco norte de sinclinal neógeno, o en Puerto López en la carretera tanto en dirección a Alcalá la Real o fuera ya de la Hoja a 1 km del pueblo y en dirección Granada.

Genéticamente se interpretan como depósitos procedentes de la erosión de los relieves próximos creados por efecto de la fase intraburdigaliense.

Por último se asocia a esta unidad y edad, aunque con cierta interrogante, los materiales aflorantes en el Puerto de Onitar y situados por encima de unos niveles de biocalcarenitas y margas arenosas de carácter muy litoral, cuya fauna, sólo ha permitido la datación del Mioceno inferior indeterminado.

La situación de niveles de brechas y conglomerados de litología variable sobre esos depósitos marinos y de carácter detrítico grosero de los mismos, así como su proximidad a los Montes Orientales, hace suponer a estos materiales correlacionables con la Fm "Moreda a la que se hace referencia en la vecina Hoja del mismo nombre (COMAS *et al.*, 1978).

### 2.3.2.3. **Margas blancas** (39)

En dos áreas relativamente próximas aparecen bien representados estos materiales; por un lado los alrededores de Puerto López y por otro en Tozar, en las proximidades de Moclín.

En los alrededores de Puerto López estas margas adquieren una tonalidad blanca muy destacada y notoria y sus mejores cortes aparecen en la carretera en dirección a Granada. La base de la unidad en este sector se apoya sobre las "capas rojas" del Cretácico superior-Eoceno inferior y está formada por niveles de nummulites resedimentados y brechas calcáreas grises que alternan con niveles de bioclásticos marinos y margas arenosas. hacia techo se pasa a tramos ya francamente margosos de tonalidades claras. Este corte basal de la serie ha proporcionado abundante fauna del Burdigaliense sup.-Langhiense: *Globigerinoides trilobus* (REUS), *G. altiapertura* (BOLLI), *G. inmaturus* (LEROY), *G. sicanus de stefani*, *G. subquadratus* (BRONN), *Praerbulina glomerata* (BLOW), *Globorotalia obesa* (BOLLI), *G. praesutula* (BLOW), *G. acrostoma* (WEZEL), *Globigerina woodi* (JENKINS), *G. aff. brazieri* (JENKINS), *Cibicides mexicanus destonensis* (RUSCELLI), *Nonion pompiloides* (FICHT/MOLL), *Bolivonoides miocenicus* (GIANDOTT), *Vulvulina pennatula* (BATSCHE), *Elphidium crispum* (UNNE) y *Nodosaria longiscata* (D'ORB.) además de *Amphistegina lessoni* (D'ORB.), *Lithothamnium* sp., Ostreidos, Briozoos y Equinodermos.

Los tramos más altos en el límite con la vecina Hoja de Granada, han proporcionado además de algunos de los microfósiles anteriormente citados los siguientes ejemplares: *Gyroidina* cf. *girardana* (REUSS), *Dentalina* sp., *Planularia avris angustata* (COSTA) y *Globigerina venezuelana* (HEDBERG).

Hacia el sur esta unidad presenta dos unidades como infrayacentes, por un lado el alóctono de Moclin-Parapanda con intercalaciones en la base de niveles de brechas a las que se ha hecho referencia en el epígrafe anterior y por otro el complejo tectosedimentario u olistostroma, relacionado con el avance del frente de Moclin antes citados. En este caso la diferenciación cartográfica entre ambas unidades resulta compleja y difícil de establecer tanto a nivel litológico como en el campo, enmascarada además por las tareas de labor que en él se llevan a cabo.

El segundo afloramiento importante corresponde al sinclinal de Tozar. Esta estructura definida por los materiales neógenos del Burdigaliense sup.-Langhiense tiene en su base una bioalcarenita de espesor variable que ocupa casi ambos flancos de la estructura que se completa por las margas blancas a las que se está haciendo referencia. Ocasionalmente aparecen los niveles de brechas (unidad 38). La fauna (microfósiles) de los niveles basales corresponde a resedimentaciones tanto del Cretácico como del Paleógeno y del Mioceno inf. (Aquitaniense). La microfauna encontrada en esta unidad es muy variada citando entre otros: *Anomalina pseudogrosserngosa* (COLOM), *Gyrodina longispira miocenica*, *Robulus* cf. *inornatus* (D'ORB.), *Cassidulina subglobosa* (BRADY), *Rotalia becarii inflata* (GEG), *Valvulineria bradijana* (FORN), *Nonion boveanum* (D'ORB.), *Bulumina elongata* (D'ORB.), *Textularia* cf. *aciculata* (D'ORB.), *Cibicides lobatulus* (WALK/JACOBS), *Globorotalia acostoma* (WEZEL), *G. mayeri* (CUSHM/ELLISOR), *G. obesa* (BOLLI), *G. merotumida* (BLOW/BANN), *Cassigerinella chipolensis* (CUSHM/PONTON), *Praeorbulina glomerata* (BLOW), *P. transitoria* (BLOW), *Globigerinoides obliquus* (BOLLI), *G. sicanus de stefani*, *G. subquadratus* (BRONN), *G. trilobus* (REUSS), *G. irregularis* (LEROY), *Globigerina venezuelana* (HEDBERG), *G. woodi* (JENKINS), *Globiquadrina dehiscens* (CHAPIH/PARR/COLLINS), *G. altispira* y *Siphonina reticulata* (CEJZEK) que confirman la edad de Burdigaliense sup.-Langhiense.

En conjunto el medio de sedimentación corresponde a un medio marino de carácter transgresivo de off-shore es decir, se trataría de una plataforma somera carbonatada, con una morfología de costa algo compleja e instalada a posteriori del emplazamiento de la Unidad de Moclín-Parapanda y del complejo tectosedimentario a que dio lugar a finales del Oligoceno y Aquitaniense.

#### 2.3.2.4. **Biocalcarenitas** (40)

Corresponden estos depósitos a cuerpos sedimentarios de carácter detrítico relacionados con la unidad anterior, bien como cambios laterales de facies o como unidad basal o cuerpos base.

Esta unidad, bien por constituir el nivel infrayacente de la serie de este ciclo neógeno, como por preservarse mejor de los procesos erosivos posteriores, aparece aflorando en diversos puntos de la Hoja. Así lo hace tanto en los alrededores de Tozar como en los alrededores de Colomera, sobre la estructura sinclinal de Onitar, o bien al suroeste de Campotejar cerca de Dehesas Viejas.

A nivel de afloramiento y en detalle se observan frecuentes variaciones de facies y litología, encontrando a veces delgados niveles margosos intercalados entre las biocalcarenitas, que han servido para una datación más precisa de esta unidad. También es frecuente, sobre todo en la parte inferior en contacto con el infrayacente, la presencia de cantos de cuarzo, cuarcita, caliza y dolomía, que pueden llegar a constituir conglomerados y/o microconglomerados dispersos en una matriz bioclástica o arenosa, incluso microbrechas de carácter poligénico.

Por lo general estos cuerpos sedimentarios corresponden a facies marinas litorales con re sedimentaciones tipo barras de *off-shore*, o a playas que progradan a facies de plataforma. Es frecuente la bioturbación y abundante el contenido en fósiles a veces de carácter banal (ostreidos, equínidos, briozoos, alfidium, etc.).

Estas facies se encuentran directamente ligadas a las margas blancas descritas en el apartado anterior (unidad 38) si bien a veces afloran de forma aislada, intercaladas con margas amarillas arenosas de poco espesor.

La fauna, muy abundante, ha permitido su datación. Entre los microfósiles más representativos y característicos cabe citar: *Rotalia beccari inflata* (SEG), *Cibicides mexicanus* (NUTT), *C. Lobatulus* (WALK/JAC), *Operculina complanata* (DEFR), *Bolivina tectiformis* (CUSHM), *B. reticulata* (MANTK), *B. Arta* (MACEAD), *Uvigerina Barbatula* (MACFAD), *V. Flinti* (CUSHM), *Cassidulina subglobosa* (BRADY), *Osangularia* (Parrella) *mexicana* (COLE), *Amphistegina* cf. *lessoni* (D'ORB.), *Globorotalia scitula* (BRADY), *G. barisanensis* (LEROY), *G. obesa* (BOLLI), *G. mayeri* (CUSHM/ELLISOR), *G. acrostoma* (WEZEL), *Praeorbulina glomerosa* (BLOW), *Globieronoides triloba* (REUSS), *G. inmatura* (LEROY), *G. Subquadratus* (BRONN), *G. sicanus de stefani*, *Globierinacof seminulina* (SCHWAG), *G. woodi* (JENKINS).

Al norte de Dehesas Viejas y en dirección a Campotejar, las biocalcarenitas y margas que se encuentran discordantes con las margas tortonienses han proporcionado además de la

microfauna citada: *Rotalia punctata granosa*, *Elphidium aculeatum* (D'ORB.), *Marginulina costata* (BATSCH), *Nonian boreanum* (D'ORB.), *Cibicides pseudoungerianus* (CUSHM), *Robulus* cf. *Rotalutus* (LAM), *Globierinoides Trilobus* (REUSS), *Globoquadrina* sp. y *Amphistegina lessoni* (D'ORB.).

### 2.3.3. Serravalliense superior-Tortonense inferior

Esta unidad presenta un carácter transgresivo y solapante en la Zona Subbética (RODRIGUEZ FERNANDEZ, 1982). Se caracteriza por el predominio de facies carbonatadas de plataforma (margas blancas) que evolucionan hacia techo a facies regresivas (margas arenosas y barras). La edad asignada a esta unidad, de características bastante homogéneas, puede fluctuar desde el Serravalliense sup. y/o Tortonense inf. a la parte baja del Tortonense sup. El techo está limitado por una discordancia regional patente y manifestada en toda la Cordillera.

Es de destacar en el área ocupada por la Hoja la ausencia de materiales de edad Langhiense sup.-Serravalliense inf., si bien en sectores situados más al norte o hacia el oeste, concretamente en Lucena, estos depósitos han sido datados y reposan discordantemente sobre los materiales Keuper del Triásico.

Equivale a la Unidad 3 de RODRIGUEZ FERNANDEZ (1982) y a la base de la UTS Ne<sup>3</sup> de GARRIDO MEGIAS *et al.* (1983).

#### 2.3.3.1. Margas blancas y margas arenosas amarillas (41)

Discordante sobre diferentes unidades del Mesozoico e incluso del Paleógeno, se localizan dos extensos afloramientos claramente individualizados que corresponden a cubetas y depresiones totalmente desconectadas aunque asociadas ambas a un mismo ambiente de *off-shore* de baja energía.

Así, por un lado se encuentran las margas blancas que constituyen los términos basales del sinclinal neógeno de la Cartuja de Los Morales situado en el cuadrante noroccidental de la Hoja y que en forma de *on-lapp* conecta con las unidades mesozoicas del norte de la Hoja.

En el flanco meridional se puede observar como los términos inferiores están constituidos por margas de colores claros (blancos y amarillos) con un contenido en arena variable que aumenta hacia techo. En los tramos basales y de forma discontinua puede observarse la presencia de pequeños niveles detríticos bioclásticos que corresponden a cuerpos canalizados y que portan abundantes fragmentos fósiles y microfauna resedimentada de edades diversas.

Dados los recubrimientos existentes en el área y la falta de afloramientos resulta difícil precisar el espesor de esta unidad si bien y de forma aproximada puede estimarse éste del orden de 150 m o más, disminuyendo claramente hacia el norte, hasta casi desaparecer en el otro flanco del sinclinal.

La segunda depresión se sitúa al oeste de Campotejar concretamente en Dehesas Viejas. En ese área y discordante, bien sobre el Mesozoico bien sobre biocalcarentas burdigalienses, se observa una extensa mancha constituida a grandes rasgos por margas a veces de colores verdosos y que en detalle corresponden a margas grises y blancas (moronitas a veces), margas arenosas y pequeños niveles de biocalcarentas que lateralmente desaparecen y apenas tienen continuidad.

Estos rasgos litológicos uniformes resultan una de las características más notorias de esta unidad, así como el progresivo aumento hacia techo del tamaño arena. El abundante contenido fosilífero de estas margas, permite sin duda alguna su datación que como ya se ha citado abarca desde el Tortoniense inferior hasta las zonas inferiores del Tortoniense superior sin descartar la posibilidad de que en algunos sectores pudiera estar representado el Serravallense sup. en los tramos basales (Cartuja de Los Morales).

A continuación se cita parte del alto contenido faunístico de esta unidad cartográfica tanto del área de la Cartuja de Los Morales como de Dehesas Viejas: *Globorotalia acostaensis* (BLOW), *G. sutula* (BRADY), *G. obesa* (BOLLI), *G. duterri* (D'ORB.), *G. plisiotumida* (BLOW/BANNER), *G. menardii* (D'ORB.), *G. pseudomiocenica* (BOLLI/BERMUDEZ), *G. mediterranea* (CATAL/SPROV), *Globoquadrina altispira* (CUSHM/JARUSS), *Orbulina universa* (D'ORB.), *O. suturalis* (BRONN), *Globigerinoides obliquus* (BOLLI), *G. Sacculifer* (BRADY), *G. quadrilobatus* (D'ORB.), *G. ruber* (D'ORB.), *G. extremus* (BOLLI), *G. trilobus* (REUSS), *Globigerina apertura* (CUSHM), *G. bulloides* (D'ORB.), *G. brady* (WIESNER), *G. falconensis* (BLOW), *G. nepenthes* (TODD), *G. cf. foliata* (BOLLI), *Cibicides boveanus* (D'ORB.), *C. lobatulus* (WALK/JAC), *C. cf. pseudoungerianus* (CUSHM), *Boliviana alata* (SEC), *B. punctata* (D'ORB.), *B. placentina* y *Sphaeroidina bulloides* (D'ORB.).

Entre el nannoplancton estudiado se ha podido diferenciar *Discoaster challengerii* (BRAMLETTE y RIEDEL), *D. deflandrei* (BRAMLETTE y RIEDEL), *Cocolitus pelagicus* (WALLICH), *Melicosphaera carteri* (NALLICH), *Reticulofenestra pseudoumblica*, *Pontosphaera multipara* (KAMPTNER), *Ciclococolitmus leptoparus*, *Discoaster* aff. Boll, *D. variabilis* *Spmenolitmus* aff. *abies* que ratifican la edad Mioceno superior para esta unidad que representa el último episodio transgresivo en la región.

