



Instituto Tecnológico
Geominero de España

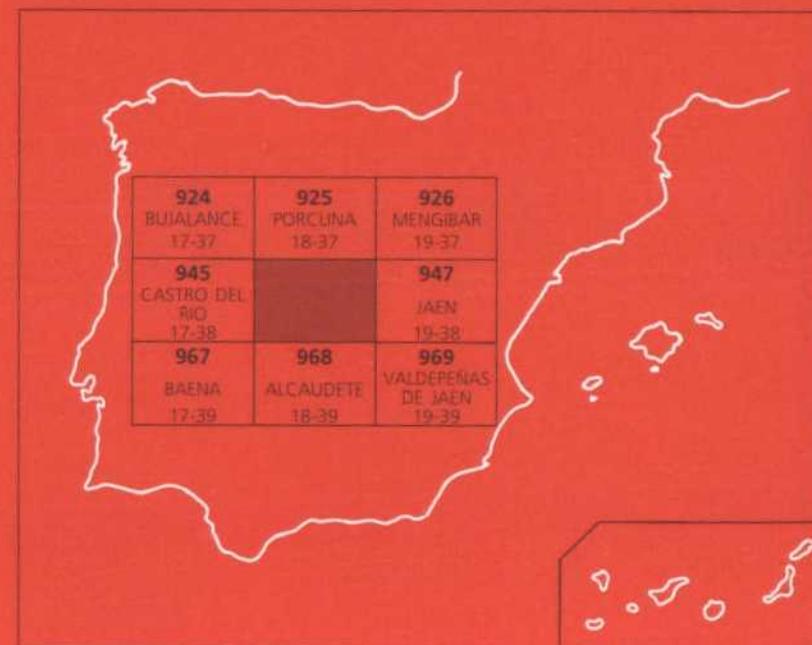
946

18-38

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

Primera edición



MARTOS



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 le reconoce como Organismo Público de Investigación. El ITGE fue creado en 1849.

Instituto Tecnológico
Geominero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
Escala 1:50.000

MARTOS

Primera edición

MADRID, 1991

Depósito Legal: M-10.717-1992
I.S.B.N.: 84-7840-115-6
NIPO: 241-92-011-7
Imprime: Gráficas Topacio, S.A.
c/ Príncipe de Vergara, 210 - 28002 MADRID

HAN INTERVENIDO:

| | |
|---|--|
| Cartografía y Memoria: | Roldán García, F.J. Licenciado en Ciencias Geológicas; Lupiani Moreno, E. Licenciado en Ciencias Geológicas; Villalobos Megía, M. Licenciado en Ciencias Geológicas Jerez Mir, L. Doctor en Ciencias Geológicas. |
| Sedimentología: | Rodríguez Fernández, J. Doctor en Ciencias Geológicas y Roldán García, F.J. Licenciado en Ciencias Geológicas |
| Micropaleontología (Levigados y láminas): | González Donoso, J.M. Doctor en Ciencias Geológicas; Linares Rodríguez, D. Doctora en Ciencias Geológicas; Serrano Lozano, F. Doctor en Ciencias Geológicas; Martínez Gallego, J. Doctor en Ciencias Geológicas y Granados Granados, L. Licenciado en Ciencias Geológicas |
| Nannoplancton: | Aguado Merlo, R. Licenciado en Ciencias Geológicas y Martín Pérez, J.A. Licenciado en Ciencias Geológicas |
| Geomorfología: | Lupiani Moreno, E. Licenciado en Ciencias Geológicas; Roldán García, F.J. Licenciado en Ciencias Geológicas y Serrat Congost, D. (asesoría). Doctor en Ciencias Geológicas |
| Dirección y supervisión del ITGE: | García Cortés, A. Doctor Ingeniero de Minas |

0. INTRODUCCION

0.1. SITUACION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

La Hoja a escala 1:50.000 nº 946 "Martos" del Mapa Topográfico Nacional, se localiza en el sector centro-occidental de la provincia de Jaén, entre las siguientes coordenadas Greenwich:

37°40'0,4"8 a 37°50'0,4"8 Latitud Norte

3°51'10"8 a 4°11'10"9 Longitud Oeste

Los núcleos urbanos de mayor envergadura que en ella se encuentran son: Martos, Torredelcampo, Torredonjimeno, Santiago de Calatrava e Higuera de Calatrava.

El tercio oriental de la Hoja vierte su escorrentía a través de diversos cursos, de pequeña entidad, subsidiarios del Río Guadalbullón. El resto es drenado por el río Salado, que atraviesa la Hoja de Sureste a Noroeste, presentando escorrentía continuada prácticamente durante todas las estaciones del año.

El relieve de la Hoja presenta dos áreas bien diferenciadas. Al Sureste se levantan importantes sierras, entre las que destaca la alineación La Grana-Jabalruz, donde se superan los 1.400 m de cota, mientras que en el resto se da un suave relieve alomado, solamente interrumpido por algunos cursos encajados. La cota mínima que se registra es de unos 280 m en el cauce del Río Salado.

Existe una aceptable red de carreteras que comunican entre sí los principales núcleos de población y cortijadas. Además hay numerosos caminos agrícolas y forestales.

En las localidades de Martos y Torredonjimeno se localizan unos de los pocos focos industriales de la provincia de Jaén. En la primera se asienta una importante factoría de componentes de automóviles, mientras que en la segunda hay una fábrica de cemento.

En el resto se da una economía basada casi exclusivamente en el cultivo del olivar.

0.2. ANTECEDENTES

Las primeras referencias bibliográficas sobre el sector estudiado proceden de BERTRAND y KILLIAN (1889), los cuales hicieron algunas descripciones locales, fundamentalmente de yacimientos fosilíferos.

DOUVILLE (1905-1906), estudió el sector comprendido entre Martos y Jódar y distinguió dos grandes zonas. El *Haut-Pays*, compuesto por series autóctonas y alóctonas, y el *Bas-Pays* (Depresión del Guadalquivir), caracterizado por la frecuencia de materiales triásicos, cretácicos y terciarios.

FALLOT, en 1943, publica una síntesis del Cretácico de las Cordilleras Béticas en la que define y caracteriza los Dominios Subbético y Prebético. En años sucesivos presenta numerosas publicaciones puntuales y sectoriales. Sus estudios y trabajos sentaron las bases sobre los que posteriormente se desarrolló la investigación de la Cordillera.

En 1958 el IGME publica la cartografía geológica a escala 1:50.000 de la Hoja de Martos, correspondiente a la primera edición del Mapa Geológico Nacional, realizada por DUPUY DE LOME.

BUSNARDO en 1960, 1962 y 1964 estudia diversos afloramientos de la Hoja, haciendo precisiones estratigráficas de gran interés. Define la Unidad de Los Villares, que la correlaciona con las "Series Intermedias" definidas por FOUCAULT en Huéscar (Granada).

En 1964 PERCONIG señala, dentro del ámbito de la Depresión del Guadalquivir, importantes fenómenos tectónicos, entre los que adquieren primordial interés los deslizamientos de masas por acción gravitacional en ambiente submarino (olistostromas). Define el "Manto de Carmona" como un conjunto alóctono de marcado carácter olistostrómico.

GUIGON y BUSNARDO (1972) estudian las cercanías de Martos, y asimilan el emplazamiento de la Peña de Martos, a la de un "Klippe" sedimentario (olistolito).

En 1973 presenta su tesis doctoral SANZ DE GALDEANO sobre la geología de la transversal Jaén-Frailes. En ella realiza una minuciosa cartografía y una interpretación estructural de la zona, en la que define diversas unidades alóctonas, y señala la importancia del diapirismo en la deformación de diversos sectores.

En 1980 RUIZ ORTIZ publica su tesis doctoral en la que estudia monográficamente las Unidades Intermedias, dedicándole especial atención a las turbiditas carbonatadas del Malm, y terrígenas del Cretácico, de la serie de Jabalcuz-Los Villares.

BAENA y JEREZ (1982) realizan un trabajo de síntesis de las Zonas Externas, en el que se hace referencia a varios afloramientos o unidades de la Hoja. Las Unidades Intermedias las definen como parte integrante del Dominio Subbético.

Recientemente MOLINA CAMARA (1987) ha estudiado monográficamente los materiales del Subbético Externo, a los que ha caracterizado sedimentológicamente y ha propuesto una hipótesis de reconstrucción de la cuenca.

La última referencia geológica procede de LUPIANI *et. al* (1988), en la que se describe la secuencia estratigráfica del Prebético de Jaén, y se interpreta su estructura.

0.3. ENCUADRE GEOLOGICO GENERAL

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Jaén se localiza en el sector septentrional de las Cordilleras Béticas, en el límite de las Zonas Externas con la Depresión del Guadalquivir.

El Orógeno Bético representa el extremo occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas. Se trata, conjuntamente con la parte norte de la zona africana, de una región inestable afectada durante gran parte del Neógeno por fenómenos tectónicos mayores.

Tradicionalmente se distinguen las Zonas Internas y las Zonas Externas, en comparación con cordilleras de desarrollo geosinclinal. En éstas se puede distinguir una parte intensamente deformada y metamorfozada (Interna), y otra que ha actuado de cobertera, y se encuentra plegada y, a veces, con estructuras en manto de corrimiento (Externa).

En el caso de las Béticas podemos decir que las Zonas Externas corresponden a un conjunto de sedimentos de edades comprendidas entre el Triás y el Terciario, que se depositaron en el margen meridional del Macizo Hespérico, en continuidad con la Cordillera Ibérica. Las Zonas Internas representan un bloque exótico, de evolución geológica ajena a la del Margen Ibérico.

Tradicionalmente la Zonas Externas se han dividido en dos grandes Zonas: Prebético y Subbético, aunque algunos autores han distinguido una tercera más, Unidades Intermedias; como su propio nombre indica, paleogeográficamente se situaría entre las dos anteriores.

El Prebético es la zona más próxima a la costa y en él predominan los sedimentos asociados a medios marinos someros, e incluso continentales.

En función de las facies de los materiales del Cretácico y Paleógeno, se divide en Externo e Interno, representando la primera zona los sectores más próximos a costas y la segunda las cercanas a áreas de cuenca abierta.

El Subbético se sitúa en la actualidad al Sur del anterior y presenta facies pelágicas, más o menos profundas, durante gran parte del Jurásico y todo el Cretácico.

En base a las características sedimentarias que reinaron durante el Jurásico, se divide en tres dominios: Externo, Medio e Interno (de Norte a Sur respectivamente).

Tanto el Subbético Externo como el Interno representan sectores en los que se registró una pequeña subsidencia durante el Jurásico, siendo muy frecuentes las facies condensadas. El Subbético Medio se situaría entre los anteriores y en él se dio una notable tasa de sedimentación, con facies fundamentalmente margosas y emisión de rocas volcánicas.

La sedimentación en las Zonas Externas es continua hasta el Mioceno inferior (Burdigaliense inferior), registrándose tan sólo discordancias de carácter local.

Hacia el Mioceno inferior-medio colisionan las zonas Internas y Externas y se producen importantes cambios paleogeográficos, pudiéndose decir que la "Cuenca Bética" pierde su uniformidad.

En el Langhiense superior se desarrolla una tectónica transtensiva de componente OSO, que produce la fragmentación de las Zonas Externas en bloques y crea pronunciadas fosas entre

ellas. Estas cuencas son rápidamente rellenadas por vertidos gravitacionales, de materiales poco consistentes (margas), desde los relieves adyacentes, y por importantes extrusiones de materiales triásicos. Una de las principales cuencas entonces creadas corresponde a la Depresión del Guadalquivir.

1. ESTRATIGRAFIA

Dentro de la Hoja de Martos se localizan secuencias litológicas asimilables al Subbético, Unidades Intermedias, Prebético y Depresión del Guadalquivir.

El Subbético está escasamente representado por pequeños afloramientos alóctonos al Sureste de la Hoja y por olistolitos incluidos en sedimentos cretácicos y neógenos.

Las Unidades Intermedias se sitúan en el sector suroriental de la Hoja, representadas en la Sierra de la Grana y en el amplio valle del Río Eliche. Este sector se corresponde con la terminación occidental del afloramiento de Jabalcuz-Los Villares, ubicado en la vecina Hoja de Jaén.

El Prebético está representado únicamente al Este de Torredelcampo, en un pequeño afloramiento que es continuación de otro más extenso, también situado en la Hoja de Jaén.

Los sedimentos pertenecientes a la Depresión del Guadalquivir representan más del 70% del área estudiada, habiéndose determinado en ellos un conjunto de unidades o formaciones litoestratigráficas. Las edades de las mismas están comprendidas entre el Mioceno Medio y Superior.

1.1. TRIAS

Los afloramientos de materiales asignables a esta edad en la Hoja de Martos, se localizan en pequeñas masas aisladas dentro de una formación caótica de edad neógena, o bien en la base de algunas estructuras de cabalgamiento.

1.1.1. Dolomías (1)

Suelen localizarse como paquetes englobados entre arcillas rojas, o bien entre masas margosas de diferentes edades.

Estos paquetes se suelen observar con una estratificación muy patente, en estratos de 0,5 a 0,7 m de potencia. Las dolomías son de grano muy fino, existiendo determinados afloramientos donde la dolomitización es escasa y se observan calizas de texturas micríticas. Son frecuentes los niveles bioturbados y otros con patentes fenómenos de nodulización.

Por las características litoestratigráficas del tramo, las dolomías serían asignables al Muschelkalk.

1.1.2. Margas, arcillas y areniscas versicolores (2)

Corresponden con la litología más frecuente de los enclaves triásicos. En general se encuentran muy deformadas y son excepcionales los cortes continuos con más de unas decenas de metros.

El tramo consiste en una alternancia cíclica de margas, lutitas y areniscas, de tonalidades variadas, fundamentalmente rojo, verde y ocre. Los estratos presentan un espesor medio de 0,3 a 0,5 m, con intercapas carnolares, en ocasiones brechoides, de tonos ocres-amarillentos y algunas intercalaciones métricas de margocalizas grises.