#### 2.3.4. Tortoniense superior

Representa la etapa regresiva del ciclo sedimentario iniciado a principios del Tortoniense. A nivel regional se pone de manifiesto una importante discordancia entre los depósitos de esta edad y los infrayacentes. Así p.e. durante esos tiempos y en áreas situadas mucho más al norte (Zona Prebética) tiene lugar el cierre del estrecho Nordbético (CALVO *et al.*, 1978). En la Zona Subbética y próximos a este área (Montefrío) se localiza también una importante discordancia, que, en la zona objeto de estudio parece ponerse de manifiesto mediante una discordancia progresiva en relación con la elevación del relieve Mesozoico situado al norte de la Hoja.

Una característica de la sedimentación es la presencia de facies de plataforma carbonatada somera (calcarentas bioclásticas), generalizadas e indicativas de etapas regresivas (Montefrío,

Alcalá la Real y Cartuja Los Morales) si bien a veces pueden aparecer niveles margosos en los tramos basales, hecho frecuente en los afloramientos septentrionales de la Zona Subbética.

Esta unidad es asimilable a la Unidad 5 de RODRIGUEZ FERNANDEZ (1982) y a la UTS Ne<sup>4</sup> de GARRIDO MEGIAS *et al.* (1983).

#### 2.3.4.1. **Biocalcarenitas** (42)

A techo de las margas blancas de la unidad 41 y aparentemente de forma rápida pero gradual, se intercala un conjunto formado por calcarenita bioclástica de color claro (amarillo), que intercalan a veces delgados niveles de conglomerados o presentan cantos dispersos. Dentro de la matriz bioclástica también son frecuentes los rodolitos de algas.

Más en detalle se trata de *wackstones* y *packstones* bioclásticos organizados en cuerpos de geometría lenticular de 3 a 10 m de espesor y de extensión lateral superior al centenar de metros.

Como estructura interna presentan una marcada megaestratificación cruzada, mostrando un sentido de progradación dominante hacia el W-NW. En cuanto a su interpretación, morfología y dimensiones parecen indicar que se trata de barras de plataforma, si bien no se puede precisar el tipo de corriente que las ha generado.

La asociación faunística es muy variada y característica aunque poco determinativa, se encuentran frecuentes fragmentos de briozoos, lamelibranquios, algas, foraminíferos y ostreidos.

Su posición estratigráfica, su tránsito gradual hacia techo a depósitos continentales, su disposición estructural así como su comparación con depósitos de similares características en otras áreas próximas (Alcalá la Real) donde la datación ha sido posible de forma más precisa, permiten asignar una edad Tortonense superior representando estos materiales la etapa regresiva definitiva del Neógeno marino en este sector de la Zona Subbética.

#### 2.3.5. **Turolense superior-Plioceno inferior**

A finales del Mioceno concretamente, durante el Turolense sup., tiene lugar el inicio de una marcada continentalidad en la región que va a ser una tónica dominante ya durante todo el Plioceno e incluso el Cuaternario.

Esta continentalidad se pone de manifiesto por la presencia de aparatos deposicionales (abanicos aluviales) importantes instalados al inicio de una etapa distensiva que da lugar a la creación de cubetas y depresiones frecuentes en la Hoja, comenzando a configurarse en esos tiempos lo que luego resultará la Depresión de Granada y más en concreto, el borde norte que es el área que afecta a esta Hoja.

En la parte norte entre Fuentes Viejas y Mures, en el sector central del sinclinal de Los Morales aparecen unos conglomerados masivos relacionados con la creación e inicio de denudación de los relieves próximos ubicados al norte. Se inicia pues con estos sedimentos el marcado carácter continental que a partir de entonces va a protagonizar la zona objeto de estudio.

Equivale a la Unidad 6 de RODRIGUEZ FERNANDEZ (1982) y a la UTS Ne<sup>5</sup> de GARRIDO MEGIAS *et al.* (1983).

#### 2.3.5.1. **Conglomerados** (43)

De forma rápida y gradual sobre las biocalcarenitas atribuidas al Tortoniense superior comienzan a encontrarse cantos y bloques de diferente grado de redondez y litología (fundamentalmente calcáreos y volcánicos) que en pocos metros en la vertical llegan a constituir importantes paquetes de conglomerados de color gris y de aspecto masivo con múltiples y muy frecuentes cicatrices de erosión amalgamadas. En la zona más occidental estos conglomerados parece apoyarse directamente sobre los materiales paleógenos.

Litológicamente se trata de conglomerados poligénicos muy heterométricos por lo general *clast supported* conteniendo ocasionalmente bloques de hasta 80 cm de diámetro. La matriz en los niveles inferiores es bioclástica desapareciendo hacia los tramos medios. El grado de cementación para los niveles inferiores es alto, lo que confiere un aspecto masivo y diferencial sobre el terreno. Hacia techo esta cementación va desapareciendo, sustituida la matriz por lutitas, hecho por el cual pueden resultar fácilmente confundibles con los depósitos pliocenos suprayacentes e incluso cartográficamente, su resolución a veces resulta difícil de resolver por la homogeneidad de facies.

Una característica importante es que los tramos más inferiores presentan megaestratificación cruzada de alto ángulo (30°-35°). También se observan en los tramos bioclásticos de la base estratificaciones cruzadas atribuibles tanto a procesos de oleaje como de corriente, dando estos últimos sentido de progradación hacia el S-SW.

Tales características son observables al sur del Cortijo Burrufete en el barranco de Cueva o cerca de Fuentes Viejas (Trujillo) en el corte natural que proporciona el río Mures y que atraviesa de norte a sur toda la estructura.

Todo el conjunto se interpreta como depósitos de pequeños abanicos aluviales procedentes de los relieves de las sierras situadas hacia el norte y que desembocarían en un medio marino somero con sedimentación carbonatada de carácter bioclástico (biocalcarenitas de la unidad 42). Su megaestratificación cruzada, organizada en un sólo *foreset* induce necesariamente a interpretarlo como un *fan delta* de "tipo Gilbert" por lo que los tramos de borde compuestos por areniscas y conglomerados, representarían las facies de *botton set*. La elevación de los marcos montañosos próximos a la creación de un relieve marcan el inicio de una continentalidad, y la instalación definitiva de aparatos aluviales y fluviales que evolucionan posteriormente en el tiempo a pequeñas cuencas lacustres de colmatación que marcarían el final de este primer período o ciclo continental de la región.

Por último, la edad asignada a estos depósitos en base a las observaciones realizadas y los criterios regionales, así como por la evolución en la vertical de estos materiales parece ser Turoliense superior y probablemente, incluso Plioceno inf. al igual que ocurre en muchas otras cuencas continentales de la península.

#### 2.3.5.2. **Margas, margas yesíferas y calizas limolíticas (44)**

Se extiende esta unidad por la mitad septentrional de la Hoja según una distribución preferente NE-SW desde el oeste de Dehesas Viejas hasta el río Colomera, al oeste de Benalua de las Villas. También en el sector de Frailes (Ribera Alta) a ambos márgenes del río.

Sus afloramientos son de muy mala calidad y en pocas ocasiones pueden llevarse a cabo observaciones. Así los mejores cortes parciales se encuentran en el camino de Benalua a Montillana al norte del Cortijo de los Espinares o en las proximidades del Cortijo de la Mancilla, en una antigua cantera de extracción. También en la carretera de Ribera Alta a Fuentes Viejas en el Cortijo de los Carrillos existe un pequeño cantil donde afloran estos materiales.

Litológicamente es un conjunto de características bastante homogéneas constituido por margas y margas yesíferas blancas que dan tonalidades grises. Ocasionalmente pueden aparecer intercalados delgados niveles detríticos. También son frecuentes las calizas blanquecinas en ocasiones detríticas y que constituyen el techo de las secuencias de colmatación.

Estos depósitos se encuentran discordantes sobre diferentes unidades, incluso llegan a apoyarse sobre el Triásico como se puede observar en el río Colomera en la carretera de Limones a Benalua de las Villas donde aparece formando una clara estructura sinclinal. En otras ocasiones aparecen simplemente deformadas por basculamientos generales.

El contenido faunístico es muy escaso y banal encontrándose resedimentados en ocasiones fósiles del Cretácico y Paleógeno. Son frecuentes los gasterópodos (*Hydrobia*) además de *Haplocytheriadea* sp. y *Candona* cf. *praecox* (STRAUB).

Las relaciones con los depósitos neógenos infra y suprayacentes invita a pensar que si bien el medio de depósito es claramente continental de tipo lacustre puede corresponder en algunas áreas como en el sector de Frailes a zonas distales o laterales de los sistemas de abanicos de la unidad 43, o bien a pequeñas cuencas lacustres, localizadas a favor de accidentes importantes y que han dado lugar a la creación de depresiones según las direcciones estructurales principales.

Los criterios anteriormente expuestos así como el hecho de encontrarse bajo los depósitos pliocenos más modernos invita a pensar también en una posible edad Mioceno sup.-Plioceno inf. para esta unidad.

### 2.3.5.3. **Brechas y conglomerados** (45)

Asociadas a los relieves mesozoicos, fundamentalmente jurásicos que delimitan el borde norte de la Depresión de Granada en este sector aparece de forma aislada y fosilizada por depósitos pliocenos más modernos, unas brechas y conglomerados de espesor muy variable y no determinado, que suelen presentar buzamientos bastante fuertes superiores a 45°.

Estas brechas y conglomerados de colores grises muy cementados que aparecen asociados a relieves importantes son de naturaleza calcárea y/o dolomítica. Su grado de redondez es muy variable oscilando desde las formas angulosas y subangulosas a las redondeadas, claramente transportadas, siendo el cemento carbonático.

En el río Cubillas en el ángulo SE de la Hoja en el Cortijo Barcinas y asociado a los relieves de Sierra Harana se encuentran unos conglomerados fuertemente basculados y enterrados bajo los depósitos pliocenos. Por último, se incluye en este apartado un conjunto litológico de similares características que aflora al oeste del Cortijo el Frage con mala calidad de afloramiento y que por su posición estructural y estratigráfica se incluye en esta unidad.

El origen de estos depósitos es claramente continental. Las brechas y *debris flow* corresponden a depósitos proximales de abanicos relacionados con los relieves cercanos. Dado el carácter azoico de esta unidad, la edad hay que buscarla en base a otro tipo de criterios. Así pues, por su posición estratigráfica y su disposición geográfica parecen estar relacionados con los momentos iniciales de la construcción de la Depresión de Granada, por lo que la edad de esos materiales sería Turolense sup.-Plioceno inferior. Este planteamiento estaría de acuerdo con la presencia de unos conglomerados de similares características, que por encima de las margas tortonienses, aparecen en las afueras de Dehesas Viejas.

### 2.3.6. **Plio-Cuaternario**

Constituye este ciclo, que se inicia en el Plioceno superior, (Villafrankiense) el último episodio deposicional continental de carácter expansivo que termina de coimantar las cubetas y depresiones creadas a finales del Mioceno superior por lo que puede llegar a ser considerado como una unidad tectosedimentaria a nivel cuencal, última previa al encajamiento de la red fluvial. Con gran representación superficial se extiende en todo el ámbito de la Depresión de Granada. A nivel cuenca, tanto el proceso de construcción como el de relleno es correlacionable a escala peninsular con el resto de las cubetas y depresiones de rango importante de la Península Ibérica.

El medio de depósito resulta difícil de dibujar y fijar. Se diferencian facies fluviales, grandes áreas de inundación, secuencias lacustres e importantes aportes procedentes de relieves próximos, principalmente de Sierra Harana, situada en la parte sur-oriental de la Hoja. Los cambios laterales de facies e interdentaciones son muy frecuentes.

Los materiales se encuentran en general suavemente deformados o poco basculados, si bien existen áreas donde se pueden observar suaves geometrías motivadas principalmente por movimientos del zócalo.

Con objeto de una diferenciación paleogeográfica clara se distinguen por un lado los depósitos asociados a la Depresión de Granada y por otro, los relacionados con los relieves montañosos y las pequeñas cuencas endorreicas que orlan el resto de la Hoja.

Esta unidad queda también incluida en la Unidad 6 de RODRIGUEZ FERNANDEZ (1982), si bien GARRIDO MEGIAS *et al.* (1983) la incluye en la UTS Ne<sup>6</sup>.

### 2.3.6.1. **Conglomerados rojos (46) y Lutitas rojas con alguna intercalación de areniscas y conglomerados (47)**

Constituye este conjunto litológico de carácter detrítico el relleno de la Depresión de Granada en su borde nor-oriental.

A grandes rasgos se pueden diferenciar dos zonas, por un lado las situadas en áreas próximas a relieves importantes y donde predominan los depósitos detríticos groseros (unidad 46) y por otro, aquellas localizadas en zonas más distales, donde existe un predominio de finos. Todo el conjunto litológico hay que integrarlo dentro de un complejo aparato deposicional con aportes procedentes del SW y W correspondientes al área madre de Sierra Harana. También en la parte norte, cerca del Cortijo del Frage, pueden observarse depósitos groseros procedentes de los relieves próximos.

Estos abanicos aluviales caracterizados por zonas proximales muy típicas (*debris-flow*) presentan espesores muy potentes a veces difíciles de evaluar al fosilizar un paleorelieve. No obstante, hay sectores donde se pueden superar los 200 m de estos conglomerados rojos de aspecto masivo muy cementados. Los cantos suelen ser de dolomía y caliza del Lías. Se observan también depósitos de ladera cementados de *debris-flow*, canales con grandes cicatrices y amalgamaciones que confieren un aspecto masivo al conjunto. Los niveles basales pueden llegar a presentar buzamientos suaves, tanto por adaptación al sustrato, como por procesos de reajustes posteriores.