A veces hay pequeños niveles de yesos asociados a lutitas de tonos rojos.

Su edad sería Keuper.

1.1.3. **Yesos** (3)

Se suelen encontrar entre materiales del tramo anterior, o bien en relación con los niveles dolomíticos, formando masas de tamaño hectométrico por lo general.

En líneas generales el yeso es de grano fino y presenta un bandeo de diversas coloraciones. Frecuentemente intercala delgados niveles lutíticos y dolomíticos de tamaño centimétrico.

También existen importantes masas de yesos secundarios, caracterizadas por estar formadas por el acúmulo de grandes cristales individuales de yeso.

1.1.4. **Rocas básicas** (4)

Se ha localizado un único enclave de rocas básicas, a unos 2 km al Norte de Martos. Es de reducidas dimensiones y está rodeado de margas, arcillas y areniscas rojas.

La roca está prácticamente alterada a clorita, pudiéndose clasificar como una cloritita. En su matriz aparecen abundantes opacos dispersos, así como fantasmas de cristales de plagioclasas totalmente sericitizados, y de hornblenda. Son frecuentes las vacuolas rellenas de calcita.

1.2. JURASICO

Dentro de la Hoja de Martos se pueden distinguir varias secuencias-tipo para los sedimentos de esta edad, que quedarían englobadas en el Subbético Externo y Unidades Intermedias.

1.2.1. **Subbético (Subbético Externo)**

Los afloramientos asignables a este Dominio son de pequeño tamaño. Se localizan en el borde suroriental, inmediaciones de Martos (Peña de Martos) y Este de Jamilena (Cerro Fuente).

En todos ellos aflora una base calizo-dolomítica de edad liásica con las mismas características, pero los términos suprayacentes varían de un afloramiento a otro. En la Peña de Martos se

localizan unas brechas, con cantos carbonatados de edad jurásica. En Cerro Fuente afloran fundamentalmente margas y margocalizas del Lías Superior. En el afloramiento alóctono meridional, sólo afloran unas dolomías del tramo carbonatado liásico.

1.2.1.1. **Conjunto calizo-dolomítico basal** (5 y 6)

Como antes se ha mencionado, se localiza en todos los afloramientos asignables a este Dominio.

El aspecto suele ser masivo y se presenta bastante brechificado. Sin embargo existen algunos niveles con estratificación difusa en estratos de 0,5-1 m, o bien tableados.

Los procesos de dolomitización han borrado casi todos los rasgos texturales iniciales. No obstante se han podido observar en ocasiones laminaciones paralelas, muy posiblemente de origen estromatolítico.

Mediante un contacto irregular y a veces progresivo, sobre las dolomías se dispone un paquete de calizas de tonos blancos o beige. La estratificación de las calizas es difusa en Cerro Fuente y en estratos de unos 0,5 m de espesor en la Peña de Martos. Las microfacies más frecuentes son: *grainstone* oolítica y fosilífera con procesos de desecación residuales.

Estas microfacies indican un ambiente deposicional de plataforma carbonatada somera, en ambientes mareales.

La potencia máxima observada es de algo más de 600 m en Peña de Martos.

1.2.1.2. **Margas y calizas margosas grises** (7)

Se localizan únicamente en Cerro Fuente, en un pequeño afloramiento confinado entre fracturas.

Corresponden a una alternancia rítmica de margas y calizas margosas, de tonos grises y amarillentos (grises oscuros en corte fresco), en estratos de 10 a 30 cm.

Presentan la siguiente asociación de nannoplancton: *Discorhabdus ignotus* (GORKA), *Crepidolithus crucifer* (PRINS) y *Watanaveria britannica* (STRADNER), que caracteriza un Domeriense-Toarciense.

La potencia observable no excede de 50 m.

1.2.1.3. **Brechas** (8)

En la Peña de Martos sobre el tramo carbonatado basal y mediante un contacto erosivo, se sitúan unas brechas de matriz carbonatada de colores rojos y amarillentos. Los cantos son de calizas y

dolomías liásicas, de calizas con sílex, de calizas nodulosas etc.; generalmente son redondeados.

Entre las brechas se localizan niveles carniolares con óxidos de hierro, de unos 0,4 m de espesor. También se encuentran enclaves de calizas de grano muy fino, y tonos amarillentos-verdosos, en los que se distingue un bandeado centimétrico. Al microscopio se observa un *mudstone* parcialmente dolomitizado en bandas.

Tales enclaves pueden asociarse como diques neptúnicos, aunque la mala calidad de los afloramientos no permite asegurarlo.

RUIZ ORTIZ (1980) cita entre la matriz de unos niveles nodulosos situados en la base de este conjunto: *Calpionella alpina* (LORENS) y *Crassicollaria* sp. del Tithónico terminal. En otros niveles superiores encuentra *Calpionellites darderi* (COL.) y *Calpionellopsis oblonga* (CAD.), que indicarían un Valanginiense inferior.

La potencia de las brechas no excede de 20 m. Su génesis estaría ligada a un talud submarino de edad Malm-Cretácico inferior.

La secuencia de la Peña de Martos, es singular respecto a las existentes en esta transversal. Presenta importantes fenómenos erosivos, que han eliminado los sedimentos de edad Lías superior-Dogger, y el Malm-Cretácico inferior se presenta en facies de brechas.

Series algo parecidas se encuentran más al Sur, entre Valdepeñas de Jaén y Castillo de Locubín en pleno Dominio del Subbético Externo, donde las calizo-dolomías del Lías inferior están carstificadas y sobre ellas se encuentran unas calizas rojas y calizas nodulosas del Malm-Cretácico inferior.

1.2.2. Unidades Intermedias

Afloran en el cuadrante suroriental de la Hoja, en Sierra La Grana y valle del Río Eliche, en continuación con los afloramientos de Jabalcuz-Los Villares, localizados en la Hoja de Jaén.

1.2.2.1. *Calizas y dolomías* (9 y 10)

Alcanzan unos 300 metros de potencia máxima. Los niveles dolomíticos basales representan algo más del 50% del espesor en las estribaciones de Jabalcuz.

Las dolomías son de tonos grises, aspecto masivo y ocasionalmente se presentan brechificadas, mientras que las calizas son de tonos claros, blancos o cremas y normalmente de textura oolítica.

Los últimos metros de la serie corresponden a una crinoidita con clastos de sílex y sobre ella se desarrolla un banco de calizas arenosas con abundante glauconita y nódulos de limonita.

A techo se desarrolla un *hard-ground* con fósiles. En este nivel de condensación sólo se han encontrado belemnites y moldes de ammonites, pero SANZ DE GALDEANO (1973) y RUIZ ORTIZ (1980) citan *Arietoceras* sp. del Domeriense medio.

Por criterios regionales la edad correspondiente al techo de este conjunto, sería Carixiense medio. Entre esta edad y el Domeriense medio se desarrollaría el *hard-ground*.

Dicho conjunto es idéntico al citado con anterioridad en el Dominio Subbético. Representa un episodio de sedimentación en una plataforma carbonatada somera de facies mareales.

1.2.2.2. **Calizas y calizas margosas** (11)

Son los materiales más representativos de las Unidades Intermedias, destacando por su gran potencia y monotonía.

En el Jabalcuz este conjunto litológico comienza con una alternancia de calizas micríticas y margocalizas en estratos de 50 cm. Hacia techo las calizas pasan a ser exclusivas y presentan laminaciones horizontales, con frecuentes "slumpings" y brechas intraformacionales asociadas. La bioturbación es abundante y en ocasiones se encuentran lamelibranquios.

La facies más representativa corresponde a calizas tableadas (en estratos de 10-20 cm), con alguna intercalación decamétrica de calizas margosas o margocalizas. Las calizas presentan como única estructura de ordenamiento interno laminación paralela; hacia techo es frecuente la aparición de pequeños "ripples" unidireccionales, cuyo sentido de migración es hacia el Oeste.

Los últimos 50 metros de serie están representados por calizas margosas y margocalizas laminadas, en estratos de 0,5 metros, con pequeñas lentes de arenas finas o limos en las que son patentes las laminaciones horizontales.

En Sierra La Grana la secuencia es mucho más monótona, y consiste en una alternancia rítmica de calizas y calizas margosas grises, con interlechos margosos delgados.

A 5 metros del techo se localiza un nivel de calizas nodulosas de tonos claros, con algunas intercalaciones margosas con nódulos intercalados o separados por abundantes bioturbaciones. Dentro de este nivel, se han extraído *Fissiloboceras* sp. y *Graphoceratidae*, que marcarían el Bajociense inferior. Por tanto todo el conjunto estaría comprendido entre el Domeriense superior y el Bajociense inferior.

La potencia de los afloramientos oscila desde los 1.000 metros de Jabalcuz, a cerca de 600 metros en La Grana.

Las microfacies de estos sedimentos son análogas en todos los afloramientos y corresponden a "mudstone" y "wackestone", con pellets, radiolarios y espículas, observándose un bandeado de

acumulación diferencial de micrita. Estas características indicarían que el conjunto litológico, debió de depositarse en una plataforma carbonatada abierta, por debajo de la línea de acción del oleaje, en la que pequeños desfases entre sedimentación y subsidencia crearon pequeños taludes; estos taludes propiciaron acusados fenómenos de "slumping" y brechas intraformacionales.

Las lentes arenosas observadas a techo podrían interpretarse como capas de tormenta, e indicarían una cierta somerización del medio, o bien, una época de excepcional intensidad de meteoros.

1.2.2.3. *Calizas oolíticas con filamentos y sílex* (12)

Sobre las calizas tableadas se sitúan unos cuantos metros de calizas laminadas, en estratos de 5 cm, con gran cantidad de filamentos y nódulos de sílex. En la vertical pasan a calizas de tonos grises o claros, en estratos de 0,3-0,6 metros bien marcados. También se observan nódulos de sílex negro disperso. En las inmediaciones de Pata del caballo, el nivel basal se encuentra "slumpizado".

Hay texturas oolíticas que se ordenan de acuerdo con una gradación positiva; también hay laminaciones paralelas y cruzadas unidireccionales de pequeña escala, asociadas. Es común observar texturas micríticas, representadas por estratos semimasivos o bandeados.

Los niveles oolíticos presentan una microfacies de "grainstone" con filamentos y crinoides, siendo muy regular el tamaño de grano de los oolitos. Ocasionalmente se aprecia una concentración de filamentos y oolitos en capas separadas, confiriéndole a la roca un aspecto laminado o bandeado.

Por su parte los niveles no oolíticos presentan una microfacies de "wackestone" a "packstone" de filamentos y peloides.

La potencia es próxima a 150 m.

Este conjunto, por la posición que ocupa en la serie, es atribuido al Dogger ya que no se ha encontrado fauna representativa.

La sedimentación debió darse en un ambiente de plataforma carbonatada, con la coexistencia de facies de alta y baja energía, simultáneamente en un mismo estrato.

La presencia de niveles oolíticos muy seleccionados en su tamaño, con intercalaciones de filamentos, pellets y brechas asociados, sugiere que estos oolitos se han redepositado en un ambiente más profundo.

En resumen, se estima que este conjunto debería estar asociado a un sector deprimido de una plataforma carbonatada, que recibiría importantes aportes de oolitos desde áreas adyacentes más someras. Estas áreas se podrían localizar en ambos márgenes del sector deprimido y podrían corresponder con materiales prebéticos, al Norte y subbéticos (Unidad de Sierra Grajales) al Sur.

1.2.2.4. **Margas y margocalizas** (13)

La litología corresponde a unas margas y margocalizas, algo silíceas, de tonos amarillentos, blanquecinos, e incluso rojizos, que presentan algunas intercalaciones delgadas de calizas margosas silicificadas.

La potencia es variable según sectores, pero no sobrepasa los 50 m.

No se ha encontrado fauna representativa en este nivel, pero RUIZ ORTIZ (1980), en base a una asociación de filamentos, foraminíferos y radiolarios, las sitúa en el Oxfordiense.

La nannoflora estudiada está representada por la siguiente asociación: *Cyclagelosphaera deflandrei* (MANIVIT) ROTH, *C. margerelii* (NOEL) y *Watznaueria barnesae* (BLANK) PERCH-NIELSEN, que indica una edad Dogger-Malm.

Este episodio debe de representar una sedimentación pelágica, que cubrió momentáneamente la plataforma carbonatada, instaurada en la cuenca desde el principio del Jurásico.

1.2.2.5. **Calizas grises, brechas y turbiditas calcáreas** (14)

Estos materiales afloran extensamente en las laderas meridionales de Jabalcuz y La Grana, presentando a grandes rasgos una buena exposición.

En la Hoja de Jaén se han diferenciado tres tramos que también son distinguibles en la de Martos, si bien con distinta distribución espacial y frecuencia.

El tramo inferior corresponde a unas calizas micríticas de tonos gris oscuro en estratos de 0,3-0,5 m, que presentan esporádicas y delgadas intercalaciones de margas amarillentas. Sus microfacies corresponden a "mudstone" y "wackestone" con radiolarios, filamentos y espículas.

El tramo intermedio es el más característico; en él se da una alternancia de calizas detríticas, calizas micríticas, margas y ocasionales niveles de brechas.

Las calizas detríticas pueden presentar estratos de aspecto masivo, con una microfacies de "packstone" o "grainstone" de peloides y filamentos. También evidencian gradaciones y laminaciones paralelas, en cuyo caso corresponden a "grainstone" con clastos de crinoides, briozoos, peloides y filamentos.

Las calizas micríticas son de la misma microfacies que las ubicadas en el tramo basal, y además constituyen los clastos de los niveles brechoides.

Este tramo correspondería a un episodio turbidítico.

Es frecuente la presencia de nódulos de sílex negro, de origen claramente secundario, ya que ocasionalmente en su seno quedan relictos de estructuras sedimentarias originales como son laminaciones.