Esta unidad pasa a lutitas rojas asalmonadas (unidad 47) que constituyen los afloramientos dominantes en este sector de la Hoja y que son observables en la carretera Jaén-Granada o en cualquiera de los barrancos existentes en zonas próximas. En detalle, estos materiales resultan más heterogéneos ya que la fracción y relación limo-arcilla es muy variable. Son frecuentes, aunque muy dispersas las intercalaciones de conglomerados y areniscas de pequeñas dimensiones. También se observan, y con más frecuencia procesos edáficos con desarrollo de paleosuelos a veces de gran continuidad. Concreciones carbonatadas, caliches y calizas lacustres asociadas a las partes altas de las secuencias de llanura de inundación son observables de forma local.

En las proximidades de Iznalloz se puede decir que es donde mayor variación o heterogeneidad litológica existe, encontrando tanto secuencias de relleno de canal y facies de inundación, como calizas lacustres, fangos edafizados, etc.

Todo el conjunto, como se ha expuesto parece corresponder a un sistema de abanicos aluviales con un área proximal no muy desarrollado y con una zona distal más marcada con predominio de fangos, a veces cortados por pequeños canales de carácter efímero. Falta no obstante, toda una transición a facies de tipo lacustre y que se desarrollarían en la vecina Hoja de Granada, situada al sur. Según los autores de dicha Hoja y con la descripción y observaciones realizadas por ellos, el medio sedimentario correspondería a un tipo de abanicos aluviales en clima húmedo similar a los citados por GOWEN y GROAT (1975).

#### 2.3.6.2. **Conglomerados, gravas y arcillas rojas con cantos (48)**

Se incluye en este apartado un conjunto litológico muy heterogéneo de carácter detrítico y ubicado de forma muy irregular en la Hoja aunque dispuesto preferentemente adosado a los relieves de las sierras del norte es decir, Sierras de Frailes, Montillana y Alta Coloma.

La proporción entre los distintos componentes (cantos-lutita) es muy fluctuante. La naturaleza de los cantos es muy variable aunque fundamentalmente de origen jurásico e incluso los de rocas volcánicas y en menor proporción del Cretácico inferior.

A veces los niveles basales se encuentran cementados y contienen incluso cantos de calizas bioclásticas del Mioceno como es el caso del corte del río de Las Juntas o el de la carretera a Montillana. En la vertical se pasa a niveles arcilloso sin cementar constituidos por gravas y lutitas en diferente proporción. En ese sector los niveles basales cementados podrían corresponder al turolense si bien no existe ningún criterio para asignar tal edad, ya que no parece existir dentro del conjunto ninguna discontinuidad que se ponga claramente de manifiesto.

El medio de depósito corresponde a un sistema orlado de abanicos, instalados al pie de relieves importantes que rellenan suaves depresiones por lo que lateralmente todos los depósitos groseros suelen pasar a términos finos (arcillas) de colores rojizas frecuentemente edafizados y a los términos lacustres que constituyen el siguiente apartado.

#### 2.3.6.3. **Margas grises (49) y calizas blancas oquerosas con gasterópodos (50)**

En la parte oriental de la Hoja, en su límite con la de Moreda (Arroyo Salado) cerca del Cortijo Saladillo, se observa una secuencia de no más de 80 m constituida por arcillas rojas en la base y encuadradas en la unidad anterior que pasan en la vertical a margas de colores grises y calizas con gasterópodos.

Las margas de colores oscuros, grises son ricas en materia orgánica y presentan abundantes restos de fragmentos de gasterópodos. Hacia el techo pasan insensiblemente a unas calizas blancas de aspecto oqueroso y también con abundantes gasterópodos. Es frecuente encontrar cantos y pequeños niveles de conglomerados en los tramos basales de estas calizas que representan pequeños paleocanales dentro del ambiente lacustre donde se depositan en

relación con las zonas distales de los abanicos plio-cuaternarios procedentes de la Sierra de Alta-Coloma.

### 2.3.7. Pleistoceno

El establecimiento de límites cronológicos en el Cuaternario resulta problemático dentro del área de estudio. Además, la falta de argumentos paleontológicos de precisión impide al menos por ahora una datación exacta y delimitación cronológica.

Por tales motivos para la redacción de la presente memoria y para los depósitos cuaternarios, se ha hecho una división entre aquellos que aparecen claramente desconectados respecto a los depósitos actuales y los que tienen una conexión más o menos directa con dichos procesos.

En base a tales criterios, se pasa a una descripción de los depósitos diferenciados.

#### 2.3.7.1. *Conglomerados y arcillas rojas con encostramientos carbonatados* (51)

Sus afloramientos quedan restringidos a determinadas áreas situadas al sur de los relieves que delimitan el norte de la Depresión de Granada y que se extienden con mayor representatividad en la citada Hoja.

Litológicamente se trata de un conjunto formado por conglomerados y brechas rojas cementadas de cantos de caliza y dolomía y a veces sílex, subangulosos y subredondeados. El tamaño máximo de los cantos es de alrededor de 15 cm y el medio de 4 a 5 cm encontrándose empastados en una matriz arenosa y un cemento carbonatado que confiere color grisáceo al conjunto.

Se observan diferentes secuencias de relleno de espesores máximo de 3-4 m aunque muy variable. Los cuerpos sedimentarios se encuentran mal organizados y presentan bases erosivas muy claras. Hacia techo se observan encostramientos carbonatados que a veces llegan a desarrollar un pediplano muy característico. Otro hecho frecuente y constante es el desarrollo de suelo pardo-rojizo a veces de bastante espesor sobre estos materiales.

Las mejores observaciones pueden llevarse a cabo en la carretera de Colomera al pantano de Cubillas con el límite de la Hoja con Granada, o cerca del km 410 de la carretera Madrid-Granada en un alto situado en la margen izquierda del arroyo Mitagalán.

El hecho de encontrarse estos depósitos encajados en los plio-cuaternarios de la Depresión de Granada y dando lugar a una superficie característica (pediplano) así como el desarrollo de suelos pardos, hace pensar en una posible edad pleistocena y, que correspondería a un sistema efímero de abanicos aluviales instalados al pie de los relieves del norte de la cuenca de Granada con el consiguiente desarrollo de procesos pedogenéticos.

#### 2.3.7.2. **Brechas cementadas** (52)

Se trata de un pequeño afloramiento situado en la Sierra de Pozuelo, al sur de la Hoja en el límite con la cuenca terciaria. Así adosados a los relieves jurásicos aparecen unos niveles de brechas, a veces incluyendo bloques fuertemente cementados; es difícil llevar a cabo observaciones en ellos ya que están enmascarados tanto por la vegetación como por la cementación superficial de las dolomías que constituyen el sustrato.

Tanto por su morfología como por su aspecto y posición se les asigna al Pleistoceno y se interpretan como depósitos asociados a pie de relieves fuertemente cementados que incluso podrían estar relacionados con movimientos de fallas durante esos tiempos.

#### 2.3.7.3. **Tobas y travertinos** (53)

En relación con la red fluvial actual aunque desconectados de ella aparecen importantes afloramientos de este tipo de depósitos carbonatados. Dos son las áreas donde aparecen concentrados.

Por un lado la zona de Frailes y sus alrededores, donde en forma de terraza colgada aparecen importantes depósitos desconectados hoy día del río Velillos. Se trata de depósitos carbonáticos con restos vegetales y niveles detríticos irregularmente repartidos encontrándose asociado todo el conjunto a antiguas surgencias. La distribución de estos afloramientos es considerable abarcando desde el norte de Frailes hasta Ribera Baja con una longitud de casi 5 km.

El otro área donde aparecen este tipo de depósito es en las proximidades de Montillana, cerca del río de las Juntas. En este sector y desconectados también de la red fluvial sobre las calizas, margas y rocas volcánicas jurásicas se presenta una secuencia más compleja apareciendo en los niveles basales margas, conglomerados y areniscas que en la vertical pasan a tramos margosos. A techo aparecen con carácter expansivo calizas lacustres que lateralmente pasan a travertinos y tobas. El espesor de la secuencia total es de un máximo de 30 m.

Tanto en la zona de Frailes como al sur de Montillana, esta unidad constituye resaltes morfológicos característicos ofreciendo buenos cantiles para sus observaciones.

#### 2.3.7.4. **Gravas y/o arcillas. Glacis con depósitos** (54)

Se trata de unos depósitos detríticos con cantos de caliza y dolomía jurásica y cretácica así como de rocas volcánicas aflorantes en el sinclinal del Cortijo de las Monjas, Dehesas Viejas y norte de Mures. Estos depósitos de poca representación superficial tienen un origen fluvial y se encuentran actualmente desconectados de la red fluvial obedeciendo su génesis probablemente a la instalación de antiguos aparatos fluviales de carácter divogante y de escaso desarrollo superficial y poco espesor, que darían lugar a un marcado pediplano de suave pendiente que se interpreta como depósitos de Glacis. Posteriormente diversos procesos han modelado estos depósitos retocándolos y configurándoles su morfología actual.

### 2.3.8. Holoceno

Se incluyen en este apartado los depósitos más recientes observados y cartografiados en la Hoja.

#### 2.3.8.1. *Arcillas rojas. Cubetas de decalcificación* (55)

Estos depósitos quedan localizados en una pequeña depresión de origen cárstico (dolina) asociada a una falla existente en el norte de la Hoja, en la Sierra de Montillana. Se trata de depósitos de poco espesor que incluyen cantos jurásicos, destacando más la morfología de la depresión que los propios depósitos.

#### 2.3.8.2. *Acumulación de bloques. Canchales* (56)

Se localizan en la base de las fuertes pendientes que destacan al pie de Sierra Harana. Se trata de una acumulación de cantos y bloques de calizas y dolomías del Lías sin cementar y su génesis está relacionada con los procesos de gelivación motivados por el clima que afecta a dicha zona.

#### 2.3.8.3. *Cantos y bloques con lutitas. Coluviones* (57)

Asociados generalmente a la red fluvial, como depósitos de ladera y modelando el perfil de los valles aparecen con frecuencia acumulaciones en las laderas de cantos y bloques empastados en margas o arcillas, dependiendo de la zona donde se encuentren instalados dichos depósitos.

Con frecuencia y asociados a estos tipos de depósitos se observan fenómenos de deslizamientos, soliflucción, etc., como consecuencia del índice plástico de estos materiales, el tipo de pendiente materiales y las lluvias hacen destacar en esas áreas como zonas geotécnicamente inestables.

#### 2.3.8.4. *Limos y cantos. Conos aluviales* (58)

Al igual que ocurre con los depósitos coluvionares, es muy frecuente que los barrancos que desaguan a las arterias fluviales de cierto rango, presenten una morfología de pequeños conos aluviales.

Así tanto en el río Frailes como en el Colomera, Juntas, Cubillas y en numerosos arroyos, se observa gran cantidad de conos aluviales cargados de fracción fina y cantos de heterometría y litología variable.

Es de destacar el alto grado de inestabilidad de estos depósitos, ya que al igual que en el caso de los coluviones cuando llegan las épocas de lluvia estos pequeños aparatos fluviales se ponen

en funcionamiento, desbordando a veces los límites normales de escorrentía provocando serios trastornos en la infraestructura de la región.

#### 2.3.8.5. **Limos y arcillas rojas. Depósitos aluviales efimeros** (59)

En diversas zonas de la Hoja y relacionado con áreas de carácter endorreico o de difícil conexión con la red fluvial aparece depósitos de carácter limoso y/o arcilloso asociados a una antigua red fluvial de carácter efimero, actualmente sin escorrentía superficial.

Son dos las zonas donde se observan este tipo de depósitos: una al norte cerca de Montillana, donde se pone de manifiesto un mayor carácter endorreico y otra, en Dehesas Viejas donde sobre los depósitos marinos tortonienses se instala una red efímera con salida hacia la arteria principal.

En general hay que destacar varios aspectos de estos depósitos; por un lado el carácter limo-arcilloso de éstos y por otro, su poco espesor ya que en muchas ocasiones son removilizaciones del infrayacente, también de carácter lutítico.

#### 2.3.8.6. **Lutitas rojas con cantos. Abanicos aluviales** (60)

Se localizan en el límite oriental de la Hoja en las proximidades de la Venta de la Nava.

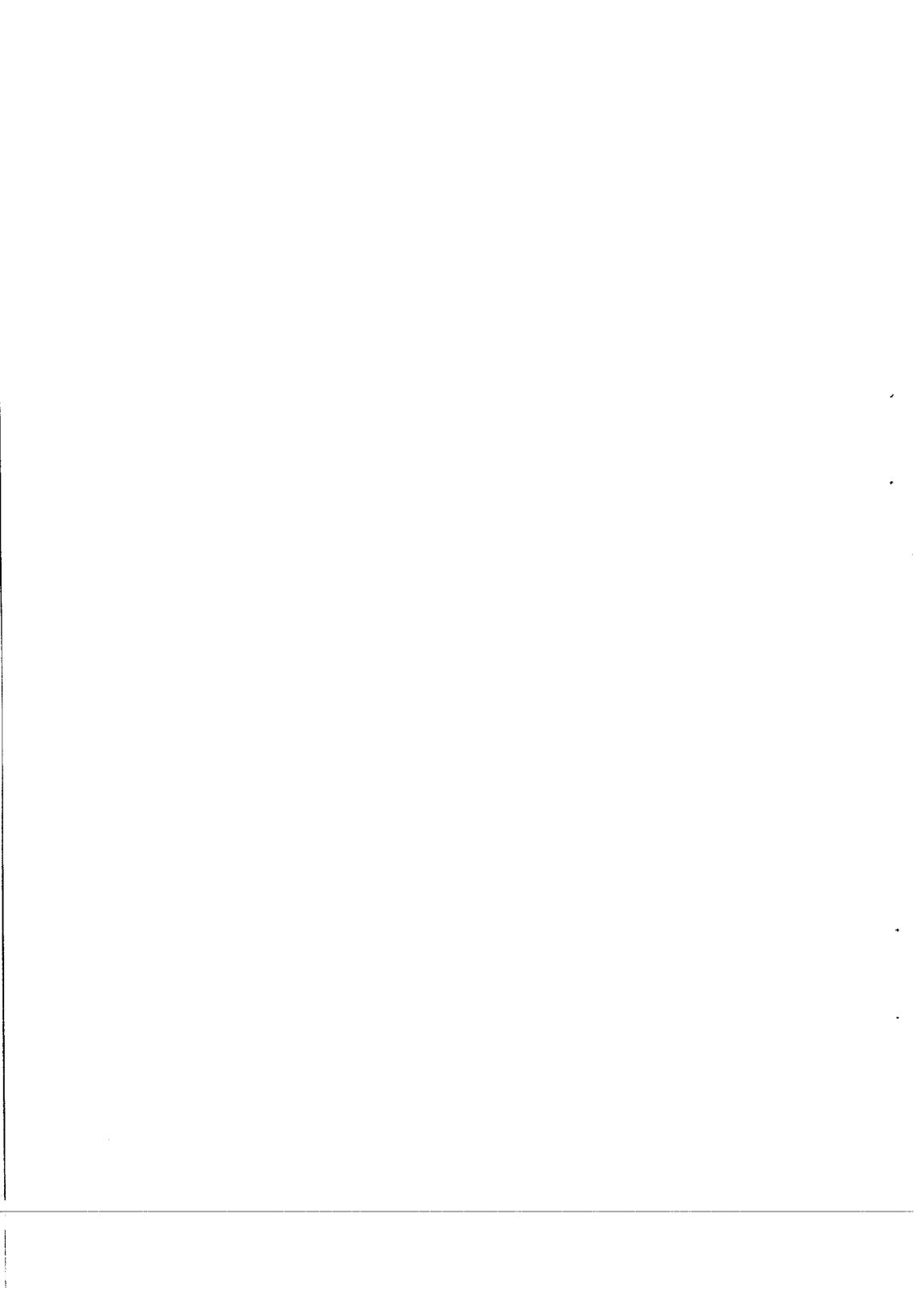
En ese área existe una pequeña depresión rellena fundamentalmente de materiales finos (arcillas rojas). Observaciones realizadas en foto aérea permiten diferenciar una cierta morfología de zonas endorreicas y abanicos efimeros con ápices situados en diversos puntos tanto de la zona norte (relieves jurásicos) como de la parte oriental (depósitos terciarios) motivo por el cual han sido diferenciados cartográficamente.

#### 2.3.8.7. **Arcillas con cantos Terrazas** (61). **Gravas, limos y arcillas. Depósitos aluviales** (62)

Dentro de este apartado se incluyen todos los depósitos de origen fluvial asociados a la red actual. Litológicamente son muy variados, ya que dependen de la naturaleza de los materiales por donde discurren. Es de destacar el alto contenido en fracción fina frente a las arenas y gravas, así como la extensión superficial de éstos.

Al sur de Colomera y en el río del mismo nombre se detecta un pequeño nivel de terraza a ambos márgenes del río, único depósito con estas características observado claramente en la Hoja y está formado por arcillas y limos con cantos de caliza y dolomía. El resto de los depósitos fluviales cartografiados corresponden tanto a las facies de llanura de inundación como a la primera terraza.

Por último es de destacar el carácter incisivo y encajante de la red fluvial relacionado con los procesos neotectónicos acaecidos en la región.



### 3. TECTONICA

El sector comprendido en la Hoja de Iznalloz está condicionado al igual que todas las Zonas Externas y en concreto la Zona Subbética por dos acontecimientos de escala continental: por un lado la apertura del Atlántico norte que condiciona la paleogeografía durante el Mesozoico y por otro, la Orogenia Alpina cuyos efectos compresivos estructuran el edificio Bético desde el Oligoceno terminal hasta el Mioceno superior. A partir de ese momento diversos periodos distensivos son los responsables de la configuración definitiva de la Cordillera.

El primer acontecimiento tectónico generalizado de carácter distensivo tiene lugar durante el Carixiense medio-Domeriense inferior. En esos tiempos tiene lugar una fracturación cortical, dibujándose una paleogeografía de zonas con una subsidencia diferencial muy acusada. Este fenómeno está ligado a la generación de una zona de *rifting* de dirección N60°E coincidente en el tiempo con la apertura del Atlántico norte y en el espacio con la falla transformante de Azores-Gibraltar.

Como consecuencia de esta distensión en este sector central de la zona Subbética se facilita la emisión de rocas volcánicas básicas que se intercalan con rocas sedimentarias marinas hasta comienzos del Cretácico inferior.

A comienzos de éste tiene lugar una fase de inestabilidad que se pone de manifiesto en muchas áreas por la presencia de brechas, *slumps*, niveles turbidíticos, discordancias y lagunas estratigráficas. Este hecho se repite durante el Albiense-Cenomaniense con posible extrusión en los fondos marinos de materiales triásicos por efectos halocinéticos incorporando a la sedimentación materiales salinos y arcillosos que se intercalan con los depósitos autóctonos marinos.

A finales del Cretácico y durante el Paleógeno tienen lugar otros momentos de inestabilidad que motivan la presencia de aparatos turbidíticos, *slumps*, megaturbiditas, etc., en la cuenca

Es en el Oligoceno superior cuando acontece un importante fenómeno geodinámico: la colisión de las placas europea y africana con la Zona Bética situada entre ambas. Este evento marca el comienzo de la Orogenia Alpina cuyos efectos más espectaculares parecen producirse durante el Mioceno inferior y medio con el avance de los mantos de corrimiento hacia el norte en toda la Zona Subbética. En el resto del Neógeno tienen lugar diferentes etapas de deformación de mayor o menor intensidad que construyen el edificio bético al mismo tiempo que condiciona la paleogeografía regional.

Un hecho admitido por los diferentes autores es que las Cordilleras Béticas y concretamente la Zona Subbética está estructurada mediante el apilamiento de mantos, cuya disposición y procedencia a veces es discutible. El intentar establecer una cronología de las diferentes traslaciones con los datos objetivos de una hoja resulta difícil, motivo por el cual hay que utilizar datos regionales y hacer referencia a otras áreas conocidas a fin de hacerlo de la forma más precisa posible.

En la Hoja de Iznalloz el primer registro de dichas traslaciones tiene lugar a finales del Oligoceno superior y está de acuerdo con los trabajos regionales de diversos autores en otras área. Así en el sector de Sierra Harana en el límite oriental de la zona y durante el paleógeno se registra una importante etapa de compresión con traslaciones hacia el norte, etapa que afecta tanto al Subbético Interno como al Medio y que la lugar da la caída de masas olistostrómicas (COMAS *et al.*, 1978). Estos depósitos están relacionados con la aloctonía de Sierra Harana hacia el norte y corresponden al desarrollo de un importante complejo tectosedimentario datado entre el Oligoceno terminal y Burdigaliense.

En el cuadrante sur-occidental de la Hoja ocurre también algo semejante. A finales de Oligoceno terminal y durante el Aquitaniense tiene lugar la instalación o emplazamiento de la unidad de Parapanda-Moclín. Esta también de carácter alóctono a modo de manto gravitacional, da lugar a la caída de masas olistostrómica y olistolitos jurásicos visibles entre Puerto López y Limones, desarrollándose así un complejo tectosedimentario del que hoy quedan sólo pequeños retazos. Su edad de emplazamiento está de acuerdo con la de las primeras traslaciones y acortamientos citados por diferentes autores (VERA, 1966; GARCIA DUEÑAS, 1967 y SANZ DE GALDEANO, 1973), tanto en las Zonas Externas de las Béticas como en las Internas aunque en estas últimas, importantes traslaciones debieron tener lugar probablemente durante el Paleógeno lo que motivó una inestabilidad en la Zona Subbética reflejada en el tipo de depósito (turbiditas) en esta zona.

Es a partir del Mioceno inferior cuando comienza a dibujarse la estructura de la Cordillera mediante plegamiento, fracturación y traslaciones. Así parece ser un hecho incuestionable, la existencia de una fase de deformación intraburdigaliense, que da lugar a importantes desplazamientos hacia el norte y noroeste.

En la Hoja de Lucena (989) situada algo más al oeste se observan también importantes aloctonías que afectan a materiales marinos del Burdigaliense inferior, lo que demuestra que los emplazamientos hacia el norte de las unidades más septentrionales son un hecho generalizado e importante en la Zona Subbética.

No obstante, en cualquier caso resulta complejo evaluar la magnitud de los desplazamientos que fueron motivados por el acercamiento entre la placa europea y africana y que en el área en concreto da lugar a plegamientos de dirección NE-SW (N60°-70°E) y vergencia hacia el N-NW. Por otro lado, la individualización de algunas de las unidades se podría ver favorecida por determinadas zonas de discontinuidad creadas ya durante el Jurásico.

La Unidad de Vadillo Alto y la Sierra de San Pedro ubicadas al NW de la zona en la vecina Hoja de Alcaudete, tendría su patria en la región de Mures (SANZ DE GALDEANO, 1973) y su desplazamiento se habría realizado según fallas de dirección N60°W y N45°W que favorecerían el movimiento relativo de los bloques. Este movimiento diferencial sería dextral con respecto a las Sierras de Frailes y la citada Unidad de Vadillo Alto. La actuación de estas fallas de desgarre de dirección conjugada (NE-SW) respecto a las directrices generales da lugar a traslaciones hacia el norte estimadas en una magnitud del orden de 10 a 15 km.

Este importante evento tectónico que da lugar a una geometría de plegamiento tuvo lugar en el Mioceno medio y más probablemente en el Langhiense, pues el hecho de encontrar deformados mediante pliegues y fallas depósitos de edad Burdigaliense superior-Langhiense fosilizando el emplazamiento de la Unidad de Parapanda-Moclín así parece indicarlo. El sinclinal de Tozar muestra un eje de pliegue de dirección N45°E que se nortea hacia el SE a N25°E y presenta el flanco más septentrional verticalizado. Este efecto geométrico debe superponerse a las estructuras ya creadas, si bien no es posible obtener mayor precisión por falta de datos. No obstante, en la región de la Sierra de Cabra (Lucena) se observan importantes deformaciones en relación con esta etapa, que se manifiestan sin embargo mediante cabalgamientos con traslaciones relativamente importantes.

Durante el Mioceno superior, ya en el Tortoniense se registra otra fase de deformación importante y que motiva sin duda alguna las vergencias de plegamiento y cabalgamiento contrarias a las hasta ahora formadas.

Esta fase de retrocabalgamientos y fallas inversas de vergencia SW y dirección NE.E-W.SW en los sectores meridionales resulta más compleja. Sin embargo es espectacular en la parte septentrional de la Hoja donde se registran importantes aloctonías e interferencias de pliegues tales como el cabalgamiento de la Sierra del Trigo y las estructuras y/o accidentes generados al oeste de Frailes y en la antigua patria de la Unidad del Vadillo Alto.

No obstante hay que advertir que en esas estructuras del norte de la Hoja parte de las vergencias hacia el SE sean quizás herederas, es decir han sido originadas probablemente por la fase anterior y favorecidas por la halocinesis de los materiales triásicos que motivarían alguna de las inversiones.

En las proximidades de Charilla (Hoja de Alcalá la Real) se puede observar como los materiales triásicos cabalgan hacia el sur sobre las margas tortonienses y como por encima de ellos se sitúan discordantemente las biocalcarenitas del Tortoniense superior. Este hecho marca indudablemente como intratortoniense esta fase que coincidiría con los mismos movimientos que motivan la discordancia de Montefrío (GONZALEZ DONOSO *et al.*, 1980), previa a la acaecida a finales del Tortoniense, y que da lugar al inicio de los procesos erosivos y de la sedimentación continental en la región.

Así pues, la deformación o efectos que motiva la fase intratortoniense son varios: por un lado el plegamiento suave y laxo de las estructuras neógenas hasta ahora no deformadas y por otro es causante de parte de los movimientos retrocabalgantes de corto desplazamiento y de las estructuras de arqueamiento de gran radio.

A finales del Mioceno superior y durante el Plioceno se inicia una nueva etapa distensiva y de acomodación mediante el rejuego como fallas normales de antiguas fallas de dirección o de fallas inversas y cabalgamientos. No obstante durante el Plioceno inferior o finales del Mioceno pueden existir movimientos de acomodación y reajuste que deforman suavemente los materiales depositados. Esta deformación podría obedecer al resultado de movimientos diferenciales de grandes bloques o unidades con respecto a antiguas zonas de extrusión de materiales triásicos relacionadas con importantes fracturas.

A partir del Plioceno se desarrollan grandes fallas que pueden llegar a funcionar alternativamente como fallas de salto en dirección y fallas normales (COMAS *et al.*, 1978), que dan lugar a grandes áreas subsidentes receptoras de materiales como es el caso de la Depresión de Granada.

Las discontinuidades más importantes se pueden agrupar según tres direcciones preferentes N70°-80°E, N30°-60°W y N10°-30°E. Estas afirmaciones pueden realizarse a partir de las observaciones de diferentes mapas geológicos, de los trabajos regionales sobre neotectónica realizados en los últimos años (SANZ DE GALDEANO 1980, 1983 y 1985), así como por las observaciones de campo llevadas a cabo en las zonas de contacto de los materiales plio-cuaternarios con el Mesozoico.

La familia de dirección N 70°-80° E se asocia con el importante accidente de Crevillente o de Cádiz-Alicante y en la región de estudio al borde norte de la Depresión de Granada. Las otras familias de fracturas son el resultado de un campo de esfuerzo N-S desarrollado durante el Mioceno medio-superior.

También cabe señalar que aunque la última fase tectónica importante y de carácter compresivo como se ha descrito se registra en el Mioceno superior, la actividad en el Cuaternario no ha cesado tal como se refleja en los materiales plio-cuaternarios deformados o basculados dentro de la Hoja (proximidades de Iznalloz), existiendo etapas compresivas jalonadas por intervalos en los que predomina la distensión con rejuegos de las superficies o planos de fallas según desplazamientos de componente vertical preferente (COMAS *et al.*, 1978).

Por último, el reconocimiento de compresiones cuaternarias recientes de direcciones E-W y N-S, aproximadamente en algunas zonas de la Depresión de Granada (SANZ DE GALDEANO, 1980) así como la frecuente actividad sísmica a la que se ve sometido ese área, son un reflejo de que la región en concreto y el sector mediterráneo en general es activo hoy día.