El tramo superior carece de elementos redepositados, su litología corresponde a unas calizas micríticas, algo silicificadas, con nódulos de sílex e intercalaciones de margas blanco-amarillentas, que se van haciendo más frecuentes hacia techo.

Los episodios turbidíticos alcanzan un desarrollo variable de unos cortes a otros, y los mayores espesores se sitúan entre los picos de Pañablanquilla y Era de la Mesa.

RUIZ ORTIZ (1980) cita detallados muestreos paleontológicos en todo este conjunto, que permiten datarlo como Kimmeridgiense-Tithónico inferior.

La potencia disminuye hacia el Oeste, pasando de cerca de 300 m en el borde de la Hoja, a menos de 100, en el afloramiento situado en la ladera septentrional de La Grana.

Las características de los sedimentos indican, que se formaron en las partes más distales de una plataforma carbonatada, observándose a techo una transición hacia un ambiente de cuenca hemipelágica. En este medio se debieron de formar taludes en los que se instaló una serie de abanicos submarinos, en los que se depositaron las turbiditas y brechas. Estas se alimentarían fundamentalmente por la destrucción de la propia plataforma externa, si bien en la Hoja de Jaén se han reconocido cantos de calizas con fenestras (¿procedencia prebética?), lo que sugiere la participación de ambientes más someros en la alimentación de estos sedimentos redepositados.

1.2.2.6. **Brechas calcáreas, calizas y calizas nodulosas** (15)

Al Sur de Pata de Caballo, y a techo del conjunto anterior, se localizan materiales brechoides formados por bloques de calizas micríticas, parcialmente nodulizadas, y de calizas nodulosas.

Las calizas micríticas presentan unas microfacies de "mudstone" a "wackestone" fosilífera, con *Saccocoma*, radiolarios y espículas, siendo muy notable el grado de bioturbación.

Las calizas nodulosas presentan tonos rojizos y realmente corresponden a unas brechas de matriz margosa, en las que, en muchas ocasiones, los cantos son fragmentos de ammonoideos.

Se han extraído ejemplares de *Ptychophylloceras* sp., *Burckhardticer* sp., *Subdichotomoceras* sp., que datan Tithónico inferior.

La potencia oscila en torno a los 50 m.

La formación de las brechas, debe estar asociada a la fragmentación del borde de una plataforma externa.

1.3. CRETACICO

Los sedimentos de esta edad ocupan la mayor parte de los valles localizados en la esquina suroriental de la Hoja. Al mismo tiempo existe un cortejo de afloramientos, ubicados entre los materiales neógenos de la Depresión del Guadalquivir.

Si mientras que para el Jurásico había cierta convergencia de facies y procesos sedimentarios para los dos grandes dominios paleogeográficos, en el Cretácico se da el caso contrario. Así pues el Subbético y las Unidades Intermedias tienen facies pelágicas, mientras que en el Prebético dominan las facies someras.

Ambos dominios están enfrentados en la actualidad por importantes accidentes tectónicos, sin que se observen series de transición entre ellos.

1.3.1. Unidades Intermedias

Dentro de la Hoja afloran sedimentos del Cretácico inferior y superior, representado este último por el Cenomaniense.

1.3.1.1. *Margocalizas, margas y calizas* (16)

Litológicamente este conjunto se compone de una ritmita de tonos amarillentos y grisáceos, constituida por niveles de margocalizas y/o calizas margosas de 20-40 cm de grosor y otros margosos de hasta 5 metros de potencia.

El contacto con los sedimentos del Malm es progresivo en algunos puntos, mientras que hacia el Oeste, a la altura de La Grana, es más neto. En estos lugares el tránsito se produce a través de unos niveles condensados que presentan un hard ground incipiente.

La ritmita margoso calcárea muestra características muy similares y permanentes en toda su sucesión, destacando tan sólo la existencia de tramos margosos de tonos grises y aspecto apizarrado.

Puntualmente se han observado, en las proximidades de la base, intercalaciones detríticas de origen turbidítico, que no llegan a superar los 10-15 metros de espesor. Del mismo modo al Sureste de Martos y en los niveles inmediatos al tramo suprayacente, se alojan varias masas olistostrómicas de arcillas rojas, dolomías y calizas triásicas y jurásicas, cuyo máximo exponente es la Peña de Martos.

La potencia observada varía considerablemente desde el Este de la Hoja, donde se aproxima a 1.000 m, hasta las cercanías de Martos, donde apenas si supera los 200 m.

En los niveles de muro, a 1 metro del contacto inferior se han extraído ejemplares de *Berriasella paramacilenta* (MAZENOT), *Tirnovella* sp., *Lamellaptychus* sp., etc., que datan un

Berriasiense, mientras que en los de techo ha aparecido la siguiente asociación de nannoplanc-ton: *Parhabdolithus angustus* (STRADNER), *Rucinolithus irregularis* (THIERSTEIN), *Lithastrinus floralis* (STRADNER), etc., que caracteriza un Aptiense superior.

En la Hoja de Jaén el techo de la formación se ha datado como Barremiense inferior.

Estos materiales se habrían depositado en un ambiente pelágico alejado de costas y por debajo de la línea de acción del oleaje.

1.3.1.2. **Brechas calcáreas. Olistolitos** (17)

Los olistolitos se encuentran al sureste de Martos. Se ha determinado la existencia de dos vertidos olistostrómicos, próximos en el tiempo y en el espacio, de distinta naturaleza.

El inferior se localiza entre margocalizas y margas del Neocomiense. Corresponde a un nivel conglomerático discontinuo de unos 5 m de potencia, cuyos cantos son fundamentalmente de carbonatos liásicos, aunque también hay algunos de calizas nodulosas.

En el vertido superior parece ser que va asociada, junto con materiales de componente triásica, la Peña de Martos. La secuencia de ésta, según se comentó en epígrafes anteriores, es asimilable al Subbético Externo.

Tanto a techo como a muro de las brechas calcáreas inferiores, se ha reconocido la siguiente asociación de nannoplancton: *Calcicalathina oblongata* (WORSLEY), *Nannoconus elongatus* (BRONNIMANN), *Nannoconus wassalli* (BRONNIMANN), etc., que caracterizan un Barremiense inferior.

La edad del segundo vertido estaría comprendida entre el Barremiense inferior y el Aptiense superior, edad con la que comienza la sedimentación turbidítica en este sector.

1.3.1.3. **Margas y areniscas. Turbiditas terrigenas** (18)

En la Hoja de Martos no se encuentran cortes de calidad para estudiar esta secuencia, por lo que su descripción se realiza a partir de observaciones puntuales.

El contacto con los niveles inferiores suele ser progresivo. Comienza con unas margas ocre-grisáceas y escasos niveles de areniscas asociadas, que hacia techo, van ganando en espesor y frecuencia.

Las areniscas son ricas en cuarzo y suelen presentar micas y restos carbonosos, siendo muy pobres en fragmentos de roca. Entre estos fragmentos destacan los clastos de limos rojos; en determinados niveles las areniscas están muy seleccionadas y con escasa matriz y en otros, RUIZ ORTIZ (1980) ha descrito la presencia de orbitolinas.

Las capas detríticas suelen tener aspecto masivo o presentar laminaciones paralelas, es frecuente que a muro se observe un tramo gradado. En esta Hoja no se han observado estructuras de muro.

De acuerdo con la asociación de facies propuesta por MUTTI y RICCI LUCCHI (1972) y WALKER (1967 y 1970), estas turbiditas corresponderían a la asociación de facies D y E, que se interpretan como pertenecientes a abanicos submarinos distales. Hacia el Oeste los niveles detríticos están muy espaciados y apenas si superan los 100 m de grosor.

No son frecuentes los microfósiles en este tramo, por lo que para su datación se ha recurrido a la nannoflora.

La base se muestra heterócrona y su edad varía desde el Barremiense superior, en la Hoja de Jaén, al Aptiense superior datado por *Parhabdolithus angustus* (STRADNER), *Ricinolithus irregularis* (THIERSTEIN), *Lithastrinus floralis* (STRADNER), *Vagalapilla matalosa* (STOVER), etc.

El techo de este conjunto es de edad Albiense medio, y vendría caracterizado por la siguiente asociación de nannoflora: *Prediscopharea cretacea* (ARKHANGELSKY), *Tranolithus orionatus* (REINHARDT), *Lithastrinus floralis* (STRADNER), etc.

Su potencia oscila entre 300 y 500 m.

El comienzo de la sedimentación turbidítica va inmediatamente precedido con la creación de un importante surco, que recibe vertidos olistostrómicos que, a juzgar por su naturaleza, procederían de las series ubicadas en la actualidad al Sur (Subbético Externo).

A continuación comenzaría el relleno con depósitos turbidíticos, muy posiblemente asociados a un conjunto de abanicos submarinos coalescentes, que recibirían aportes desde medios someros, a juzgar por la fauna resedimentada que presentan.

Para esta edad sólo se conocen sedimentos someros, en el Dominio Prebético, que además presentan un episodio detrítico de influencia continental en el Barremiense-Aptiense (Facies Weald). Por tanto, la procedencia de las turbiditas se interpreta que serían las Facies Weald.

1.3.1.4. **Areniscas con intercapas margosas. Turbiditas (19)**

Corresponden con las facies más groseras del conjunto anterior, localizándose fundamentalmente en Cerro Viento.

La litología corresponde a areniscas y microconglomerados, con delgadas capas margosas intercaladas. Generalmente los estratos son gruesos y de aspecto masivo. En los niveles de facies más gruesas es frecuente encontrar fragmentos de espículas de erizos, lamelibranquios y briozoos.

Las muestras tomadas en estos materiales indican un edad Aptiense superior a Albiense medio.

Su potencia se estima en 150 m.

Representarían las facies más proximales del dispositivo deposicional de las turbiditas. Las características texturales de estas turbiditas evidencian un medio somero del área fuente.

1.3.1.5. **Margas, margocalizas y calizas** (20)

Culminando la secuencia cretácica de las Unidades Intermedias se encuentran unas margas, margocalizas y calizas de tonos blanquecinos. Normalmente alternantes en bancos decimétricos.

En la Hoja estudiada sólo afloran en una estructura sinclinal, parcialmente oculta por cabalgamientos subbéticos, cuyo único corte se encuentra en la carretera de Martos a Fuensanta de Martos.

En los niveles basales se han observado los siguientes nannofósiles: *Prediscopharea cretacea* (ARKHANGELSKY), *Tranolithus orionatus* (REINHARDT), *Lithastrinus floralis* (STRADNER), etc., que caracterizan el Albiense medio.

En los de techo se encuentra *Eiffelithus curriseiffeli* (DE FLANDRE) y *Cruciellipsis chiasta* (WORSLEY) del Cenomaniense.

Su potencia no excede de 50 m.

1.3.2. **Prebético**

En este Dominio se incluyen aquellos sectores de la cuenca, que durante gran parte del Cretácico registraron una sedimentación propia de ambientes someros.

En la Hoja de Martos se han asimilado a este conjunto, los afloramientos de calizas cretácicas situados entre el frente de las Unidades Intermedias y los materiales de la Depresión del Guadalquivir.

En ellos se han diferenciado dos secuencias tipo o unidades. La Unidad Ciudad de Jaén se caracteriza por registrar un ambiente de plataforma carbonatada somera en el Cenomaniense. La Unidad Arroyo de Reguchillo situada más al Sur, que representaría el tránsito de ese medio o ambientes de cuenca abierta.

1.3.2.1. **Margas y margocalizas laminadas** (21)

Corresponden al tramo inferior de la serie del Arroyo de Reguchillo.

Sobre los materiales anteriores se ubican unas margas y margocalizas, en general muy cubiertas por derrubios, que impiden realizar observaciones seriadas.

Las margas son algo detríticas y presentan laminaciones paralelas, que también son visibles en los niveles más competentes. Ocasionalmente intercalan niveles discontinuos de calizas de tonos claros laminadas, con las que cambian de facies hacia techo.

La potencia es de 50 a 150 metros, aumentando hacia el Oeste.

Los levigados han suministrado *Rotalipora appenninica* (RENZ), que caracteriza un Albiense terminal-Cenomaniense.

1.3.2.2. **Calizas brechoides y margas (22)**

El techo de la serie del Arroyo de Reguchillo, son unas calizas laminadas algo arenosas, en ocasiones con sílex, que presentan intercalaciones margosas de orden centimétrico y otras mayores, de hasta 10 metros de espesor.

La microfacies corresponde al tipo "wackestone" fosilífera (biomicrita de fósiles pelágicos).

Se han observado fenómenos de "slumping" y niveles de brechas intraformacionales.

La potencia llega a superar en algunos puntos los 150 metros.

Los fósiles reconocidos han sido: *Rotalipora brotzeni* (SIGAL) y *Globigerinelloides caseyi* (BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN), del Albiense superior-Cenomaniense inferior. Este tramo se depositó en ambiente pelágico, en una ligera pendiente, lo que propició los "slumpings" y brechificaciones.

1.3.2.3. **Ritmita margoso calcárea (23)**

Se localiza en afloramientos de escasa superficie y parcialmente ocultos por depósitos recientes. Corresponden a unas margas ocre-amarillentas con niveles de margocalizas y calizas bioturbadas de espesor centimétrico.

Presenta la siguiente asociación faunística: *Favusella wenosensis* (MICHAEL), *F. nitida* (MICHAEL) y *F. washitensis* (CARSEY) que data un Albiense superior.

En la Hoja sólo se observan los 15 m superiores.

1.3.2.4. **Calizas en bancos y calizas nodulosas** (24)

Afloran ampliamente en el núcleo de la estructura anticlinal que describe el afloramiento.

Se distinguen unas calizas organógenas de color beige, en bancos de 0,5 a 1,5 metros de espesor. Presentan una estratificación plana y neta, con intercalaciones eventuales de niveles de calizas subnodulosas, que pasan hacia techo a ser predominantes y tener algo de margas intercaladas.

Los tramos nodulosos suelen estar bioturbados y con cantos intercrecidos, presentando, en ocasiones, aspecto detrítico. Las calizas corresponden a una microfacies de "wackestone" bioclástica.

El tramo inferior calcáreo contiene *Neorbitolinopsis conulus* (DOUVILLE) y el superior *Orbitolina* sp., *Hedbergella* cf. *delrioensis*, *Favusella* sp., *Rotalipora* sp. (cf. *ticinensis*), etc., ..., junto a restos de equinodermos, radiolas, lamelibranquios y algas, lo que determina una edad Albiense superior y un medio de depósito de plataforma carbonatada somera.

1.3.2.5. **Margas, margocalizas y calizas** (25)

Sobre los materiales anteriores se localiza un conjunto muy recubierto de margas, calizas margosas y margocalizas amarillentas verdosas y grises. A techo, estos materiales pasan a estar constituidos casi exclusivamente por margas con algunas intercalaciones centimétricas de calizas algo arenosas.

Estas margas y margocalizas se encuentran afectadas por procesos de despegue, que hacen variar ostensiblemente su potencia cartográfica. El máximo espesor medido se aproxima a 250 metros en la Hoja de Jaén.

Los levigados efectuados han suministrado *Hedbergella planispira* (TAPPAN) y *Patellina subcretacea*, que permiten datar Albiense superior.

El tramo representaría un episodio pelágico, no muy profundo, que afectaría al sector externo de la plataforma prebética.

1.3.2.6. **Calizas y margas** (26)

En el borde oriental del afloramiento, situado ya en la Hoja de Jaén, se presenta como una alternancia de orden decamétrico (15 a 20 metros), mientras que hacia el Oeste pasa a ser de orden decimétrico. En el primer caso los bancos carbonatados tienen una textura micrítica y en el segundo caso presentan un aspecto noduloso.

La potencia en los cortes estudiados es algo superior a 100 metros.

Este episodio ha librado la siguiente fauna: *Patellina subcretacica*, *Favosella* aff. *washingtonensis*, *Pithonella sphaerica*, etc., además de restos de equínidos, radiolas, lamelibrancos y radiolarios, que datarían un Albiense superior.

Esta alternancia representaría una transición entre las condiciones pelágicas imperantes en los niveles de muro, a otras de plataforma somera, en las que se depositó el paquete superior.

1.3.2.7. **Calizas en bancos y calizas nodulosas** (27)

Consiste en una alternancia decamétrica (10 a 30 metros) de calizas de estratificación plana y estratificación subnodulosa a nodulosa.

Las calizas en bancos suelen ser detríticas ("wackestone" a "packstone" bioclástica), con colores blancos o beige, mientras que las nodulosas son relativamente margosas, adoptan tonalidades beige u ocre, y suelen estar muy bioturbadas; las juntas margosas frecuentemente libran equinodermos.

La potencia es próxima a 130 metros.

Los niveles inferiores se han datado como Vraconiense (Albiense superior), por la presencia de *Rotalipora ticinensis* (GANDOLFI), *Bonetocardiella conoidea*, *Pithonella sphaerica*, etc. En los niveles superiores se ha reconocido *Praealveolina* sp., por lo que parece alcanzar el Cenomaniense medio.

Estas calizas se habrían depositado en una plataforma carbonatada somera. La estratificación de aspecto noduloso se debería a fenómenos de bioturbación, disolución o compactación.

1.3.2.8. **Calizas masivas blancas** (28)

La serie prebética culmina, con un paquete de calizas masivas blancas o rosadas. La estratificación es difusa en bancos de 1 a 2 metros. Existen sectores dolomitizados de pequeña extensión hacia la base.

La microfacies corresponde a "packstone" intrabioclástica, con frecuentes restos de crinoideos y grandes foraminíferos bentónicos.

La potencia del tramo está bastante reducida en la Hoja por causas tectónicas, no llegando a superar 50 m.

Las calizas contienen *Praealveolina* sp., *Orbitolina* sp., *Rotalipora greenhornensis* (MORROW) y otros, que indicarían una edad Cenomaniense medio y superior.

En la Hoja de Jaén en los niveles superiores del tramo se ha datado el Senoniense.

Estos materiales se habrían depositado en una plataforma carbonatada somera.

1.4. MIOCENO (29 a 38)

Los materiales depositados en esta edad cubren más de 2/3 de la Hoja.

Se han distinguido tres unidades litoestratigráficas, que se han formado en un intervalo de tiempo diferente. Estas unidades son de muro a techo las siguientes:

- Unidad Olistostrómica.
- Unidad de Castro del Río.
- Unidad de Porcuna.
- Formaciones detríticas.

Las dos unidades mencionadas en primer lugar, habían sido consideradas conjuntamente en trabajos anteriores (2ª serie MAGNA, hojas de Espejo y Bujalance), como pertenecientes al Olistostroma del Guadalquivir. La investigación geológica llevada a cabo en esta Hoja y en las hojas limítrofes, pone de manifiesto una serie de argumentos por los cuales dichas unidades son separadas en el espacio y en el tiempo.

1.4.1. **Unidad Olistostrómica** (29 a 31)

Ha sido definida por ROLDAN (1988), en un sector comprendido entre Espejo, Castro del Río, Bujalance y Porcuna.

Esta Unidad forma parte del Olistostroma del Guadalquivir o Manto de Carmona (PERCONIG, 1960-62).

Cartográficamente está representada en la mitad noroccidental de la Hoja. Ocupa las partes topográficamente más deprimidas.

De acuerdo con las observaciones de campo, esta unidad presenta una estructuración compleja en su estratigrafía. Esto es debido a que elementos o masas de materiales que la componen han tenido un emplazamiento, generado por mecanismos gravitacionales. No se han reconocido facies que pudieran asociarse a turbiditas o megaturbiditas.

El límite inferior no se observa en esta Hoja, porque no hay materiales de edad más antigua. No obstante, se conoce que esta Unidad se superpone, en la Hoja de Jaén, a materiales pertenecientes al Burdigaliense superior-Langhiense inferior.

El espesor de esta Unidad no es posible calcularlo, puesto que no se dispone de otros materiales más antiguos, que sirvan de muro o substrato de referencia.

Según datos de sondeos para investigación de hidrocarburos, en Carmona (Sevilla), el espesor del Olistostroma varía de N a S entre 300 m (Carmona-3) y 1.846 m (Carmona-6).

La litología se compone esencialmente de materiales de diversa naturaleza, como son arcillas y margas de colores variados, areniscas rojas, dolomías (1), yesos (3), que se reconocen claramente como procedentes de unidades triásicas. Además se han reconocido margas, margocalizas y areniscas calcáreas, pertenecientes al Cretácico, Paleógeno y Mioceno inferior y parte del medio (Langhiense inferior) (30). También existen materiales calcáreos asignables al Prebético, así como grandes masas de materiales subbéticos (Cerro Fuente).

Todos estos elementos proceden de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. El Trías se presenta en facies germano-andaluza característica de la Zona Subbética. El Cretácico reconocido tiene facies diferentes, unas correspondientes a las definidas en el Subbético, otras pertenecientes a las Unidades Intermedias y otras al Prebético. El Terciario, en general, corresponde a margas y margocalizas blancas, reconocidas en diferentes series subbéticas y prebéticas.

Todos estos materiales de naturaleza y procedencia variada determinan la Unidad Olistostrómica. Unidad constituida principalmente por una mezcla caótica de dichos materiales donde se reconocen los Olistolitos. Estos se presentan en afloramientos bajo dos modalidades, una de forma más o menos tabular y otra redondeada o subredondeada. En ambos casos corresponden a elementos deslizados que no han sufrido deformación acusada; únicamente manifiestan zonas brechificadas en los márgenes de los mismos. El tamaño de los olistolitos suele variar entre algunos metros y varios hectómetros.

En ocasiones la Unidad Olistostrómica se observa bien estratificada. Estratificación puesta de manifiesto por el acúmulo de clastos angulosos o subangulosos que constituyen auténticos niveles de conglomerados o brechas. Estas brechas suelen tener escasa matriz arenoarcillosa que soporta los cantos. Otras veces los niveles estratificados los forman materiales arcillosos de tonos variados; estos niveles ofrecen un aspecto hojoso, análogo al observado en deslizamientos actuales en taludes de carreteras. En ambos casos, los elementos litológicos observados pertenecen a diversas unidades estratigráficas reconocidas en otros sectores de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas.

Las observaciones realizadas en diversas transversales en la Hoja y en las colindantes, ha permitido deducir el mecanismo que ha generado la implantación de los distintos elementos que constituyen la Unidad Olistostrómica.

Así, se han observado paquetes y bloques deslizados de naturaleza competente (areniscas, margocalizas, dolomías, etc., ...), en los que unas veces se aprecia deformación en los mismos y otras veces no. En ambos casos los olistolitos están inmersos en una matriz lutítico-arenosa y conservan su textura y estructura original. Cuando este proceso se da, HOEDEMAEKER (1973)

indica que se trata de un deslizamiento coherente, ya que hay preservación de la estructura interna de los fragmentos de roca.

En ocasiones se observa en el campo que los márgenes de los olistolitos presentan una acusada brechificación. Este fenómeno se ha interpretado, como que el olistolito se ha deslizado en un medio en el que la cohesión entre las partículas del sedimento es menor, el rozamiento por tanto es mayor, y en consecuencia se pueden brechificar en los bordes.

Cuando la Unidad Olistostrómica presenta estratos de naturaleza brechoide, el mecanismo de transporte que genera el proceso de deslizamiento, puede asociarse a flujos de sedimentos en masa. Dicho mecanismo responde al tipo *debris-flow*.

Es frecuente observar fenómenos de *slumping* ligados tanto a las paquetes deslizados como a los niveles brechoides. Estos fenómenos se producen normalmente cuando los sedimentos están asociados a una pendiente.

Así pues, la paleopendiente determina la dirección y sentido en que se producen los *slumpings*. Las medidas efectuadas sobre la vergencia del plano axial de dichos *slumpings*, nos indican una componente O-NO, dato de gran valor para poder reconstruir la paleogeografía.

En resumen, los olistolitos constituyen paquetes o bloques deslizados que pueden preservar la estructura interna o no. Además se reconocen *mass-flows*, constituidos por *debris-flows* y *mud-flows*. Los primeros pueden proceder de la disgregación de los olistolitos, de hecho las litologías son idénticas y lo único que difiere es el tamaño; los segundos se producen cuando el deslizamiento afecta a materiales más margosos.

La edad de la Unidad Olistostrómica ha sido definida por ROLDAN y GARCIA CORTES (1988), como Langhiense superior-Serravallense inferior (medio?). Se ha datado la Unidad suprayacente como Serravallense medio-superior-Tortonense inferior. Los cantos embebidos en la Unidad Olistostrómica, no dan nunca edades superiores al Langhiense inferior.

1.4.2. Unidad de Castro del Río (o detrítico-carbonatada) (32 a 35)

Se ha definido en la Hoja de Castro del Río por ROLDAN (1988). Sus afloramientos se encuentran salpicados en la Hoja de Martos, sobre la Unidad descrita anteriormente. Suele ocupar, en relación con la Unidad subyacente, los relieves topográficamente más altos.

Los afloramientos más importantes están situados, en el sector meridional y nororiental de la Hoja.

Sobre la Unidad Olistostrómica descrita anteriormente, se ubica mediante una discordancia angular la Unidad de Castro del Río. A su vez se coloca bajo la Unidad de Porcuna que se sitúa discordantemente sobre ella.

La Unidad se presenta ligeramente plegada en la mayor parte de la Hoja. Sin embargo en las proximidades de los afloramientos subbéticos y prebéticos puede estar intensamente deformada.

Se distinguen cuatro tipos de facies:

- a) Facies de arenas silíceas y margas (32).
- b) Facies de margas blancas y limos margosos (33).
- c) Areniscas y areniscas calcáreas (34).
- d) Calcarenitas, conglomerados y calizas de algas (35).

1.4.2.1. ***Facies de arenas silíceas y margas. Turbiditas*** (32)

Constituyen la base de la Unidad en numerosos afloramientos. Forman una alternancia de arenas silíceas, más o menos cementadas, con niveles de margas intercaladas. A veces entre las arenas silíceas hay niveles de areniscas calcáreas bioclásticas.

La morfología de los estratos es tabular a escala de afloramiento y lenticular a escala cartográfica. La base de los estratos suele ser plana y con escasas huellas de corriente en el muro.

Entre las estructuras de ordenamiento, dominan fundamentalmente la laminación paralela y los "ripples", son escasas las gradaciones de tamaño de grano, debido a la homometría generalizada del mismo. También se observan estructuras de origen orgánico de tipo cancelophycus y palaeodictyum.

La petrología de los niveles de arenas silíceas, indican un alto contenido en cuarzo, superior al 70%, un 10% de fragmentos de rocas volcánicas y el resto, cemento calcítico.

Los estratos de margas, que se intercalan entre las arenas silíceas, aumentan de espesor hacia techo. Las tonalidades varían de verde y rojo en la base, a crema y blancas a techo.

1.4.2.2. ***Facies de margas blancas y limos margosos*** (33)

Aparecen a techo de las facies descritas anteriormente o bien directamente encima de la Unidad Olistostrómica.

Estas facies están constituidas esencialmente por margas calcáreas blancas, a las que, en el sector meridional de la Hoja, se les superponen unos limos margosos, también de tonos blancos. Los afloramientos de margas blancas suelen presentarse masivos y muy fracturados;

ocasionalmente se les aprecia una tenue laminación paralela debida a la presencia de niveles milimétricos de limos silíceos. A veces la margas tienen un porcentaje elevado de diatomeas, llegando a constituir auténticos estratos diatomíticos. En estos casos, presentan un aspecto hojoso. Tradicionalmente a estas facies se les ha denominado albarizas y/o moronitas.

Por su parte los limos son muy homogéneos, y en los escasos cortes en que son visibles se muestran masivos.