#### 4. GEOMORFOLOGIA

Los rasgos generales del relieve están condicionados por una morfoestructura dominada por la dirección NE-SW. Una banda de esta dirección y asociada a las Sierras meridionales, divide casi diagonalmente la Hoja en dos sectores bien diferenciados y de características distintas.

En el sector septentrional y noroccidental se reconocen un conjunto de relieves asociados a materiales jurásicos y cretácicos intensamente deformados, con culminaciones alrededor de los 1.200 m de media y máxima que superan los 1.400 m. Entre estos relieves y la banda de elevaciones más meridional, existe una zona deprimida en la que predominan los depósitos terciarios y los relieves complejos motivados por la presencia de afloramientos de materiales muy diversos.

El sector suroriental corresponde a la cuenca del río Genil cuyo curso discurre más al sur en la vecina cuadrícula (Granada). Tanto la red principal: ríos Cubillas, Colomera, Frailes, etc., como la secundaria muestran una disposición con direcciones preferentes NE paralela a la estructura general y N-S controlada por estructuras secundarias.

Esta red fluvial está muy encajada. Incluso en los pocos casos en que hay un sistema de aterrazamiento, el río circula muy encajado en la terraza baja, la única definible. Este encajamiento da lugar a gargantas espectaculares allí donde la red corta a los relieves principales. Este es el caso de las gargantas de Moclín, Colomera y de los arroyos de Mures y Lucena, ambos al norte. El río Cubillas es el más importante de los que circulan por la Depresión de Granada, está fuertemente encajado en el sistema de vertientes-glacis y al igual que ocurre con todos sus afluentes.

La actividad sísmica regional, las grandes pendientes y la presencia de materiales plásticos como las margas del Cretácico inferior actúan como niveles de despegue preferentes y condicionan de manera conjunta un modelado de vertientes con importantes movimientos en masa.

Aunque es notable el reciente deslizamiento del pueblo de Olivares, en el límite meridional de la Hoja, son pocas las poblaciones afectadas por riesgos gravitacionales, pero las pérdidas materiales y en particular las que afectan a la red viaria cuando estos se producen son importantes en toda la región.

##### 4.1. LAS SIERRAS SEPTENTRIONALES

Con este nombre se hace referencia a las elevaciones situadas al norte y noreste de la localidad de Frailes y que se extienden hasta el cerro de la Majada Vieja (1.234 m de altitud). Corresponden a las estribaciones meridionales de las sierras del Trigo y de Montillana, situadas más allá del borde norte de la Hoja.

Una dirección estructural NE-SW condiciona la distribución de las principales elevaciones que alcanzan su máxima cota en los 1.448 m del vértice geodésico de Hachazo. Se puede distinguir

un nivel de cumbres generalizado alrededor de los 1.150-1.250 m sobre el que destacan relieves aislados como al que se ha hecho referencia.

Esta línea de culminación junto a laderas abruptas profundamente disectadas forman las características morfológicas principales.

La red fluvial circula por profundas gargantas y corredores con lo que las laderas tienen pendientes importantes, abruptas o muy abruptas, sobre las que se observan coluviones de bloques, canchales y pedreras. Dado su carácter incisivo, la escorrentía superficial no presenta apenas depósitos aluviales s.s., a excepción del río Luchena y su confluencia con el Rosales. Sin embargo son abundantes las depresiones semiendorreicas colgadas, tipo navas con rellenos mixtos regolito-eluvial-coluvial.

Relacionadas con las máximas alturas son abundantes las cabeceras torrenciales cuyo fondo está tapizado con coluvionamientos concentrados.

En esta sierra y dentro del área a estudiar son escasas las formas cársticas, destacando la dolina situada al norte del Cortijo Rasillo, en el límite septentrional de la Hoja y cerca de Montillana. Es una dolina lineal, paralela a la estructura local, relacionada con una fractura y con unos 900 m de longitud y una anchura máxima de uno 200 m. Su fondo tiene suelos asociados a arcillas de descalcificación de tipo Terra rossa.

#### 4.2. DEPRESION DE CAMPOTEJAR-MURES

Al sur de las Sierras de Frailes y al norte de la alineación de las Sierras de los Morrones, Zegrí y Las Cabras se distingue una zona relativamente deprimida pero con un relieve muy complejo.

El sustrato de este corredor incluye materiales triásicos y jurásicos volcánicos y depósitos pliocenos subhorizontales de piedemonte. Esta variedad en los sustratos determina una morfología compleja y variadas cuyas formas básicas que pueden diferenciarse dentro de esta zona se describen a continuación.

Así sobre materiales plegados, de edad jurásica y/o paleógena, se reconocen relieves estructurales condicionados por las diferentes resistencias de las capas. Las formas típicas son las cuestas, bien definidas en los materiales jurásicos y con formas alomadas sobre los paleógenos y miocenos.

A estas hay que añadir otros relieves estructurales como sinclinales colgados (al W del cortijo de la Huelga) "combes" (barranco de la Lizana) y "monts" (cerro Peñoliya).

El centro de la depresión está dominado por formas alomadas, sobre materiales triásicos y miocenos y relieves de resistencia aislados sobre afloramientos de materiales de rocas subvolcánicas (ofitas) de edad triásica.

En la parte septentrional adosados, a los relieves de la sierra de Frailes, principalmente entre las zonas de Mures y Benalua, puede reconocerse un sistema de glacis mixtos con dos niveles bien definidos y con diferencias de altitud de unos 100 m por término medio.

Ambos están constituidos por superficies ligeramente inclinadas hacia los cauces principales y como consecuencia del encajamiento de la red de drenaje se conservan en retazos colgados y de contorno lobulado.

El nivel inferior es siempre un glacis con depósito (gravas y arcillas rojas) mientras el superior, peor conservado, tiene un mayor carácter erosivo.

Todos los ríos principales, al atravesar o circular por este corredor tiene un depósito aluvial y una terraza baja que han sido cartografiados conjuntamente por su pequeña extensión. Asociado a este sistema aluvial se distinguen algunos conos de deyección mixtos (aluvial y aluvial-coluvial) al pie de laderas y en las confluencias con la red secundaria.

En la esquina NW de la Hoja esta depresión se extiende hacia el N a lo largo del valle del río Frailes. En esta zona destacan unos replanos situados al norte de La Ribera Alta y que penetran algo más allá de la misma localidad de Frailes. Tales replanos están asociados a depósitos tobáceos ya descritos en la memoria y, que por su disposición, están relacionados con la red fluvial actual.

#### 4.3. LAS SIERRAS MERIDIONALES

Constituyen los relieves destacados de la mitad sur de la Hoja que la cruzan con dirección NE-SW. Las más destacadas son las Sierras de los Morrones, Zegrí, Rayo y Las Cabras entre otras y constituyen relieves de resistencia asociados a los materiales dolomíticos del Jurásico.

En todas aquellas se distingue un nivel cumbre alrededor de los 1.200-1.300 m de altitud aunque, como ocurre en la sierra de Frailes, hay relieves más altos que se elevan sobre ese nivel general, alcanzando una cota máxima de 1.512 m (Alto del Muerto).

La coincidencia de cotas para las cumbres de la sierra de Frailes y la zona que nos ocupa puede interpretarse como el resultado de un nivel de arrasamiento especialmente al tratarse de una zona con neotectónica importante. Sin embargo, el carácter restringido de estas culminaciones no permite aventurar ningún modelo sobre su morfogénesis.

A este nivel de cumbres hay que añadir un nivel de hombreras situado alrededor de los 1.000 m de altitud. Están situadas principalmente en el valle del río Colomera, aguas abajo de la localidad del mismo nombre y en la vertiente septentrional de la sierra de los Morrones. Aunque muestran un control estructural neto, su morfología próxima a la de glacis inclina considerar una cierta relación con el nivel superior de glacis del corredor de Campotejar-Mures y los de la vertiente septentrional de Sierra Harana, en el extremo SE de la Hoja.

Las mayores altitudes de esta zona se dan en relación con la sierra de Rayo, constituida por un relieve estructural de tipo "mont" de dirección ENE y cerca del Puerto del Zegrí.

En conjunto se trata de elevaciones macizas con enlace neto respecto a las depresiones adyacentes. La incisión fluvial es profunda pero poco jerarquizada, con ausencia casi absoluta de depósitos de fondo de valle. Las cabeceras torrenciales están poco definidas y se reconocen principalmente en la sierra de los Morrones.

Hacia el sector nororiental estas sierras se desmembran en una serie de alineaciones subparalelas, de carácter apalachiano que definen una transición entre las sierras propiamente dichas y el corredor de Campotejar-Mures. En esta misma zona se distinguen dos niveles de glacis equivalentes a los ya definidos en dicho corredor, así como áreas deprimidas con depósitos de limos de inundación al norte de Dehesas Viejas.

Entre la Sierra del Rayo y el Alto del Muerto se encuentra la mayor depresión cársica de la Hoja, aunque al estar disectada y lavada carece de depósitos de fondo dignos de mención.

#### 4.4. DEPRESION DE GRANADA

En el cuadrante sur oriental de la Hoja se extiende una amplia planicie cuyo límite septentrional lo constituyen los relieves de las sierras antes descritas. Esta planicie se encuentra desarrollada sobre depósitos pliocuaternarios que constituyen el relleno de la Depresión de Granada, que en la actualidad se encuentra disectada por la red fluvial que vierte sus aguas a la cuenca del río Genil.

Dentro de la Hoja la Depresión de Granada se extiende en el cuadrante suroriental y con dirección NE entre los relieves de sierra Pozuelo y la de Cerro Oscuro al NW, y las estribaciones de Sierra Harana en el ángulo SE. La margen derecha del río Cubillas, el relieve está compuesto por superficies de tipo glacis escalonadas en dos niveles.

El nivel superior corresponde a glacis con depósito que arrancan de las proximidades de los relieves de las Sierras meridionales, y a partir de cotas del orden de los 800 a 1.000 m. Esta diferencia de cotas para una misma familia de aplanamientos puede justificarse en razón a la neotectónica local: Por debajo se observan retazos lobulados de otra familia de glacis, encajada apenas pocos metros en la anterior, pero con carácter erosivo. La red secundaria de la cuenca del río Cubillas, de trazado subparalelo ha desectado estas planicies que hacia abajo acaban convirtiéndose en restos lineales sobre las divisorias.

Estas planicies de tipo glacis están interrumpidas por dos relieves de resistencia (tipo "inselberg" cónico) asociados a materiales jurásicos. Estos relieves definen una amplia zona semiendorreica, en la que se sitúa el cortijo de la Nava al W de Iznalloz, en cuyo fondo aparecen depósitos finos ya descritos en la memoria.

En la margen izquierda del río Cubillas, las laderas de Sierra Harana quedan interrumpidas por replanos estructurales situados a 950-1.000 m de altitud. Estos replanos están favorecidos por niveles resistentes de dolomías jurásicas y sobre ellas se desarrolla una morfología de canales propia de glacis de tipo mixto con algunos conos aluviales-coluviales al pie de los relieves mayores, que en el vértice de la Hoja, alcanzan los 1.660 m.

En el valle del río Cubillas, el encajamiento de este ha dejado colgados unos pequeños replanos mixtos (glacis-terrace) a +30-40 m sobre el cauce actual y siempre en la margen derecha.

Por debajo de estos, el aluvial y la primera terraza definen una estrecha banda de dirección NE, paralela a la de toda la red de esta zona.

#### 4.5. MODELADO DE VERTIENTES. MOVIMIENTOS EN MASA

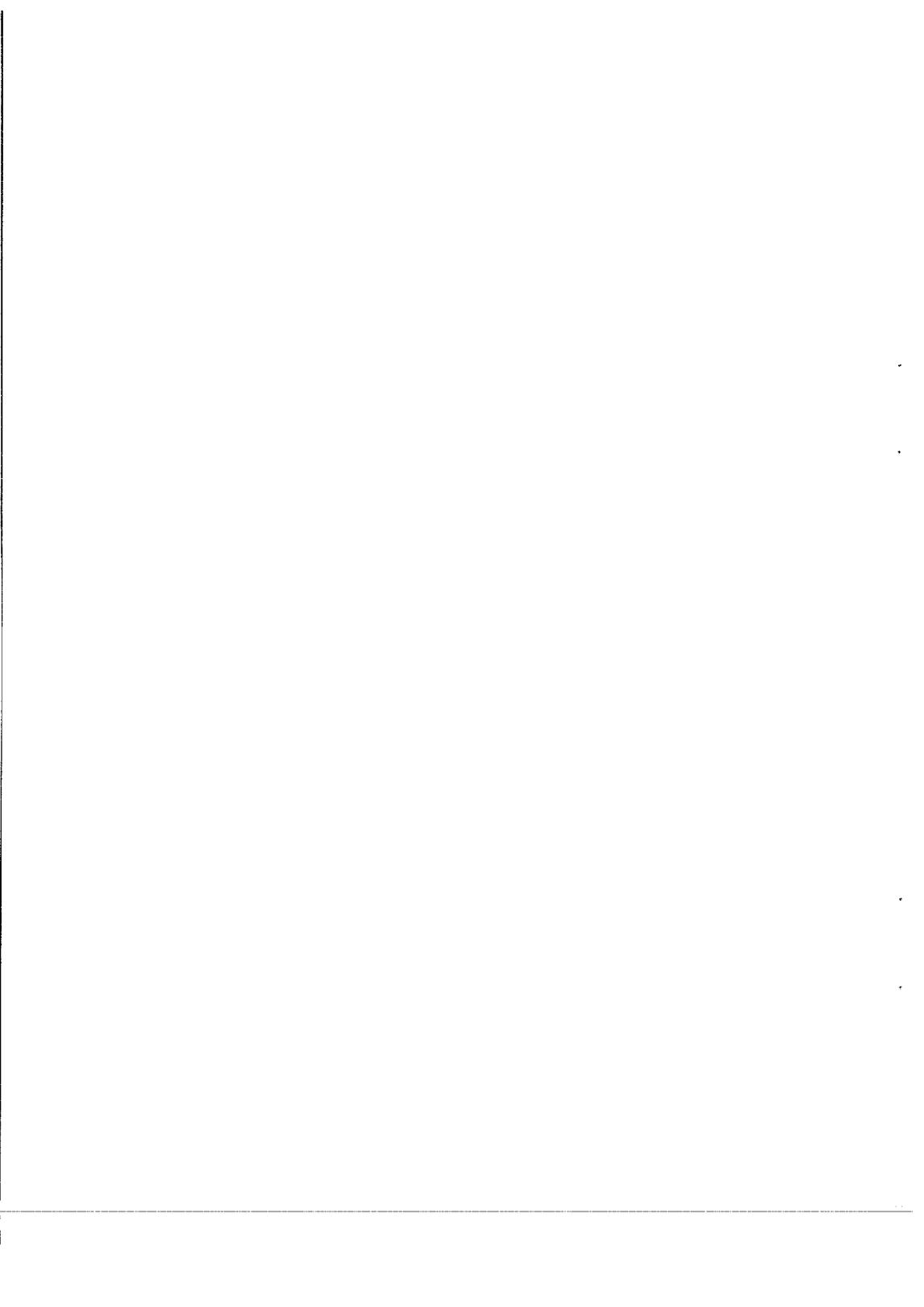
Aunque otros procesos de vertiente, se extienden por toda la zona, los movimientos en masa merecen una atención especial por su incidencia en la actividad humana.