1.4.2.3. **Areniscas y areniscas calcáreas** (34)

Constituyen tramos enteramente detríticos, dentro de las facies turbidíticas anteriormente comentadas, si bien en hojas próximas se pueden encontrar entre margas blancas.

El mejor afloramiento observado se sitúa a unos 600 m al Norte de Santiago de Calatrava.

Generalmente tienen una morfología tabular a escala de afloramiento, si bien su continuidad lateral suele ser inferior a algunos kilómetros. El espesor de los estratos suele estar comprendido entre 0,5 y 3 m, aunque a veces oscila entre los 10 y 20 cm.

Las estructuras de ordenamiento interno son escasas, y lo normal es que el tramo sea masivo. No obstante, a veces se observan laminación paralela difusa y escasos "ripples". A menudo se presentan bolas y lentes centimétricas de lodo, incluidas en las arenas silíceas, así como nódulos piritosos esféricos.

Atendiendo a su litología, se han distinguido dos tipos de areniscas, silíceas y carbonatadas; pueden ir asociadas entre sí o no.

El estudio petrológico de las arenas silíceas revela una mineralogía similar a la expresada para los tramos detríticos del conjunto turbidítico. La forma de los granos oscila desde subredondeados a angulosos, son homométricos y presentan en ocasiones crecimientos de sílice en torno a los clastos. El cemento de la roca es carbonatado (calcita) y de textura espática.

La composición de las areniscas calcáreas es la siguiente: un 15% de granos de cuarzo y el resto bioclastos de foraminíferos planctónicos, bentónicos, briozoos, espículas de esponjas, etc. El cemento que traba los granos es de calcita espática y la matriz es micrítica.

1.4.2.4. **Calcarenitas, conglomerados y calizas de algas** (35)

Corresponden con unas facies que se localizan preferentemente en la base de la Unidad. Normalmente se sitúan en las proximidades de los relieves prebéticos y subbéticos.

Al Sur de Torredonjimeno se localiza una serie de barras carbonatadas, en la base formadas por calizas de grandes oncolitos algales y fenestras. Además presentan delgadas pasadas de

arenas silíceas, sobre las que se disponen, mediante una base erosiva, una secuencia de areniscas y calizas detríticas organógenas.

Al sureste de Martos afloran unas calizas con aspecto brechoide. La microfacies observada corresponde a "packstone" bioclástica. Son muy frecuentes los restos de nummulítidos, lamelibranquios y algas.

En las inmediaciones de los afloramientos prebéticos, la base de todo este conjunto corresponde a unos niveles de conglomerados de matriz margosa abundante, en los que se observan frecuentes cantos de calizas cretácicas prebéticas. También se observan otros carbonatados y areniscosos de edad Terciaria con grandes foraminíferos bentónicos. El tamaño de los cantos suele oscilar entre 5 y 10 cm, pero excepcionalmente se pueden encontrar alguno de hasta 0,5 m de diámetro.

Al Este de Torredelcampo se sitúa un nivel conglomerático intercalado entre las margas blancas.

Los principales afloramientos de calcarenitas se localizan en Cerro Buitreras (564 m) y en el borde septentrional de la Hoja, cerca de Villardompardo. Litológicamente están formadas mayoritariamente por clastos de organismos bentónicos, fragmentos de rocas carbonatadas y pasadas poco potentes de conglomerados.

En campo la potencia media observada para estas facies no superan los 60 m, sin embargo en un sondeo situado al sur de Torredonjimeno se perforaron 150 m de caliza, sin llegar a la base.

1.4.2.5. ***Interpretación sedimentaria de la Unidad***

Las diversas facies que integran la Unidad indican un medio sedimentario complejo, con facies atribuibles a depósitos someros, de cuenca y de talud.

Las calizas presentan microfacies de "wackestone" a "packstone" bioclásticas, con niveles ricos en oncolitos algales y texturas fenestrales. Estas características son propias de sedimentos asociados a plataformas carbonatadas someras. Estos depósitos se sitúan actualmente sobre afloramientos de unidades intermedias, o están muy próximos.

Las calcarenitas únicamente se localizan sobre la Unidad Olistostrómica; los afloramientos más representativos se encuentran en Cerro Buitreras y cerca de Villardompardo, en estos sólo se observan estratos masivos con laminaciones paralelas. La fauna asociada indica un medio de depósito somero.

Los conglomerados con cantos procedentes de las Zonas Externas, indican una posición adyacente a la costa, posiblemente a continuación de la plataforma carbonatada. Estarían presumiblemente asociados a una costa escarpada.

Los niveles detríticos de las facies turbidíticas presentan en la base de los estratos ocasionalmente canalizaciones y huellas de corrientes. Las estructuras de ordenamiento interno dominantes son las laminaciones y "ripples" de corriente (términos b y c, en el sentido de BOUMA, 1962); las estratificaciones gradadas son minoritarias debido a la generalizada homometría en el tamaño de grano. En líneas generales la secuencia deposicional es estrato y granodecreciente.

De acuerdo con las observaciones expuestas anteriormente, las facies presentes corresponden a la asociación de facies *D* y *E* de MUTTI y RICCI LUCCHI (1972) y WALKER (1967 y 1970). En ocasiones para tramos litológicos concretos, no superiores a 10 m, puede estar presente la asociación de facies *C*, aunque se puede establecer como asociación más común las *D* y *E*.

Las trazas orgánicas encontradas en estos sedimentos pueden ser indicadores paleobatimétricos, pero en este sentido no hay demasiado acuerdo con los diversos autores consultados. Así por ejemplo el hábitat de los cancelophycus y palaeodictyum puede variar, según el paleoclima, de pocos a miles de metros de profundidad. La bioturbación suele ser de escasa a inexistente.

La asociación de facies descrita es congruente con un contexto de abanico distal. Dado que no se reconocen en la zona de estudio y fuera de ella facies de abanico proximal ni medio, resulta difícil la reconstrucción de un sistema único de abanico submarino, como los descritos en la bibliografía. Si se tiene en cuenta la gran distribución areal de esta facies, hay que suponer de debería existir más de un sistema deposicional que distribuyera los aportes a la cuenca.

Las facies de arenas silíceas y margas descritas anteriormente, pasan gradualmente en la vertical a las facies de margas blancas, que además en otros puntos se superponen a las calizas, conglomerados y calcarenitas. Este cambio de facies en la vertical, también puede constatarse lateralmente, ya que en gran parte de la Hoja, se superponen las margas directamente a la Unidad Olistostrómica.

Estas facies de margas blancas aún contienen esporádicos niveles de materiales cuarzosos, algunos de ellos de marcado carácter turbidítico. Esto se interpreta como los últimos períodos de actividad de los sistemas turbidíticos, que dieron lugar a la facies de arenas silíceas y margas. En este mismo sentido apunta la presencia de abundante fauna resedimentada, con idénticas características, y presumiblemente de la misma procedencia que tenían las facies turbidíticas.

El predominio de margas blancas y la presencia de niveles diatomíticos, interpretados como material autóctono de la cuenca, sugiere que la misma ha dejado de recibir sustanciales cantidades de aportes terrígenos, para dar paso a una sedimentación margosa autóctona, que termina por cubrir las facies anteriormente descritas.

1.4.2.6. *Edad de la Unidad de Castro del Río*

Las dataciones se han efectuado sobre la fauna y flora existentes, es decir foraminíferos planctónicos y nannoplancton respectivamente.

En la primera fase de investigación del sector estudiado, han surgido numerosos problemas en cuanto a la datación precisa de esta Unidad. Dichos problemas aparecieron como consecuencia de la variabilidad de asociaciones faunísticas existentes, fundamentalmente en los episodios turbidíticos, que daban edades comprendidas entre el Cretácico inferior y el Mioceno inferior-medio.

Tras efectuar muestreos minuciosos, se observó que este intervalo de edad tan amplio estaba originado por acusados fenómenos de resedimentación. Resedimentación que ha provocado en numerosas ocasiones, que tanto en trabajos antiguos como recientes, se hayan producido asignaciones erróneas de edad para estos materiales.

Todas estas circunstancias probablemente hayan condicionado que esta Unidad se haya incluido dentro del Olistostroma de la Depresión del Guadalquivir. Sin embargo, los argumentos expuestos en esta memoria tanto de índole estratigráfica como paleontológica, todo ello unido a su clara diferenciación cartográfica, han permitido poder diferenciar estas dos unidades.

Los problemas de resedimentación no son únicamente exclusivos de las facies turbidíticas; experimentalmente se ha comprobado que las facies de margas blancas también participan de este fenómeno.

Los materiales de esta Unidad corresponden a edades Serravaliense medio-superior, determinados por:

- Nannoplancton: *Discoaster kugleri* (MARTINI y BRAMLETTE), *D. exilis* (MARTINI y BRAMLETTE), *D. bollii* (M. y B.), *Cyclococcolithus macintyreii* (BUKRY y BRAMLETTE), *Reticulofenestra pseudoumbilica* (GARTNER), *Cyclococcolithus leptoporus* (MURRAY y BLACKMANN, KAMPTNER), *Coccolithus miopelagicus* (BUKRY), *Coccolithus pelagicus* (WALLICH, SCHILLER), *Dictyococcites antarcticus* (HAQ.).
- Foraminíferos: *Globorotalia praemenardii* (CUSHMAN y STAINFORTH), *Orbulina universa* (D'ORBIGNY), *Globorotalia menardii* (PARKER, JONES y BRADY).

La edad más moderna detectada corresponde al Tortoniense inferior en función de:

- Nannoplancton: *Discoaster hamatus* (MARTINI y BRAMLETTE), *D. intercalaris* (BUKRY), *D. calcaris* (GARTNER), *D. bollii* (M. y B.), *D. challengerii* (BRAMLETTE y RIEDEL), *D. variabilis* (M. y B.), *D. brouweri* (TAN), *Reticulofenestra pseudoumbilica* (GARTNER).
- Foraminíferos: *Turborotalia acostaensis* (BLOW), *T. incompta* (CIFELLI), *T. pachyderma* (EHRENBERG), *T. continua* (BLOW), *Globorotalia menardii* (PARKER, JONES y BRADY).

Por tanto se estima, con los datos micropaleontológicos obtenidos que el intervalo de tiempo que representa la Unidad de Castro del Río, está comprendido entre el Serravaliense medio-superior y el Tortoniense inferior.

1.4.3. **Unidad de Porcuna** (36 y 37)

Los materiales incluidos en esta Unidad están escasamente representados en la Hoja, restringiéndose a dos afloramientos al Sur de Martos.

Se sitúa indistintamente sobre la Unidad Castro del Río o sobre sedimentos brechoides alóctonos asociados al cabalgamiento del Subbético. En hojas próximas se dispone sobre la Unidad Olistostrómica.

La litología dominante corresponde a unas margas de tonalidades ocres a amarillentas, grises en corte fresco, en las que son frecuentes las pasadas arenolimosas (36).

En determinados sectores, afloran en la base unas calcarenitas, con pasadas de calizas detríticas y de conglomerados (37).

La presencia de *Turborotalia humerosa* (TAKAYANAGI y SAITO), *T. acostaensis*, *Globigerinoides extremus* (BOLLI y BERMUDEZ) y *Globorotalia mediterranea* (CATALANO y SPROVIERI), sitúa la edad de la unidad en el intervalo Tortoniense superior-Messiniense.

La potencia máxima observada es de 70 m.

Estos materiales representan en la Hoja de Martos los últimos sedimentos marinos asociados a la Depresión del Guadalquivir.

1.4.4. **Formaciones detríticas** (38)

Están representadas por un conjunto de afloramientos aislados, localizados preferentemente en el cuadrante nororiental de la Hoja.

Se disponen en discordancia, indistintamente sobre unidades citadas en epígrafes anteriores. Su disposición suele ser tabular y normalmente se encuentran en zonas deprimidas. En un corte existente en la carretera que une Martos con Alcaudete, en las inmediaciones de la primera población, estos materiales están basculados y afectados por fracturas normales.

Litológicamente están constituidos por secuencias cíclicas de conglomerados con niveles de limos de tonalidades claras hacia la base y rosadas en el resto.

La naturaleza de los cantos es preferentemente calcárea, aunque también hay de calcarenitas, margocalizas, etc. Todos ellos pertenecen a series estratigráficas de las Zonas Externas.

Por la posición estratigráfica que ocupan son atribuidas al Pliocuatrnario. La base podría pertenecer al Mioceno superior; de hecho, en la Hoja de Jaén se han observado niveles margosos intercalados en los conglomerados, con fauna marina del Mioceno superior.

La potencia suele ser de una decena de metros en la mayor parte de los afloramientos. Cerca de Martos pueden superar 100 m de espesor.

1.5. CUATERNARIO (39 al 43)

Las formaciones cuaternarias no alcanzan un especial desarrollo en el ámbito de la Hoja. Las principales formas están asociadas a procesos fluviales.

1.5.1. Terrazas aluviales (39)

El continuado proceso de encajamiento de los cursos fluviales durante el Cuaternario y el régimen de funcionamiento que éstos presentan en la Hoja, han impedido la formación de terrazas aluviales extensas.

Los únicos niveles de aterrazamiento observados se sitúan en el Arroyo del Salado, al Este de Monte Lope Alvarez y Sur de Martos. Se han distinguido dos niveles colgados, a 60 y 20 m sobre los cursos actuales. En ambos casos corresponden a una litología de gravas, arenas y limos canalizados. Los cantos proceden en su totalidad de las Zonas Externas.

1.5.2. Glacis (Coluvial) (40)

Están escasamente desarrollados, circunscribiéndose a las inmediaciones de Martos.

Corresponden a unos sedimentos conglomeráticos de abundante matriz limo-arcillosa rojiza, cuya superficie suele estar tapizada por delgadas costras calcáreas.

1.5.3. Derrubios de ladera (41)

Se asocian principalmente a los fuertes relieves de Sierra La Grana.

Corresponden a cantos angulosos o subangulosos de naturaleza calcárea, que se encuentran embutidos en una matriz limo-arcillosa roja.

Esta matriz es más abundante en áreas distales, pudiendo pasar a glacis de inundación.

En los afloramientos situados en las laderas septentrionales de La Grana, estos depósitos se encuentran prácticamente sin matriz y presentan fuerte buzamiento original. Materiales similares a los aquí descritos suelen tener un origen crioclástico, al encontrarse por encima de la cota 900.

1.5.4. Fondos de valle (42)

En las áreas dominadas por materiales margosos y de suave morfología, donde la red fluvial no se ha encajado, los fondos de las vaguadas suelen estar ocupados por unas arcillas oscuras con cantos. Estos depósitos se originan por el desmantelamiento o erosión superficial de las margas circundantes, y su depósito se realiza por transporte en masa hasta las zonas más deprimidas.

En los sectores donde hay dificultades de drenaje, sobre estas arcillas se han desarrollado suelos hidromorfos.

1.5.5. Aluvial y relleno coluvial (43)

Constituyen los depósitos actuales ligados a los cursos fluviales (aluvial). Además aquellos otros que tapizan las partes bajas de las vertientes de los cursos poco encajados (coluvial).

Los aluviales tienen una litología de gravas, arenas y limos, mientras que los depósitos coluviales corresponden a cantos con arcillas.

La potencia de estos sedimentos no supera los 5-10 m.

2. TECTONICA

La Hoja de Martos se sitúa en el borde septentrional de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas y en parte de la Depresión del Guadalquivir. En ella se han registrado las deformaciones ligadas a la Orogenia Alpina, principalmente las que se produjeron en el Neógeno.

El hecho más notable que influye directamente en la estructuración de la Cordillera, ha sido el emplazamiento de las Zonas Internas. Comúnmente se admite, que el límite Norte de este emplazamiento corresponde con el accidente Cádiz-Alicante; este accidente está representado por una alineación de fracturas de salto en dirección (N 60° E y dextrorsa), con un desplazamiento conjunto de varios cientos de kilómetros.

La estructuración de las Zonas Externas parece estar controlada por el emplazamiento de las Zonas Internas, y se manifiesta en una aloctonía generalizada, de acuerdo con las observaciones realizadas sobre su arquitectura estructural.

Esta aloctonía parece estar condicionada por dos niveles de despegue, que por su gran plasticidad, actúan como lubricantes en el movimiento; dichos niveles corresponden a las arcillas del Triás, para el muro (floor thrust), y las margas del Cretácico, para el techo (roof thrust). Estos desplazamientos producen una deformación y una fragmentación de las diversas unidades que componen las Zonas Externas.

Dentro de la Hoja de Martos, la estructura de los diversos afloramientos se puede asimilar a la de bloques separados por fallas de gran ángulo. Estos bloques están relacionados con materiales brechoides, constituidos en su mayor parte por rocas de edad triásica y otras más modernas.

La unidad brechoide (Unidad Olistostrómica), se ha formado por procesos gravitacionales genéticamente ligados a fenómenos tectónicos (Unidad tectosedimentaria). Esta tectónica en su mayor parte se debe a movimientos transcurrentes que han producido, en las Zonas Externas, una compartimentación en grandes bloques. Dichos bloques han conservado en gran medida su arquitectura estratigráfica que es la que se conoce en la actualidad.

Según la mayor parte de la bibliografía consultada, no hubo grandes discontinuidades en la sedimentación de las Zonas Externas entre el Triás y el Burdigaliense inferior. Las discordancias sólo tendrían carácter local o sectorial, como así se infiere de algunas series que presentan una secuencia estratigráfica ininterrumpida desde el Triás hasta el Burdigaliense inferior.

En el Burdigaliense superior emergen los Dominios Subbético y Prebético, según se deduce de las observaciones de VAN COUVERING, porque hace 18 m.a. mamíferos pequeños migraron de África a Europa y por Hsü *et al.* (ambas referencias en HERMES, 1985), que abogan por la unión de África y Europa en el Burdigaliense. Esto produjo un levantamiento generalizado de las Zonas Externas.

HERMES (1985) indica que a partir del Mioceno medio, la sedimentación se localiza en cuencas de morfología alargada, según dirección N 60°-80° E. El relleno de estas cuencas comienza con depósitos de tipo gravitacional, muy potentes, que engloban olistolitos de gran tamaño. Estos depósitos pasan a turbiditas, que acaban por desaparecer y ser reemplazadas por una secuencia margosa que se someriza.

Como ejemplo de este tipo de sedimentación, se citan las cuencas del Río Maíz (HERMES, 1985), y la de Moratalla (HOEDEMAEKER, 1973), las cuales se ubican en Zonas Externas, y su origen se interpreta ligado a una tectónica de desgarre.

Las secuencias descritas en estas cuencas coinciden en gran medida con las observadas en la Depresión del Guadalquivir, dentro del ámbito de la Hoja de Martos.

Circunscribiéndonos a esta Hoja según las dataciones de los materiales implicados en los diversos accidentes tectónicos detectados, se puede indicar que la estructuración de este sector de la Cordillera es polifásica. Se han localizado dos fases principales, una en el Mioceno medio y otra en el superior, y más concretamente en el Langhiense superior-Serravallense inferior, y en el Tortoniense.

Al impulso tectónico del Langhiense superior-Serravallense inferior, se le asocia la mayor parte de la configuración actual de la Hoja, como es el cabalgamiento del Subbético Externo sobre Unidades Intermedias, el desenraizamiento de éstas y la formación de importantes acumulaciones olistostrómicas (Unidad Olistostrómica).

El cabalgamiento del Subbético presenta en su superficie basal retazos de material brechoide, de componente esencialmente triásica.

En la Hoja de Jaén se ha deducido que este cabalgamiento se realizó en el Mioceno medio, al tiempo que se formaba la Unidad Olistostrómica, con dirección N60°E y sentido de desplazamiento al Suroeste.

En el contacto entre el bloque Subbético más Unidades Intermedias con los sedimentos de la Depresión del Guadalquivir, se encuentra una serie de afloramientos prebéticos, que tradicionalmente han sido considerados como "ventanas tectónicas", al suponer que se extendían hacia el Norte bajo los materiales neógenos y hacia el Sur, bajo un cabalgamiento de Unidades Intermedias.

En nuestra opinión estos afloramientos serían grandes bloques que estarían encajados en el conjunto olistostrómico. A esta conclusión se ha llegado tras reconocer los tipos de contactos de estos afloramientos prebéticos con los materiales olistostrómicos y deducir que los solapamientos de las Unidades Intermedias sobre ellos no deben ser de mucha entidad. También se ha observado en la superficie que los limita, una rampa cabalgada (*footwall ramp*), en la vecina Hoja de Jaén, que representa la zona de inicio de un cabalgamiento.

El accidente que separa dos Dominios paleogeográficos tan distintos debe corresponder a un desgarre.

En definitiva, se puede considerar a la Unidad Olistostrómica en este sector como un depósito asociado a una rampa lateral del edificio tectónico, formado en el Mioceno medio, el cual se desplazó en sentido Suroeste y produjo cabalgamientos en sus sectores frontales.

En el Mioceno superior (intra-Tortonense) se registra otra importante etapa tectónica, con una componente en la dirección de esfuerzos hacia el Norte.

En la Hoja de Martos la mayor parte del edificio estructurado en la fase anterior (bloque de Unidades Intermedias + Subbético), se traslada solidariamente y se superpone al conjunto olistostrómico (incluido el Prebético), produciéndose su plegamiento de directriz Este-Oeste.

Los elementos de la Unidad Olistostrómica también se pliegan y deforman según esta misma dirección, produciendo estructuras apretadas en algunos puntos del afloramiento prebético. Hacia el Norte, ya en la Hoja de Porcuna, los afloramientos de la Unidad Castro del Río prácticamente están horizontales.

En Jabalcuz también se observa una morfología de *flats* (paralelismo de capas), en la superficie de cabalgamiento que lo separa del Prebético. Esta superficie está bastante verticalizada por las deformaciones adquiridas al estructurarse el afloramiento infrayacente.

Los sedimentos depositados con posterioridad a esta etapa tectónica, se pueden considerar como postorogénicos, pero aún es posible distinguir actividad tectónica de edad Plioceno, posiblemente inferior, que produce un marcado basculamiento del afloramiento pliocuaternario próximo a Martos. En Mengibar esta etapa se ha establecido de carácter compresivo.

Todas estas etapas tectónicas tienen asociados uno o varios sistemas conjugados de fracturas normales, algunas de las cuales han podido reactivarse en el tiempo. Las más frecuentes tienen dirección N30°E, N60°-80°E y N150°E.

3. GEOMORFOLOGIA

Se realiza una explicación fisiográfica de la Hoja 946 correspondiente a Martos. Al mismo tiempo se describen los distintos sistemas morfogenéticos que configuran la morfología actual del relieve. Estos sistemas son los siguientes: Formas estructurales, Morfología fluvial y torrencial y Morfología de vertientes.

El estudio geomorfológico se ha realizado sobre base 1:50.000, en ella se han señalado las formas y procesos más representativos, porque el plano que se adjunta en esta memoria está reducido a E. 1:100.000.

3.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA

La Hoja de Martos se caracteriza por presentar una morfología de relieves variados, donde contrastan las formas suaves y alomadas en los dos tercios occidentales de la misma, con los relieves accidentados de las sierras que ocupan el tercio oriental. En el primer caso los materiales que dominan son de litología margosa y en el segundo, fundamentalmente dominan los elementos calcáreos. El relieve máximo en la parte occidental no supera los 600 m, mientras que en la parte oriental se superan los 1.200 m.

Esta Hoja tiene seis núcleos de población, tres de ellos muy importantes, que son: Martos, Torredonjimeno, Torre del Campo, Jamilena, Santiago e Higuera de Calatrava. Además hay varias aldeas que dependen de estos municipios.

Las comunicaciones en general son buenas y abundantes, dado el gran número de núcleos urbanos existentes. Al mismo tiempo existe gran cantidad de caminos utilizables para la recolección de la aceituna; hay que reseñar que Martos es el término municipal que produce más aceite del mundo.

La red hidrográfica, de igual manera que el tipo de relieve, está condicionada por la naturaleza del substrato sobre la que se asienta. Esto determina la densidad y grado de encajamiento de los cauces. En la parte occidental de la Hoja los barrancos que se originan son amplios, poco desarrollados y con caudal generalmente periódico. En cambio en el tercio oriental de la misma los arroyos están encajados y suelen tener caudales continuos durante toda la ronda solar.

Los arroyos más importantes que presentan un caudal continuo, nacen en la Sierra de La Grana al ESE de Martos; son el Arroyo Eliche y el Arroyo del Salado. El primero vierte sus aguas a la cuenca del Río Guadalbullón en la vecina Hoja de Jaén, mientras que el segundo va a desembocar directamente al Río Guadalquivir en las inmediaciones de Villa del Río (Córdoba).

Existen varias zonas endorreicas en el tercio occidental de la Hoja y en algunas de ellas persisten lagunas durante la casi totalidad del año, como es la Charca del Hiruelo, 9 km al Este Santiago de Calatrava. Normalmente estas zonas endorreicas se desarrollan donde la

presencia de materiales salinos es grande, y los procesos de disolución son importantes de manera que se crean zonas deprimidas de escaso o nulo drenaje.

La actividad canteril está muy desarrollada en esta Hoja, y lo es en relación con la extracción de calizas y yesos con fines de obtener cemento Portland. Existe una industria de fabricación de cemento situada en Torredonjimeno.

3.2. FORMAS ESTRUCTURALES

En la Hoja de Martos se han diferenciado seis tipos de formas estructurales, la aparición de la mayoría de ellas tiene un control litológico.

Desde el punto de vista geológico los materiales pueden agruparse en cuatro unidades litoestratigráficas, que van a tener un modelado estructural diferente.

En la Unidad Jurásica fundamentalmente calcárea, resistente a la erosión frente a materiales margosos, las formas estructurales que predominan son: los escarpes, espolones y barras rocosas; las dos últimas formas serán muy predominantes si el jurásico en cuestión presenta mayor proporción de materiales margosos y los elementos calizos están más o menos buzantes.

En la Unidad Cretácica, cuya litología está formada por una serie rítmica de margas y areniscas, las formas estructurales más comunes son los escarpes y las barras rocosas. Los primeros se generan cuando generalmente los estratos de areniscas están subhorizontales y la erosión ha dejado un escalón importante. Los segundos se han producido a partir de estratos subverticales de areniscas.

La Unidad de Castro del Río únicamente desarrolla algunas barras rocosas debido a la presencia de niveles de areniscas intercaladas. Sólo en un punto, en el centro de la Hoja, esta Unidad forma un escarpe con una pequeña superficie estructural asociada y próxima al contacto con la unidad subyacente.

3.3. MORFOLOGÍA FLUVIAL Y TORRENCIAL

La morfología fluvial de la Hoja está condicionada de una parte por los relieves situados en el cuadrante suroriental de la misma, y de otra por la presencia de materiales margosos-salinos en el resto.

La presencia de acuíferos de consideración en la Sierra de La Grana, sobre materiales calizos, es fundamental en el desarrollo fluvial de la zona. En este sentido los tres cursos fluviales con caudal permanente parten de la mencionada Sierra. Los arroyos Salado y Arjona, discurren sobre materiales margoso-salinos, elaborando una red hidrográfica con fondo plano o en cuna. En ocasiones se aprecian algunos fondos en V o acarcavados, debido a la incisión de algunos arroyos de formación reciente.

El Arroyo Salado en su transcurso por la Hoja forma dos niveles de aterrazamiento. La terraza alta, actualmente muy degradada, está representada por dos retazos pequeños. Uno situado en las cercanías del Cortijo de Mediapinilla (5 km al E de Monte Lope Alvarez); el otro 4 km al Sur de Martos. La terraza baja adquiere gran extensión en las inmediaciones de Higuera de Calatrava. Ambas terrazas están constituidas por clastos procedentes de los relieves subbéticos.