Se reconocen en la zona dos tipos de movimientos básicos: deslizamientos y coladas solifluidades. Ambos se mezclan ya que los deslizamientos se producen a favor de los niveles litológicos plásticos por ello las cabeceras tienen características propias de deslizamientos rotacionales mientras que, hacia abajo, se resuelven en colada de barro y tierra.

Estos fenómenos están representados fundamentalmente al pie de las sierras de la Unidad Parapanda-Moclín, de entre los que destaca el de la localidad de Olivares, famoso recientemente. En algunas laderas pueden distinguirse indicios de deslizamientos potenciales, como al norte de la sierra de los Morrones.

Dentro de este conjunto, destacan también las que afectan a la carretera N-323 en este caso los deslizamientos se producen cuando los materiales margosos embebidos en agua sufren procesos de soliflujión y facilitan el movimiento de materiales competentes como las dolomías jurásicas.

Un segundo tipo son los movimientos que afectan a depósitos pliocuaternarios, principalmente en la Depresión de Granada de los que destacan por su actividad los que afectan a la nueva N-323 en el arroyo de Mitagalán. En todo caso es también un factor determinante la presencia de niveles plásticos.



## 5. HISTORIA GEOLOGICA

En la Hoja de Iznalloz aparece una gran diversidad de materiales de litología, facies y edad muy variada, estructurados de tal forma que el establecer una historia geológica en base a estos datos absolutos y ceñida a la cuadrícula objeto de estudio resulta difícil de realizar y puede conllevar ciertos errores. Por tal motivo para la redacción de este apartado se tienen en cuenta muchos de los datos geológicos de carácter evolutivo puesto de manifiesto tanto en trabajos en áreas próximas como por las observaciones regionales de campo llevadas a cabo por el Equipo de Trabajo.

Por último, resulta interesante destacar que los grandes acontecimientos de carácter diastrófico, tal y como expone COMAS *et al.* (1978), pueden llegar a correlacionarse con hiatos estratigráficos concretos, existiendo a veces una imprecisión cronológica que está motivada por el grado de ambigüedad de alguna de las dataciones disponibles.

Los materiales más antiguos aflorantes son de edad triásica y corresponden a un ambiente deposicional tipo *sabkha* bajo condiciones climáticas áridas con intercalaciones de episodios correspondientes a llanuras de mareas cuya posición actual dista del área donde se depositaron, debido a las importantes aloctonías existentes en la región.

Es a principios del Jurásico o finales del Triásico, pues no hay criterio que establezca cronológicamente el momento preciso, cuando se produce un cambio notable, instalándose a nivel peninsular una amplia plataforma carbonatada. Este importante cambio paleogeográfico pudo estar quizás relacionado con movimientos epirogénicos y cambios de nivel del mar (VERA, 1979). En dicha plataforma se individualizan áreas de llanuras de mareas en el Carixiense (GARCIA HERNANDEZ *et al.*, 1976) aunque anteriormente predominan depósitos de plataforma somera.

En relación con una etapa de expansión del margen continental tiene lugar la fragmentación de la plataforma, compartimentación que tiene un ligero carácter heterócrono fluctuante en las Béticas entre el Carixiense medio y el Domeriense inferior; concretamente en el área objeto de estudio parece acontecer en el Domeriense inferior. Esta fragmentación, en algunas zonas, aparece asociada a procesos de emersión motivo por el cual puede estar justificado la presencia en algunos puntos de la Hoja de pequeños niveles detríticos en los tramos superiores de este ciclo carbonatado.

La interrupción asociada a los procesos de fracturación y compartimentación de la plataforma está en relación con la apertura del Atlántico Norte. Este evento crea fallas transcurrentes y distensivas que separan zonas con subsidencia diferencial, orientada según N60°E, dirección que parece ser continuación de la falla transformante Azores-Gibraltar.

Entre estas áreas más o menos subsidentes cabe destacar las de la Zona Subbética en la que se encuentran sectores fuertemente subsidentes incluso con vulcanismo asociado (Subbético Medio) y grandes diferencias de espesor de unas zonas a otras (VERA, 1966) frente a otros mucho menos subsidentes con niveles de condensación de facies tipo "ammonitico rosso" (Subbético Interno).

Desde el Domeriense al Aalenense se desarrolla una gran diversidad de ambientes, en general de plataforma interna restringida, donde se combinan áreas fuertemente subsidentes con o sin vulcanismo asociado al norte de la Hoja, con áreas menos subsidentes e incluso con fuertes relentizaciones en la sedimentación. En ocasiones existen importantes lagunas estratigráficas, como la intratoarciense (RIVAS, 1972) entre el sector del Zegrí y Colomera.

Así, como ejemplos relacionados con lo expuesto anteriormente, destacan la sedimentación carbonatada del Lías superior al este de Frailes con continuidad sedimentaria durante el Dogger, las potentes series del sinclinal del Cortijo de las Monjas con vulcanismo submarino asociado, la característica serie del Zegrí y los niveles de condensación de edad Domeriense-Aalenense del Cortijo del Frage y del Puerto de la Gambucilla. De esta forma y según una transversal submeridiana en la Hoja se pasa de series calizo-margosas y rocas volcánicas de cientos de metros al norte de la Hoja a 20 m de facies "ammonitico rosso" al sur de la Sierra del Zegrí, en el borde norte de la Depresión de Granada.

Durante el Dogger en la mitad norte de la Hoja parece existir una monótona y potente continuidad sedimentaria en el tipo de depósito coexistiendo materiales carbonatados calizo-margosos con vulcanismo.

La emisión de rocas volcánicas submarinas alternando con diferentes períodos sedimentarios es un hecho muy frecuente que motiva en este sector importantes cambios sedimentarios tanto litológicos como de facies ya citados en otras áreas por COMAS (1978).

La presencia de estructuras de oleaje de estas series carbonatadas intercaladas con el vulcanismo e incluso con frecuentes *hummocky* invitan a pensar en áreas fuertemente subsidentes pero de una batimetría relativamente pequeña para la plataforma y a cuyo fondo era capaz de llegar el efecto del oleaje. Las secuencias de *hummocky* y turbiditas e incluso de niveles oolíticos removilizados deben relacionarse con procesos de tormentas, inestabilidad de los fondos y destrucción de los sistemas de barras situadas en un entorno relativamente próximo.

Al sur de la Hoja el Dogger se encuentra muy condensado o mal representado, existiendo una importante discontinuidad que se pone de manifiesto a techo del "ammonitico rosso" de edad Toarciense sup.-Aalenense. Sobre él se observan, en algunos puntos apenas unos metros de calizas con "filamentos", e inmediatamente encima las margas radiolaríticas cuya sedimentación puede tener lugar a finales del Dogger (VERA, 1979), pero que bien pueden corresponder al ciclo sedimentario del Malm. Esta hipótesis aquí planteada sin argumentos paleontológicos que la confirmen hasta el momento se basa, a pesar del carácter heterócrono de la facies, en la existencia clara de una serie de ciclos deposicionales en el Jurásico, correlacionables en este sector central de la Zona Subbética.

A finales del Dogger existe un acontecimiento generalizado a nivel peninsular y que motiva en la región la individualización entre las Unidades Intermedias y la Zona Prebética. En la zona de estudio tiene lugar una sedimentación de tipo radiolarítico y/o carbonatada, existiendo una clara transición de un tipo de materiales a otros tanto en la vertical como en la horizontal.

La batimetría de este tipo de depósito es un hecho muy discutido (VERA, 1984) varía desde profundidades incluso por debajo del nivel de compensación de la calcita a otras menos profundas (1.000 ó 2.000 m) según los diversos autores.

Sin embargo la frecuente presencia de estructuras de ola en los niveles carbonatados intercalados en los tramos superiores de las radiolaritas, pone de manifiesto la relativa poca profundidad de estos depósitos en el sector estudiado.

Durante el Malm continua la sedimentación carbonatada. En un área que se extiende desde Sierra Pelada a Campotejar, durante el Tithónico-Kimmeridgiense se desarrollan y acumulan importantes capas de tormenta, así como niveles turbidíticos derivados de tal efecto. Hacia el norte este tipo de depósito desaparece, predominando facies de calizas tableadas alternando con finas capas de margas de tipo radiolarítico con frecuentes señales de inestabilidad en la zona más septentrional e incluso pequeños niveles de condensación del tipo "ammonitico rosso".

La presencia de brechas y ocasionalmente de niveles turbidíticos da paso a la sedimentación cretácica; este tipo de materiales es consecuencia de la inestabilidad de la cuenca y el movimiento de fracturas; junto a las unidades brechoides aparecen olistostromas, conglomerados y frecuentes *slumps*. Asociadas a este período de inestabilidad tienen lugar las últimas manifestaciones volcánicas que coinciden en parte dentro del área de estudio con el eje del sinclinal del Cortijo de las Monjas.

Posteriormente, aún durante el Neocomiense tiene lugar una sedimentación carbonatada con fuerte subsidencia y carácter sedimentario bastante uniforme, si bien en detalle existe una clara diferenciación de facies entre los sectores más meridionales y los septentrionales de la Hoja.

Durante el Albiense-Cenomaniense se produce de nuevo una inestabilidad en la cuenca que hacia el este (Montes Orientales) parece tener un carácter tectogénico (COMAS *et al.*, 1978) que da lugar a la creación de zonas de surco y estructuras positivas ubicadas en zonas meridionales y cubiertas en la actualidad por unidades desplazadas hacia el norte. El hecho es que en algunos sectores de la Hoja están presentes unidades con cierto carácter turbidítico e incluso extrusiones triásicas atribuidas a los procesos anteriormente citados.

Durante el Cretácico superior tiene lugar la sedimentación de las "capas rojas", depósitos de plataforma externa (*offshore distal*) muy extendidos y homogeneizados en todo el ámbito bético que en algún área de forma local pueden llegar a apoyarse directamente sobre términos del Jurásico (COMAS *et al.*, 1978). Este tipo de sedimentación continua hasta finales del Paleoceno tiene ya lugar un cambio en las condiciones de sedimentación, ya que depósitos turbidíticos asociados a las partes altas de las capas rojas son observables en la mitad oriental de la Hoja.

Durante el Paleógeno tiene lugar una nueva etapa tectogénica con vertidos de masas olistostrómicas en la parte oriental de la región (Montes Orientales), así como frecuentes

movimientos, que se manifiestan tanto en la propia sedimentación como en discordancias de mayor o menor rango. Por ello, es presumible una discordancia local a finales del Eoceno, relacionada probablemente con la inestabilidad acaecida en la Dorsal Bética durante esos tiempos y que es detectable en la Hoja de Alcalá la Real.

En el Oligoceno medio-superior parece tener lugar un descenso generalizado del nivel del mar (VAIL *et al.*, 1977) que en la región tiene su repercusión probablemente en la presencia de facies de relleno de cañón submarino. A finales del Oligoceno y en el Mioceno inferior (Aquitaniense) tiene lugar el avance gravitacional de la Unidad de Parapanda-Moclín, el derrame hacia el norte de masas olistostrómicas y el emplazamiento de dicha unidad.

Este importante evento tectónico coincide y guarda estrecha relación con la estructuración definitiva de las Zonas Internas y su emplazamiento frente a la Zona Subbética, siendo la primera manifestación de la Orogenia alpina como consecuencia del acercamiento de las placas europea y africana y el consiguiente desplazamiento hacia el oeste de la Zona Bética a favor de fallas transcurrentes creadas ya en el Jurásico.

El resultado es una importante compresión con generación de mantos vergentes hacia el NNW, desplazado por mecanismos gravitacionales en los que el Triásico, en ocasiones, podría jugar un papel, como protagonista importante dentro del complejo tectosedimentario en el que se viese involucrado, de acuerdo con las ideas de BOURGOIS (1978) y como de hecho parece estar relacionado con el emplazamiento de mantos más al norte en la región de Huelma o ya al SW en la Zona de Antequera.

En el Burdigaliense tiene lugar el emplazamiento de mantos acompañado de plegamiento con directrices béticas. Esto da lugar a una configuración paleogeográfica diferente con áreas emergidas al norte de la Hoja y la instalación de un aparato tipo *fan delta* con aportes procedentes de dichos sectores.

Este evento tectónico se pone de manifiesto a nivel regional en numerosos puntos de la Hoja como en Tozar, donde la creación de pequeños relieves provoca depósitos brechoides de borde dentro de la sedimentación margosa que caracteriza ese área, o en la vecina Hoja de Moreda (Fm "Moreda", COMAS *et al.*, 1970). También fuera de la Hoja, hacia el oeste (Sierra de los Judíos o Sierra de Cabra) la continentalidad de los depósitos basales se pone de manifiesto y es también claramente observable.