El Arroyo Eliche, fuertemente encajado al Sur de la Sierra de La Grana, vierte sus aguas al Río Guadalbullón en la vecina Hoja de Jaén.

Finalmente señalar, que sobre la red fluvial, instalada en los materiales margoso-salinos, y desarrollada con fondos planos por lo general, existen a veces depósitos coluviales. Estos depósitos se originan por el desmantelamiento o erosión superficial de los materiales margosos circundantes, a partir de tormentas, que los transportan en masa hasta las zonas más deprimidas. En aquellas zonas que han quedado peneplanizadas y la acción fluvial a penas tiene incidencia, se produce la formación de suelos hidromorfos, que son especialmente aptos y están actualmente utilizados en las tareas agrícolas.

3.4. MORFOLOGIA DE VERTIENTES

Dentro de este sistema morfogenético existen dos unidades morfogenéticas diferentes. Por un lado están los glacis y derrubios de ladera y por otro los deslizamientos de ladera de bloques o masas de rocas y los flujos de barro.

Los glacis tienden a equilibrar las pendientes que se generan por la acción de la red fluvial, por tanto su ubicación está asociada a la implantación de dicha red. La génesis de los mismos, en la Hoja de estudio, viene condicionada principalmente por procesos de soliflucción, que se desarrollan sobre materiales margosos de extremada plasticidad.

Los derrubios de ladera se asocian a escarpes producidos por los cursos fluviales o por otros procesos. Su litología es de cantos angulosos a subangulosos, embebidos en una matriz limo-arcillosa. Hacia las partes más distales de estos cuerpos, se puede pasar a glacis de inundación. Estos materiales están bien representados geomorfológicamente, en la parte oriental de la Hoja.

Los deslizamientos con flujo de barro asociado, se dan preferentemente cuando la naturaleza litológica del material que se desliza es margosa y tiene gran plasticidad. Hay buenos ejemplos en la parte oriental de la Hoja, principalmente originados por el gran relieve existente y la presencia casi constante de un nivel piezométrico que mantiene la plasticidad en su grado más elevado.

Los deslizamientos de masas de rocas son relativamente escasos, aunque pueden apreciarse siempre ligados a los materiales margoso-salinos, en la parte nororiental de la Hoja.

Los procesos de deslizamiento, especialmente los desprendimientos de masas de rocas, son tendentes a establecer un equilibrio en el relieve. Normalmente estos procesos se originan, como consecuencia de la relativa bajada del nivel de base de los cursos fluviales.

4. HISTORIA GEOLOGICA

La evolución geológica en este sector de la Cordillera se establece a partir del Triás. En esta edad imperan unas condiciones de sedimentación predominantemente continentales (fluvial o fluvial o deltaica), con episodios marinos en los que se depositaron carbonatos en facies de plataforma somera. También destacan episodios evaporíticos, que dieron lugar a la formación de importantes masas de yeso.

Con el inicio del Jurásico en todo el ámbito del Mediterráneo occidental, se instauró una plataforma carbonatada, en la que predominaron, al menos en el sector estudiado, facies mareales. Este ambiente deposicional se muestra muy estable hasta el Carixiense, en el que se produce su fragmentación, y la emersión temporal de determinados bloques, con procesos de carstificación asociados.

Del Carixiense medio al Domeriense inferior la tasa de sedimentación es muy pequeña, estando muy generalizados en toda la cuenca los niveles de condensación y los hiatos sedimentarios. Estos últimos quedan representados por *hard ground*.

A partir de esta edad se produce una progresiva transgresión, que se traduce por el depósito de carbonatos en un medio abierto de baja energía, llegando a acumularse potencias superiores a 1.000 metros (caso de Jabalcuz). En áreas más externas de la cuenca (Subbético), hacia los niveles de techo se pasa a una sedimentación hemipelágica.

Ya en el Dogger (Bajociense), se produce una cierta disminución de la velocidad de sedimentación, con el depósito de niveles nodulosos condensados. A continuación se vuelve a instalar una plataforma somera de morfología irregular, en la que se distinguen sectores energéticos. En éstos se producen y acumulan complejos oolíticos. En otros sectores más protegidos, se depositan carbonatos en facies de baja energía y se llegan a sedimentar oolitos procedentes de los sectores anteriores.

En el Malm se instaura un talud, donde se depositan turbiditas carbonatadas en las Unidades Intermedias, y calizas nodulosas y brechas en el Subbético. Este episodio representa el comienzo de la sedimentación pelágica en estos dominios paleogeográficos.

Para el Cretácico podemos seguir la historia geológica en dos áreas paleogeográficas distintas representada por el Prebético, de un lado, y de otro por las Unidades Intermedias y el Subbético.

Para los afloramientos prebéticos de la Hoja de Martos, durante el Cretácico Inferior imperaron unas condiciones alternantes entre pelágicas y neríticas. Se depositaron margas y margocalizas con intercalaciones de episodios carbonatados.

Con el paso al Cenomaniense, la cuenca se homogeneiza y se instaura una extensa plataforma carbonatada somera, con algunas pasadas pelágicas. La serie del arroyo del Reguchillo

representaría el tránsito de esta plataforma carbonatada a la deposición de cuenca por medio de las facies de talud.

En las Unidades Intermedias, igual que en la totalidad del Dominio Subbético, el Cretácico comienza en facies hemipelágicas, llegando a acumularse un importante espesor de sedimentos.

En el Barremiense la subsidencia es favorecida por la acción de fracturas normales, que son utilizadas por materiales plásticos triásicos para extruir hasta la superficie; a la vez, se producen taludes y escarpes pronunciados, cuya desmantelación gravitacional da lugar a vertidos olistostrómicos.

El surco creado comienza a rellenarse rápidamente con una potente secuencia turbidítica de características distales, asociadas a un sistema de abanicos submarinos coalescentes. Estas turbiditas muy posiblemente estaban conectadas, en mayor o menor grado, con un episodio detrítico de influencia continental (facies weald), localizado en gran parte del Dominio Prebético. En los afloramientos prebéticos de la Hoja, este episodio no se ha localizado.

La mayor parte de los sedimentos del Cretácico superior, Paleógeno y Mioceno inferior, han sido erosionados, si bien a partir de datos regionales se puede indicar que en esta época imperaron condiciones pelágicas de un modo generalizado.

A continuación, se origina una acusada tectónica de fractura de salto en dirección, como consecuencia de la colisión de las Zonas Internas con las Zonas Externas (v.g. accidente Cádiz-Alicante); este fenómeno ocasiona un levantamiento generalizado de la Cordillera. Levantamiento que debió generar un conjunto de fosas donde se desarrollaron las cuencas de sedimentación.

Estas cuencas sedimentarias fueron asiento, durante el Langhiense superior-Serravalliense inferior (quizás medio), de importantes cantidades de materiales, que se depositaron mediante procesos gravitacionales (Unidad Olistostrómica). La tectónica de desgarre condiciona, en gran medida, la naturaleza litológica del Olistostroma, constituido fundamentalmente por arcillas y margas de edades triásicas, cretácicas y terciarias, que corresponden a los materiales de mayor plasticidad; las series afectadas con litologías más competentes (Jurásico, Cretácico en facies carbonatadas, etc.), originan depósitos que se denominan olistolitos, donde es común observar la estructura original de la serie.

Asociadas a estas cuencas sedimentarias, debieron existir áreas emergidas, que están representadas, al menos en parte, por el mosaico de bloques de edades Mesozoico y Terciario, que se observa en la actualidad, y que pertenecen a diversos dominios de las Zonas Externas.

En una etapa posterior, y para el intervalo Serravalliense medio-superior a Tortoniense inferior, la actividad tectónica pasa por un período de relativa calma. Las cuencas generadas anteriormente y parcialmente cubiertas de materiales olistostrómicos, se van rellenando paulatinamente de sedimentos, los cuales muestran, en este segmento de la Cordillera, una

considerable variabilidad de facies, controladas en gran medida por la morfología del fondo de la cuenca.

Así, en zonas algo más profundas se depositan secuencias turbidíticas, que lateralmente y en la vertical pasan a margas. En las zonas de menor profundidad, tiene lugar el depósito de sedimentos carbonatados (calizas de algas y calcarenitas), que deben representar facies asociadas a una plataforma somera o a zonas de altos fondos de la cuenca.

Después del Tortonense inferior se produce una nueva etapa tectónica, con el desarrollo de cuencas marinas, en algunos casos controladas por fenómenos de desgarre. Ejemplos de estas cuencas se tienen, de Sur a Norte, en las Zonas Internas (Corredor de la Alpujarra, RODRIGUEZ FERNANDEZ *et al.*, 1988), entre las Zonas Internas y las Externas (Cuenca de Granada, RODRIGUEZ FERNANDEZ *et al.*, en prensa) y en las Zonas Externas (Cuenca de Socovos, Murcia-Albacete, ESTEVEZ *et al.*, 1986).

En esta parte de la Cordillera la actividad tectónica se manifiesta por una compresión de componente Norte, que hace cabalgar gran parte de los afloramientos (bloques) mesozoicos y terciarios, pertenecientes a las Zonas Externas. De esta manera, actualmente se observa una distribución geográfica irregular de estos "bloques", con respecto a su ubicación paleogeográfica inicial. Distribución que queda reflejada, cartográficamente, por la superposición de series que pertenecen a dominios paleogeográficos diferentes.

Esta etapa tectónica produce, simultáneamente con los fenómenos citados anteriormente, que se forme un surco subsidente al Norte, sobre el que se asientan sedimentos constituidos por margas gris-azuladas y areniscas calcáreas. Estos depósitos, constituyen el relleno final de la Depresión del Guadalquivir.

En el Mioceno terminal hay un levantamiento generalizado de las Zonas Externas, que determina la definitiva retirada del mar y al que se asocian facies de abanicos aluviales, producto de la erosión de los relieves creados.

Este régimen deposicional continuó hasta el Pleistoceno, en el que se registra un importante descenso del nivel de base erosivo, proceso que continua en la actualidad, con el encajamiento de la red fluvial.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA

La actividad minera en la Hoja de Martos apenas si está representada. Los únicos indicios conocidos corresponden a sales, relacionadas con las masas evaporíticas incluidas en la Unidad Olistostrómica.

Estas sustancias se explotan mediante varias salinas, de poca extensión superficial, que utilizan el agua de determinados manantiales.

5.2. CANTERAS

Las canteras localizadas en la Hoja extraen materias primas para la construcción (áridos, yesos) así como para alimentar la industria cementera situada en Torredonjimeno.

Las canteras de áridos se suelen situar sobre masas dolomíticas, del Subbético o de las incluidas en la Unidad Olistostrómica, ya que la intensa fracturación que éstas presentan facilitan las labores de arranque y machaqueo. Otras canteras se sitúan sobre las barras de calizas del Mioceno medio aflorante, al Noroeste de Martos.

El yeso también ha sido explotado mediante un buen número de canteras, si bien son pocas las que han alcanzado cierta envergadura. En la actualidad sólo hay actividad continuada en un par de ellas, estando el resto abandonadas, o con actividad temporal.

Al Suroeste de Jamilena se sitúa la cantera que abastece la fábrica de cementos de Torredonjimeno, la cual utiliza como materia prima unas calizas algo margosas tableadas, del Lías Superior, pertenecientes a las Unidades Intermedias.

En la actualidad la cantera presenta un frente de más de 50 m de altura y 300 m de corrida.

5.3. HIDROGEOLOGIA

De las formaciones localizadas en la Hoja de Martos, las únicas que se comportan como permeables, y con posibilidad de constituir acuíferos, son los carbonatos el Subbético, Unidades Intermedias y Mioceno medio y los sedimentos detríticos neógenos y cuaternarios.

De ellos, sólo presentan afloramientos, lo suficientemente extensos como para tener cierto interés hidrogeológico, las calizas y dolomías del Lías inferior y Dogger de Sierra La Grana-Jabalruz y las calizas prebéticas del E de Torre del Campo.

En ambos casos, corresponden con los acuíferos que se extienden hacia el Este, por la Hoja de Jaén.

En la literatura hidrogeológica, estos conjuntos permeables son conocidos como sistemas hidrogeológicos de Jabalcuz y del Prebético de Jaén.

En el primero se han descrito dos acuíferos con funcionamiento hidráulico independiente. Se corresponden con el tramo basal calizo-dolomítico, y con las calizas oolíticas del Dogger, con unos recursos conjuntos próximos a 2,5 Hm³/año. El primero forma una estrecha alineación de reducida extensión superficial, en cuyo extremo oriental, en la Hoja de Jaén, se sitúa surgencia a la cota 720 m, y con un caudal medio próximo a 30 l/seg. El acuífero es explotado por un único sondeo, que se utiliza para el abastecimiento a Torre del Campo, el cual presenta el nivel piezométrico próximo a la cota 800.

Las calizas del Dogger alcanzan una extensión de 5 km² y presentan sus menores cotas cerca de Martos, donde se sitúa el manantial La Maleza, principal surgencia del conjunto. En sus inmediaciones se sitúa un sondeo, destinado al abastecimiento de Martos.

En el Prebético de Jaén se distinguen dos acuíferos, de los que en esta Hoja sólo se localiza el septentrional, denominado Castilla-La Imora. Su extensión se aproxima a 7 km² y sus puntos de drenaje naturales se sitúan en el casco urbano de Jaén.

Sus recursos hídricos se estiman en 2 Hm³, que se captan en la actualidad por una serie de perforaciones que abastecen a Jaén, Torre del Campo y una serie de industrias.