Este ciclo de sedimentación marina se prolonga durante el resto del Burdigaliense superior y del Langhiense inferior, momento en el cual comienza una etapa regresiva en la región, motivada probablemente por el movimiento de fallas de dirección NW-SE y desplazamientos hacia el norte como en el caso de la Unidad de Vadillo Alto en que dicho desplazamiento tiene un carácter dextral dentro de la Hoja. Esta fase tiene doble efecto por un lado, el plegamiento y traslación hacia el norte de unidades y por otro la nueva configuración de la cuenca neógena, dibujándose de esta forma el Estrecho Nordbético. En la región se crean pequeñas áreas o depresiones durante el Serravalliense siendo probablemente a finales de este y/o en el Tortoniense inferior

cuando la región queda invadida por las aguas teniendo lugar una sedimentación margosa que caracteriza este período.

En el Tortonense tiene lugar el último gran acontecimiento compresivo generándose retrocabalgamientos de vergencia S-SE, que llegan a veces a enmascarar las estructuras primitivas. Así entre los fenómenos más espectaculares se encuentran el cabalgamiento hacia el sur de la Unidad de Vadillo Alto sobre las margas tortonienses en la región de Charilla, en la Hoja de Alcalá la Real, o bien los cabalgamientos y fallas inversas de la Sierra del Zegrí e incluso las vergencias hacia el SE de las Sierras de Montillana, del Trigo, y norte de Frailes si bien en parte dichas vergencias como ya se ha expuesto en el apartado de tectónica pueden ser heredadas de fases anteriores.

A finales del Tortonense tiene lugar una etapa claramente regresiva con el inicio de una etapa de continentalización en toda la región. Al norte de la Hoja tiene lugar un levantamiento de los marcos montañosos que da lugar al desplazamiento de las facies marinas, sustituidas de forma gradual y rápida por una importante llegada de detríticos mediante la instalación de un aparato deltaico regresivo de tipo "Gilbert".

Durante el Turolense superior tiene lugar la instalación de cuencas endorreicas lacustres a favor de alineaciones preferentes NE-SW, con sedimentación arcillosa-carbonatada y salina, comenzando a construirse las grandes depresiones continentales.

Una importante etapa distensiva acaecida probablemente en el Plioceno (Rusciniense?), da lugar a la reactivación de fallas y la configuración de pequeñas cuencas intramontañosas, así como al inicio de la construcción de la Depresión de Granada.

De esta forma, se inicia la instalación de un complejo sistema continental con aportes procedentes de relieves destacados en esta zona (Sierra del Zegrí, Harana, Moclín, etc.) que contribuyen con sus aportes al relleno de dicha cuenca. Este relleno se lleva a cabo con la instalación de un medio fluvial con desarrollo de abanicos al pie de los relieves y creación de zonas lacustres, coincidentes, a veces con la traza en superficie de grandes accidentes.

El relleno final de la cuenca debió tener lugar probablemente a finales del Villafranquiense-Pleistoceno inferior coincidiendo con la etapa de colmatación de las grandes cuencas continentales de la Península.

Durante el Cuaternario existe una reactivación tectónica. Se instalan aparatos fluviales una vez rellena la cuenca y se inicia un nuevo ciclo de sedimentación con una etapa máxima de aluvionamiento que posteriormente se va restringiendo, a la vez que se va encajando la red fluvial por procesos neotectónicos.

La reactivación de fracturas y fallas durante el Pleistoceno medio-superior, así como el basculamiento de la cuenca motivan el relleno de ciertos sectores de la depresión situados al sur, fuera ya de la Hoja.

Tanto los procesos climáticos actuales como los fluviales y los de vertiente son los causantes de la configuración morfológica de esta región, activa tectónicamente hoy día.

## 6. GEOLOGIA ECONOMICA

### 6.1. MINERIA Y CANTERAS

La Hoja de Iznalloz presenta desde el punto de vista minero muy poca actividad ya que las mineralizaciones existentes, al margen de ser escasas, hoy día no presentan interés motivo por el cual han sido abandonadas.

Quizás las explotaciones más abundantes corresponden a las de óxidos de hierro asociados a las dolomías triásicas de las facies Muschelkalk para ser utilizadas como pigmentos. Antaño existían al parecer explotaciones de plomo en las sierras del norte de la Hoja, en relación con las calizas jurásicas y el vulcanismo básico.

Lo que si presenta en la actualidad mayor interés son las explotaciones de los diferentes materiales preferentemente los áridos de trituración, ya que son numerosas las obras de infraestructura que se están llevando a cabo en la región, por lo que la utilización de los diferentes tipos de roca puede en algunas zonas alcanzar altos niveles de explotación resultando importante la delimitación de áreas canterables.

Así y manteniendo un orden cronológico, las rocas subvolcánicas del Triásico (ofitas) son buscadas e intensamente explotadas para las obras de carretera, si bien algunas extracciones no llegan a cumplir de forma óptima los ensayos geotécnicos exigidos por las Normas. Es de destacar que este tipo de explotaciones suelen ser pequeñas, dado el tipo de afloramiento y su carácter intrusivo. Destacan las canteras de la Venta de Andar y las explotaciones ubicadas en el Triásico de Mures. En Campotejar existe también una explotación activa de yesos del Triásico.

Las dolomías del Lias inferior son objeto de intensa extracción, las canteras existentes destacan por el alto volumen de explotación que se ha llevado a cabo, aunque en la actualidad se hace de forma intermitente. En el Puerto del Zegrí o cerca del Cortijo del Frage así como en las proximidades de la Cortijada de Cauró existen canteras, ésta última utilizada en la construcción de la presa de Colomera.

Las rocas volcánicas jurásicas también han sido objeto de utilización en carreteras. Existe una importante cantera al norte de Campotejar utilizada para la construcción de la nueva variante de la carretera Jaén-Granada. Las capas rojas del Cretácico son utilizadas en la actualidad como subbase en la carretera Granada-Córdoba.

Por último, explotaciones de poco interés y con diferentes fines se llevan a cabo en los depósitos plio-cuaternarios existentes en la Hoja.

### 6.2. HIDROGEOLOGIA

En la Hoja de Iznalloz, la escorrentía superficial vierte sus aguas hacia el sur a la cuenca del Genil, regulada en alguna de sus arterias por el Embalse de Cubillas,

situado en la vecina Hoja de Granada a pocos kilómetros de los límites del área de estudio.

Los materiales más permeables desde el punto de vista hidrogeológico corresponde a las dolomías y calizas del Lías inf.-medio tanto del subbético medio como de la Unidad de Moclín y Sierra Harana destacando como acuífero de importancia el que constituye las dolomías masivas de la citada unidad.

Son numerosos los manantiales existentes dentro de la Hoja, destacando las surgencias canalizadas (fuentes) localizadas generalmente junto a los cortijos y que ofrecen buenos caudales.

No obstante para una mayor información se recomienda al lector la consulta de los trabajos realizados por el ITGE y la FAO donde se recoge una importante información sobre las características hidrogeológicas de la región.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AZEMA, J.; FOUCAULT, A.; FOURCADE, E.; GARCIA-HERNANDEZ, M.; GONZALEZ-DONOSO, J.M.; LINARES, A.; LINARES, D.; LOPEZ-GARRIDO, A.C.; RIVAS, P. y VERA, J.A: (1979): Las microfacies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. *Scree. Public. Univ. Granada*.
- BAENA, J. y PEREZ, L. (1982): Síntesis para un ensayo paleogeográfico entre la Meseta y la Zona Bética s. str. *Colección informe. IGME*.
- BLUMENTHAL, M. y FALLOT, P. (1935): Observations sur la Sierra Arana entre Grenade et Guadix. *Mem. Soc. Esp. Histo. Nat.* Vol. 17.
- BOURGOIS, J. (1978): Le transversale de Ronde. Données géologiques pour una modele d'évolution a l'arc de Gibraltar. *Tesis Univ. Besançon* (Publ. Annales Scient Univ. Vol. 30).
- BRAGA, J.C. (1978): Contribución al estudio paleontológico y bioestratigráfico del Domeriense inferior y medio en la Zona Subbética. *Tesis Lic. Univ. Granada*. (Inédita).
- BRAGA, J.C.; COMAS, M.C.; DELGADO, F.; GARCIA-HERNANDEZ, M.; JIMENEZ, A.; LINARES, A.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1981): The Liassic Rosso Ammonitico facies in the Subbétic Zone (Spain) Genetic consideration. In. A. FARIBACCI y S. ELMÍ (eds): *Proc. Rosso Ammonitico Symposium, Ed. Thechnoscienza, Roma*, pp. 61-76.
- BRAGA, J.C.; GARCIA GOMEZ, R.; JIMENEZ, A.P. y RIVAS, P. (1981): Correlaciones en el Lías de las Cordilleras Béticas. *Progr. Inter. Correl. Geol. (PICG) Madrid*, pp. 162-181.
- BRAGA, J.C. (1982): Ammonites del Domeriense de la Zona Subbética (Cordillera Béticas). *Tesis Univ. Granada*.
- BUSNARDO, R. (1964): Hypothèses concernant la position des unités structurales et paleogeographiques de la transversal de Jaén-Grenade (Andalousie) *Geol Min.* T. XLIII, pp 264-167.
- BUSNARDO, R. (1975): Prebétique et Subbétique de Jaén à Lucena (Andalousie). Introduction et Trias. *Doc. Lab. Geol. Fac. Sc. Lyon*, 65.
- CALIZ, F. (1986): Estudio geológico de la Sierra de Albayate y Sierra de Los Judíos. *Tesis de Licenciatura. Univ. de Granada*. (Inédita).
- CALVO, J.P.; ELIZAGA, E.; LOPEZ-MARTINEZ, N.; ROBLES, F. y USERA, J. (1978): El Mioceno superior continental del prebético Externo: Evolución del Estrecho Nordbético. *Bol. Geol. Min.* 89. p. 407-426.
- CANO, F. (in litt.): Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1007 (Rute) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, *IGME* (pendiente de publicación).

- COMAS, M.C. (1978): Sobre la geología de los Montes Orientales: Sedimentación y evolución paleogeográfica desde el Jurásico al Mioceno inferior (Zona Subbética, Andalucía). *Tesis Univ. Bilbao*.
- COMAS, M.C.; GARCIA-DUEÑAS, V. y NAVARRO-VILA, F. (1978): Mapa y memoria explicativa de la Hoja 992 (Morealda) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000. *IGME*.
- DABRIO, J.C. y VERA, J.A. (1970): Características sedimentarias del Jurásico Subbético en la región de Algarinejo-Rute. *Act. Geol. Hisp.* I-V. pp. 8-11.
- DABRIO, C.J.; FERNANDEZ, J.; PEÑA, J.A.; RUIZ BUSTOS, A.; SANZ DE GALDEANO, C. (1978): Rasgos sedimentarios de los conglomerados miocénicos del borde noreste de la Depresión de Granada. *Estudios Geol.* 34, pág. 89-97.
- ESPEJO, M. (1968): Estudio geológico de una zona situada al S. de Alcalá la Real (Jaén). *Tesis de Licenciatura. Univ. de Granada*. (Inédita).
- ESTEVEZ, A.; LOPEZ-GARRIDO, A.C.; RODRIGUEZ-FERNANDEZ, J.; ALBERDI, M.T. y RUIZ-BUSTOS, A. (1982a): Sur l'âge miopliocene des series detritiques de la terminaison orientale du bassin de Grenade (Espagne meridionale). *C.R. Ac. Sc. Paris*, Vol. 294. pp. 1189-1190.
- ESTEVEZ, A.; RODRIGUEZ-FERNANDEZ, J.; SANZ DE GALDEANO, C. y VERA, J.A. (1982b): Evidencia de una fase comprensiva de edad Tortoniense en el sector central de las Cordilleras Béticas. *Estudios Geológicos*, Vol. 11, pp. 2-29.
- ESTEVEZ, A.; GONZALEZ-DONOSO, J.M.; LINARES, D.; MARTIN-ALGARRA, A.; SANZ DE GALDEANO, C.; SERRANO, F. (1984): El cabalgamiento finiserravallense del Norte de Sierra Arana (Cordillera Bética). Observaciones sobre la caracterización bioestratigráfica del Serravallense. *Serie de estudios geológicos. MEDITERRANEA*. Nº 3.
- FALLOT, P. (1948): Les Cordillères Bétiques. *Estudios Geológicos*; vol. 8, pp. 83-172.
- FELGUEROSO, C. y COMA, J.E. (1964): Estudio geológico de la zona Sur de la provincia de Córdoba. *Bol. Inst. Geol. Min. España*, T. LXXV, pp. 111-209.
- FONTBOTE, J.M. y GARCIA-DUEÑAS, V. (1968): Essai de systematisation des unités subbetiques allochtones dans le tiers central des chaînes Bétiques. *C.R. Ac. Sc. Paris*, vol. 226, pp. 186-189.
- FOUCAULT, A. y PAQUET, J. (1970): La Structure de l'Ouest de la Sierra Arana (province de Grenade, Espagne). *C.R. Ac.Sc. Paris*, vol. 271, pp. 16-19.
- FOUCAULT, A. (1976): Complements sur l geologie de l'Ouest de la Sierra Arana (province de Grenade, Espagne). *Bull. Soc. Geol. France* (7), Vol. 18, pp. 649-658.