6. BIBLIOGRAFIA

- ABBATE, E.; BORTOLOTTI, V. y PASSERINI, P. (1970): Olistostromes and olistoliths. *Sedimentary Geology*. H. Pag. 521-527.
- AZEMA, J.; FOUCAULT, A.; FOUCARDE, E.; GARCIA-HERNANDEZ, M.; GONZALEZ DONOSO, J.M.; LINARES, A.; LINARES, D.; LOPEZ-GARRIDO, A.L.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1979): Las microfácies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. *Secr. Public. Univ. de Granada*. 83 pp.
- BAENA, J. y JEREZ, L. (1982): "Síntesis para un ensayo paleogeográfico entre la Meseta y la Zona Bética (s. str)". *Col. Informe. IGME*.
- BOUMA, A.M. (1962): Sedimentology of some flysch deposits (A. graphic approach to facies interpretation). *Elsevier publishing company*, Amsterdam/New York, 1962.
- BOURGOIS, J. (1975): "Présence de brèches d'origine sédimentaire à éléments de Crétacé au sein du Triás germano-andalou. Hypothèses sur la signification". *Bull. Soc. Géol. France* (71 XVII, p. 1095-1100).
- BOURGOIS, J. (1978): La transversale de Ronde. Données géologiques pour una modèle d'évolution a l'arc de Gibraltar. *Tesis Doct. Univ. Besançon*. (Inédita).
- BUSNARDO, R. (1960-62): "Regards sur la géologie de la région de Jaén (Andalousie)". Livre a la Mem. du Prof. Fallot. *Soc. Geol. France*. Pag. 189-198.
- BUSNARDO, R. (1975): "Prébétique et Subbétique de Jaén à Lucena (Andalousie). Introduction et Trias. *Doc. Lab. Geol. Fac. Sci.* n° 65, 184 p.
- BUSNARDO, R. (1979): "Prébétique et Subbétique de Jaén a Lucena (Andalousie)". *Le Lias Doc. Lab. Geol. Fac. Sci. Lyon*, n° 74, 140 p.
- CALDERON Y ARANA, S. (1890): "Edad geológica de los terrenos de Morón de la Frontera". *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, XVII, p. 235-239, 1 fig.
- CASTELLO, R. y PIGNATELLI, R. (1975): Mapa y Memoria explicativa de la Hoja n° 17-37 (924), Bujalance. *MAGNA-IGME*.
- CHAUVE, P. (1968): Etude géologique du Nord de la province de Cadix. *Mem. Inst. Geol. y Min. de España*, t. LXIX. 377 p., 1 corte.
- COMAS, M.C.; RUIZ-ORTIZ, P.A. y VERA, J.A. (1982): "El Cretácico de las Unidades Intermedias y Zona Subbética". En: *El Cretácico en España*, Univ. Complutense de Madrid, pág. 570-603.

- CRESPO, A. (1978): Mapa y Memoria explicativa de la Hoja nº 14-40 (986), Fuentes de Andalucía. *MAGNA-IGME*.
- CRUZ-SANJULIAN, J. (1974): Estudio geológico del sector Cañete la Real-Teba-Osuna. *Tesis Doct. Univ. Granada*, 431 p.
- DIDON, J. (1969): Etude géologique du Campo de Gibraltar. (Espagne méridionale). *Thèse Paris*. 539 pg., 124 fig. 3 lam. 1 plano.
- DOUVILLE, R. (1906): Sur les Alpes Subbétiques au Sud du Guadalquivir. *Bol. R. Acad. Esp. Hist. Nat.* V-VI; p. 122-125. Madrid.
- DUPLAND, L.; GUIGNARD, J. y FORTIN, L. (1965): "Etude géologique des permis de la région de Cordoue (La Rambla-Montilla-Castro del Río-Lucena)". SNPA para ENPASA. 27 pp. IGME. Madrid.
- DUPUY DE LOME, E. (1965): "El concepto de olistostroma y su aplicación a la geología del Subbético". *Bol. IGME*. LXXXVI, pp. 23-74.
- ESTEVEZ, A.; LOPEZ-GARRIDO, A.C. y RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1986): Sedimentación neógena y tectofacies asociadas a la acción de fallas de salto en dirección. Ejemplo del accidente de Socovos (Zona Prebética. Provincias de Albacete y Murcia). *XI Congreso Español de Sedimentología*. Barcelona 15 a 18 de Sept. de 1986.
- ESTEVEZ, A.; RODRIGUEZ FERNANDEZ, J.; SANZ DE GALDEANO, C. y VERA, J.A. (1982): Evidencia de una fase compresiva de edad Tortoniense en el sector central de las Cordilleras Béticas. *Estudios Geológ.* 38, 55-60.
- FALLOT, P. (1945): Estudios Geológicos de la zona subbética entre Alicante y el río Guadiana Menor. *Mem. Invest. Lucas Mallada*. C.S.I.C. p. 719. Madrid.
- FALLOT, P. (1948): Les Cordillères Bétiques. *Est. Geolo.* nº 8; p. 83-172; 12 fig.; 3 lam. Madrid.
- FENOLL, P. y GARCIA ROSSELL, L. (1975): Las mineralizaciones de hierro tipo "ocres rojos" en la localidad de Garcéz (Jaén), España. *Rend. Soc. Ital. Min. Petr.* Vol. XXX (2), pág. 597-610.
- FOUCAULT, A. (1971): Etude géologique des environs des sources du Guadalquivir (Provinces de Jaën et de Grenade, Espagne meridionale). *Thèse, Paris*.
- GARCIA HERNANDEZ, M.; LOPEZ GARRIDO, A.C.; RUIZ ORTIZ, P. y VERA, J.A. (1982): Turbiditas carbonatadas del Cretácico inferior en el arroyo Bercho. Prebético de Jaén: Interpretación genética e implicaciones paleogeográficas. *Cuad. Geol. Iber.*, 8, pág. 433-447.

- GARCIA HERNANDEZ, M.; LUPIANI, E. y VERA, J.A. (1986): La sedimentación liásica en el sector central del Subbético medio: Una clave para la interpretación de la evolución de un rift intracontinental. *Acta Geol. Hisp.* (en prensa).
- GARCIA ROSSELL, L. (1973): Estudio geológico de la transversal Ubeda-Huelma y sectores adyacentes. Cordilleras Béticas (Provincia de Jaén). *Tesis Doct. Univ. de Granada*. 550 p. (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. Ibér.* Vol. 2, pp. 55-90.
- GONZALEZ DONOSO, J.M.; LINARES, D.; MARTIN ALGARRA, A.; MOLINA, E. y SERRANO, F. (1985): Sobre la edad y significado tectonosedimentario de la formación del Pantano de Andrade (Cordillera Bética, prov. de Málaga). *Bol. Real. Soc. Esp. Histo. Nat.*
- GUIGON, J.C. y BUSNARDO, R. (1972): Significación de una "Klippe" sedimentaria: La Peña de Martos (prov. de Jaén). *Comunicación presentada a la VI reunión del Grupo Español de Sedimentología*. Granada.
- HERMES, J.J. (1985): Algunos aspectos de la estructura de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas, España Meridional). *Estudios Geol.* 41, 157-176.
- HOEDEMAEKER, P.J. (1973): Olistostromes and other delapsional deposits, and their occurrence in the region of Moratalla (Province de Murcia; Spain). *Scripta Geol.* 19, Amsterdam.
- IGME (1987): Contribución de la Exploración Petrolífera al conocimiento de la Geología de España. *IGME*. Ríos Rosas.
- JEREZ, F. (1979): "Contribución a una síntesis de las Cordilleras Béticas". *Bol. Geol. y Min.* T. 90, Fac. 6.
- JEREZ, F. (1981): "Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas". *Bol. Geol. y Min.* T. XCII-I, pp. 1-18.
- LHENAF, R. (1981): "Recherches Géomorphologiques sur les Cordillères Bétiques Centro-occidentales (Espagne)". *Thèse. Uni. de Lille III*, 2 t. 713 pp.
- LEYVA, F. (1973): Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 16-38 (944). Espejo *MAGNA*. *IGME*.
- LEYVA, F. (1977): Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 15-40 (987), El Rubio. *MAGNA*. *IGME*.
- LUPIANI, E.; ROLDAN, F.J. y GARCIA CORTES, A. (1988): Nuevos datos sobre la estratigrafía y estructura del afloramiento prebético de Jaén. *II Congreso. Geol. Esp.* Vol. 1, pág. 119-122.

- MALDONADO, A. y RUIZ-ORTIZ, P.A. (1982): "Modelos de sedimentación turbidítica antiguos y modernos: La Formación Cerrajón (Cretácico inferior; Cordilleras Béticas) y los abanicos submarinos del Mediterráneo Noroccidental. *Cuad. Geol. Ibérica*. T. 8, 8: 499-525.
- MARIN, J.M. (1988): Sedimentación detrítica en el borde Norte de la Depresión del Guadalquivir (sector Villanueva de la Reina, Prov. de Jaén). *II Congreso Geológico de España*. Vol. 1, pág. 123-126.
- MARTIN ALGARRA (1987): Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética. *Tesis Doctoral*. Univ. de Granada. 2 volúmenes. 1171 pág.
- MARTINEZ DEL OLMO, W.; GARCIA MALLO, J.; LERET, G.; SERRANO, A. y SUAREZ, J. (1984): Modelo tectosedimentario del bajo Guadalquivir. *I. Congreso Geológico de España*. T-1 pág. 199-212.
- MARTINEZ DEL OLMO, W.; LERET, G. y MEGIAS, A.G. (1982): El límite de la plataforma carbonatada del Cretácico Superior en la Zona Prebética. *Cuad. Geol. Ibérica*. T. 8: 597-614.
- MEGIAS, A.G. (1982): La evolución del Mar de Albarán y Cadenas Bético-Maghrébides durante el Neógeno. *5º Cong. Latinoamericano de Geol. Buenos Aires*.
- MOLINA CAMARA, J.M. (1987): Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo (Provincia de Córdoba y Sur de Jaén). *Tesis Doct. Univ. Granada*.
- MUTTI, E. y RICCI LUCCHI, R. (1972): Le torbiditi dell'Appenino settentrionali: introduzione all'analisi di facies. *Mem. Soc. Geol. Ital.* 11 pág. 161-199.
- OKADA, H. y BUKRY, D. (1980): Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (BUKRY, 1973; 1975). *Marine Micropaleontology*. Vol. 5, pag. 321 a 325.
- PERCONIG, E. (1960-1962): Sur la constitution géologique de L'Andalousie occidentale, en particulier du bassin du Guadalquivir. (Espagne meridionale). *In livre à la mémoire du Prof. P. Fallot. mem h-série, S.G.F.* t. 1 p. 229-256.
- PERCONIG, E. (1964): La tectónica del Mioceno de la Cuenca del Guadalquivir (España meridional). *Inst. Lucas Mallada. C.S.I.C. Cursillos y conferencias*. IX pág. 271-273.
- PERCONIG, E. y MARTINEZ, C. (1977): Perspectivas petrolíferas de Andalucía Occidental. *Bol. Geol. Min. de España*. T-88-V (417-433).
- PEYRE, Y. (1974): Géologie d'Antequera et de sa région (cordillères bétiques, Espagne). *Thèse Paris*.
- PIGNATELLI, R.; CRESPO, A. (1975): "Memoria y Hoja geológica a escala 1:50.000 de Ecija nº 965. *Plan Magna 2ª Serie, IGME*. Madrid.

- PORTERO, J.M. y ALVARO, M. (1984): La Depresión del Guadalquivir, cuenca de antepais durante el Neógeno: génesis, evolución y relleno final. *I Congreso Español de Geología*. T-III. pág. 241-252.
- PUJALTE, V. (1970): Estudio geológico del sector Sur de Pegalajar (Provincia de Jaén). *Tesis Licen. Univ. de Granada*. (Inédita).
- ROBLES, M.S. (1970): Estudio geológico del sector S^a de Almadén-Cambil. *Tesis Licen. Univ. Granada*. (Inédita).
- RODRIGUEZ-FERNANDEZ, J. (1982): El Mioceno del sector central de las Cordilleras Béticas. *Tesis Univ. Granada*, 224 p.
- RODRIGUEZ-FERNANDEZ, J. y SANZ DE GALDEANO, C. (1988): El Corredor de las Alpujarras: un área de sedimentación con movimiento transcurrente. Arquitectura estratigráfica y evolución geodinámica. *II Congreso Geológico de España*. Vol. Simposios, pág. 153-162.
- ROLDAN, F.J. y BORRERO, J. (1985): Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 13-40 (1985), Carmona. *MAGNA. IGME*.
- ROLDAN, F.J. y DIVAR, J. (1985): Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 16-40 (1988). Puente Genil. *MAGNA. IGME*.
- ROLDAN, F.J. y DIVAR, J. (1985): Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 16-39 (1966). Montilla. *MAGNA-IGME*.
- ROLDAN, F.J.; RUIZ-ORTIZ, P. y MOLINA, J.M. (1985): Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 16-39 (1967). Baena. *MAGNA-IGME*.
- ROLDAN, F.J. y GARCIA CORTES, A. (1988): Implicaciones de materiales triásicos en la Depresión del Guadalquivir, Cordilleras Béticas (Prov. de Córdoba y Jaén). *II Congreso Geológico de España*. Vol. 1, pág. 189-192.
- RUIZ ORTIZ, P.A. (1980): "Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias (entre Castril. y Jaén). *Tesis Univ. Granada (Publ. Secr. Publ. Granada)*.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1973): "Geología de la transversal Jaén-Frailes (Provincia de Jaén). *Tesis Univ. Granada*. 275 pp.
- SERRANO, F. (1979): "Los Foraminíferos planctónicos del Mioceno superior de la Cuenca de Ronda, y su comparación con las otras áreas de las Cordilleras Béticas". *Tesis Univ. de Málaga* pp.
- VIGUIER, C. (1974): Le Néogène de L'Andalousie Nord-occidentale (Espagne). Historie géologique du bassin du bas Guadalquivir. *Thèse Bordeaux*. 449 p.

WALKER, R.G. (1967): Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments. *Jour. Sed. Petrol.*, 37, 1: 25-43.

WALKER, R.G. (1970): Review of the geometry and facies organization of turbidites and turbidite-bearing basins. *Geol. Ass. Canada, Spec.* 7: 219-251.