- GARCIA-DUEÑAS, V. (1966): Individualización de diversas unidades alóctonas en la Zona Subbética (transversal de Granada), *Acta Geol. Hisp.* I, nº 3, pp. 11-14.
- GARCIA-DUEÑAS, V. (1967): Unidades paleogeográficas en el sector central de la Zona Subbética. *Not. y Com. IGME.* T. 101-102, pp. 73-100.
- GARCIA-DUEÑAS, V. (1967b): La Zona Subbética al Norte de Granada. *Tesis. Univ. de Granada.* (Inédita).
- GARCIA-DUEÑAS, V. (1968): Hipótesis sobre la posición tectónica de la Sierra Arana (Granada). *Acta Geol. Hisp.*, t. III, pp. 29-34.
- GARCIA-DUEÑAS, V. (1969): Les unités alloctones de la Zona Subbétique dans la transversale de Grenade (Cordillères Bétiques, Espagne). *Rev. Géog. Phys. Géol. Dyn.* T. XI, pp. 211-222.
- GARCIA-DUEÑAS, V. (1969b): Consideraciones sobre las series del Subbético interno que rodean la Depresión de Granada (Zona Subbética). *Acta Geol. Hisp.*, t. IV, nº 1, pp. 9-13.
- GARCIA-DUEÑAS, V. (1970): Hoja geológica a escala 1:50.000, nº 991 (Iznalloz). *IGME.*
- GARCIA-DUEÑAS, V. (1970): Estructuras sobreimpuestas al N de la Sª de Montillana (Zona Subbética, Granada). *Cuad. Geol. Univ. de Granada.* Nº 1, pp. 47-50.
- GARCIA DUEÑAS, V. (1972): Mapa geológico y memoria explicativa de la Hoja 5-10 (Jaén) del mapa 1:200.000; síntesis de trabajos existentes. *IGME.*
- GARCIA DUEÑAS, V. y GONZALEZ-DONOSO, J.M. (1970): Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1009 (Granada) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000. *IGME.*
- GARCIA-DUEÑAS, V.; GONZALEZ-DONOSO, J.M.; LINARES, A. y RIVAS, P. (1970): Contribución al estudio bioestratigráfico del liásico del Zegrí (Zona Subbética, prov. de Granada) *Cuad. Geol. Univ. Granada.* T. I, pp. 11-16.
- GARCIA-DUEÑAS, V. y LINARES, A. (1970): La serie estratigráfica de Alta Coloma. Serie del tipo Subbético medio, en la transversal de Granada. T. I, pp.193-210. *Cuad. Geol. Univ. de Granada.*
- GARCIA-DUEÑAS, V.; NAVARRO\_VILA, F. y RIVAS, P. (1970): Estudio geológico de Puerto López (Granada, Zona Subbética). *Acta Geol. Hisp.* T. V, nº 3, pp. 82-87.
- GARCIA-HERNANDEZ, M.; GONZALEZ-DONOSO, J.M.; LINARES, A.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1976): Características ambientales del Lías inferior y medio en la Zona Subbética y su significado en la interpretación general de la Cordillera. In: Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética, *Secr. Publi. Uni. Granada*, pp. 125-175.

- GARCIA-HERNANDEZ, M.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1979): Distribución de las calizas de llanuras de mareas en el Jurásico del Subbético y Prebético. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, vol. 10, pp. 557-569.
- GARCIA-HERNANDEZ, M.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1979a): El liás infracarixiense de la Zona Subbética. *cuad. Geol. Univ. Granada*, vol. 10, pp. 367-374.
- GARCIA-HERNANDEZ, M.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1979b): El Carixiense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, vol. 10, pp. 375-382.
- GARCIA-HERNANDEZ, M.; LOPEZ-GARRIDO, A.C.; RIVAS, P.; SANZ DE GALDEANO, C. y VERA, J.A. (1980): Mesozoic paleogeographic evolution of the External Zones of the Betic Cordillera. *Geologie en Mijnbouw*. Vol. 59, pp. 156-168.
- GARCIA YEBRA, R. (1971): Datos geológicos de Lojilla (Zona Subbética). *Tesis de Licenciatura. Univ. de Granada*. (Inédita).
- GARCIA YEBRA, R.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1972): Precisiones sobre la edad de las coladas volcánicas jurásicas en la región del Algarinejo-Lojilla (Zona Subbética). *Acta Geol. Hisp.* T. VII, nº 5, pp. 133-137.
- GARRIDO-MEGIAS, A.; LERET, G.; MARTINEZ DEL OLMO, W. y SOLER, R. (1980): La sedimentación neógena en las Béticas: Análisis tectosedimentario. IX. *Congreso Nacional de Sedimentología*. Salamanca. Resúmenes, pp. 110-111.
- GONZALEZ-DONOSO, J.M. (1967): Estudio geológico de la Depresión de Granada. *Tesis Univ. Granada*. (Inédita).
- GONZALEZ-DONOSO, J.M.; LINARES, A.; LOPEZ-GARRIDO, A.C. y VERA, J.A. (1971): Bosquejo estratigráfico del Jurásico de las Cordilleras Béticas. *Cuader. Geol. Ibérica*, vol. 2, pp. 55-57.
- GONZALEZ-DONOSO, J.M.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1971): La serie liásica de Sierra Pelada (Zona Subbética, N. de Granada), *Cuad. Geol. Ibérica*. Vol. 2, pp. 205-226.
- GONZALEZ-DONOSO, J.M.; LINARES, A. y RIVAS, P. (1975): El Liás inferior y medio de Poloria (Serie del Zegrí. Zona Subbética. Norte de Granada). *Est. Geol.* Vol. XXX, (Homenaje Prof. Martín Vivaldi), pp. 639-654.
- GONZALEZ-DONOSO, J.M. (1977): Los materiales miocénicos de la Depresión de Granada. *Cuader. Geol. Univ. Granada*, vol. 8-9, pp. 191-204.
- GONZALEZ-DONOSO, J.M.; RODRIGUEZ-FERNANDEZ, J.; SERRANO, F. y VERA, J.A. (1980): Precisiones estratigráficas sobre la discordancia intratortoniense de Montefrío. *Bol. Real Soc. Española Hist. Nat. Geol.* Vol. 78, pp. 101-111.

- GONZALEZ-DONOSO, J.M.; LINARES, D.; MOLINA, E. y RODRIGUEZ-FERNANDEZ, J. (1981): Presencia de materiales de edad Burdigaliense-Langhiense en la Depresión de Alcalá la Real (Sector central de las Cordilleras Béticas). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)* 79. pp. 115-124.
- JEREZ, F. (1981): Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas. *Bol. Geol. Min.* Vol. 92, pp. 1-18.
- LINARES, D. (1968): Estudio geológico de una zona situada al W. de Alcalá la Real (provincia de Jaén, Zona Subbética). *Tesis de Licenciatura. Univ. Granada.* (Inédita).
- LINARES, A. y RIVAS, P. (1973): El Lías medio en la parte sur de la Zona Subbética (Sierra Elvira, Illora e Iznalloz, provincia de Granada). *Cuad. Geol. Univ. Granada*, vol. 4, pp. 141-154.
- MAÑAS, C. (1969): Estudio geológico del sector Alcalá la Real-Almedinilla. *Tesis de Licenciatura. Univ. Granada.* (Inédita).
- MARTIN, J.M. (1979): La dolomitización basal del Lías superior subbético. *Cuader. Geol. Univ. Granada*, vol. 10, pp. 583-589.
- MARTINEZ DEL OLMO, W *et al.* (1984): Modelo tectosedimentario del bajo Guadalquivir. *I Congreso Esp. de Geol.* Tomo I, pp. 199-213.
- MOLINA, R. (1971): Estudio geológico del Valle de Valdepeñas de Jaén. *Tesis de Licenciatura. Univ. de Granada.* (Inédita).
- MOLINA, J.M.; RUIZ ORTIZ, P.A. y VERA, J.A. (1984): Colonia de corales y facies oncolíticas en el Dogger de las Sierras de Cabra y Puente Genil (Subbético externo, prov. de Córdoba). *Est. Geol.* 40, pp. 455-461.
- OLORIZ, F. y TAVERA, J. (1971): La serie de Cornicabra. *Dpto. de Paleontología. Univ. de Granada.* (Inédito)
- OLORIZ, F. (1978): Kimmeridgiense-Tithónico inferior en el Sector central de las Cordilleras Béticas, Zona Subbética. Paleontología. Bioestratigrafía. *Tesis Univ. Granada* (Publ. Scre. Publ. Univ. Granada 758, pp. 1978).
- OLORIZ, F. y TAVERA, J.M. (1981): Correlaciones en el Jurásico superior de las Cordilleras Béticas. El límite Jurásico-Cretácico.
- PEYRE, Y. (1962): El "Subbético con Jurásico margoso" o "Subbético meridional" como unidad paleogeográfica y tectónica de las Cordilleras Béticas. *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, vol. 67, pp. 133-144.
- PEYRE, Y. (1974): Geologie d'Antequera et de sa region (Cordilleres Betiques). *Tesis Univ. Paris* (Public. Inst. Agronom. paris, 522 pags.).

- PINEDA VELASCO, A. (1985): Las Zonas Internas y Externas Béticas como partes meridionales de la Placa Ibérica; una nueva interpretación para el área límite Atlántico-mediterránea. *Studia geológica Salamnticensia*. XXI, pp. 87-113.
- PUGA, E. y RUIZ-CRUZ, M.D. (1980): Observaciones petrológicas y geoquímicas sobre el magmatismo básico mesozoico del sector central de la Cordillera Subbética. *Cuader. Geol. Univ. Granada*. Vol. 11, pp. 127-156.
- RIVAS, P. (1969): Estudio geológico de la región de Carcabuey. *Tesis de Licenciatura. Dpto. de Paleontología. Univ. de Granada*. (Inédita).
- RIVAS, P. (1972): Estudio paleontológico-estratigráfico del Lías en el sector central de la Cordillera Bética. *Tesis Univ. Granada*. 2 tomos. (Inédita).
- RIVAS, P.; SANZ DE GALDEANO, C. y VERA, J.A. (1979): Itinerario geológico por las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. itinerario Granada-Jaén y Cabra-Loja. *Scr. Publ. Univ. Granada*, 80 pp.
- RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1982): El Mioceno del Sectro central de las Cordilleras Béticas. *Tesis Univ. Granada*, 224 pgs.
- RUIZ CRUZ, M.D. y LUNAR, R. (1982): Datos mineralógicos relativos a las "ofitas" triásicas del sector central de la Cordillera Subbética y a los sedimentos arcillosos que las engloban. *Bol. Geol. y Min.* T. XCIII-II, pp. 255-261.
- RUIZ ORTIZ, P. y VERA, J.A. (1979): Turbiditas calcáreas del Jurásico superior de las Cordilleras Béticas. *Cuader. Geol. Univ. Granada*, vol. 10, pp. 571-582.
- RUIZ ORTIZ, P. (1980): Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias (entre Castril, Prov. de Granada y Jaén). *Tesis Univ. Granada*. 272 págs.
- RUIZ ORTIZ, P. (1981a): Carbonate turbidite Upper Jurassic Betic Cordillera. South Spain. 2º *European Meeting. I.A.S.*
- RUIZ ORTIZ, P. (1981b): Sedimentación turbidítica del Cretácico de las Unidades Intermedias.
- SANDOVAL, J. (1983): Bioestratigrafía y Paleontología del Bajociense y Bathoniense en las Cordilleras Béticas. *Tesis Univ. Granada*, 613 págs.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1973): Geología de la transversal Jaén-Frailes (Provincia de Jaén). *Tesis. Univ. Granada*.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1980): La Neotectónica del norte de la Depresión de Granada. *Est. Geol.* 36, pp. 255-261.

- SANZ DE GALDEANO, C. y ESTEVEZ, A. (1981): Estriaciones tectónicas en cantos de conglomerados. Su estudio en las depresiones de Granada y Guadix-Baza. *Est. Geol.* 37, pp. 227-232.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1983): Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas. *Est. Geol.* 39, pp. 157-165.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1985): La fracturación del borde Sur de la Depresión de Granada (Discusión acerca del escenario del terremoto del 25-XII-84). *Est. Geol.* 41, pp. 59-68.
- SEQUEIROS, L. (1970): Estudio geológico del borde sur de Cabra (Córdoba). *Tesis de Licenciatura. Univ. de Granada.* (Inédita).
- SEQUEIROS, L. (1974): Paleobiogeografía del Caloviense y Oxfordiense en el Sector Central de la Zona Subbética. Bioestratigrafía y Paleontología. *Tesis Univ. Granada.*
- VAIL, P.R.; MITCHUM, J.R. and THOMPSON, S. (1977): Seismic Stratigraphy and changes of Sea Level. Part. 4 Global ciclos of Relative changes of Sea Level. In: Seismic Stratigraphy. *A.A.P.G. Memoir.* 26, pp. 83-97.
- VERA, J.A. (1966a): La unidad "Parapanda-Hacho de Loja". Su individualización estratigráfica y tectónica en la Zona Subbética. *Acta Geológica Hispánica*, vol. 1, pp. 3-6.
- VERA, J.A. (1966b): Estudio Geológico de la Zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes. *Tesis Univ. Granada* (pub. Mem. Inst. Geol. Min. Esp. Tomo-72, 192, págs. 1969).
- VERA, J.A. (1969): Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1008 (Montefrío) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000. *IGME*, (primera serie).
- VERA, J.A. (1981): Correlación entre las Cordilleras Béticas y otras cordilleras alpinas durante el Mesozoico. In: Programa Internacional de Correlación Geológica. *P.I.C.G. Real Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat.* Vol. 2, pp. 219-260.
- VERA, J.A.; GARCIA-HERNANDEZ, M.; LOPEZ-GARRIDO, M.; COMAS, M.C.; RUIZ-ORTIZ, P.A. y MARTIN-ALGARRA, A. (1982): El Cretácico de las Cordilleras Béticas. In: *El Cretácico de España, Universidad Complutense, Madrid*, pp. 515-630.
- VERA, J.A. (1984): Aspectos sedimentológicos en la evolución de los dominios alpinos mediterráneos durante el Mesozoico. In: A. OBRADOR (ed): Libro Homenaje al Prof. Sánchez de la Torre. *Grup. Esp. Sedimentología. Publicaciones de Geología*, Barcelona, vol. 22, pp. 25-54.
- VERA, J.A.; MOLINA, J.M. y RUIZ-ORTIZ, P.A. (1984): Discontinuidades estratigráficas, diques neptúnicos y brechas sinsedimentarias en la Sierra de Cabra (Mesozoico, Subbético Externo).

In: A. OBRADOR (ed): Libro homenaje al Prof. Sánchez de la Torre. *Grup. Esp. Sedimentología. Publicaciones de Geología*, Barcelona, vol. 22, pp. 141-162.

VERA; J.A. (1984): Discontinuidades estratigráficas en materiales pelágicos: caracterización, génesis e interpretación. *I Congreso español de Geología*. Sección I, pp. 109-122.2.