

"ESTUDIO GEOLOGICO A ESCALA 1:50.000 DE LAS HOJAS 929, 949, 950, 971 Y 972 DEL MAPA GEOLOGICO NACIONAL Y ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS".

Informe Complementario: ESTUDIO ESTRATIGRAFICO Y SEDIMENTOLOGICO DEL JURASICO EN LA HOJA DE SAN CLEMENTE Nº 929 (22-37)

Diciembre, 1.994

EL JURÁSICO DE LA HOJA 22-37 (929) SAN CLEMENTE

Juan J. Gómez y Eduardo Lupiani

1. INTRODUCCIÓN.

La mayor parte de los afloramientos que corresponden a los materiales del Jurásico, dentro de la hoja de San Clemente, se localizan en su cuadrante sureste y corresponden en su totalidad a la denominada Zona Subbética.

Para su reconocimiento se han levantado un total de seis cortes de detalle, en los cuales se han podido reconocer y delimitar un total de diez unidades litológicas. Éstas unidades, con el apoyo proporcionado por los datos bioestratigráficos, han sido útiles para realizar la correlación entre las diferentes secciones locales, y han servido de base para establecer las unidades cartográficas representadas en el mapa. La posición relativa de las diferentes secciones estratigráficas, las unidades distinguidas y su correlación pueden verse de forma esquemática en la figura 1.

La estratigrafía general de los sedimentos del Jurásico de esta región ha sido previamente objeto de estudio por varios autores (FOUCAULT, 1962, 1971; DUBAR, FOUCAULT y MOUTERDE, 1967), y más recientemente como parte de estudios detallados de tipo paleontológico-bioestratigráfico referentes a los materiales del Domeriense (BRAGA, 1983), del Jurásico Medio (SANDOVAL, 1983), y del Tithónico Superior-Berriasiense (TAVERA, 1985). Algunos de los aspectos sedimentológicos de estos materiales en esta zona han sido tratados en trabajos generales sobre las Cordilleras Béticas o trabajos de gran extensión geográfica (AZEMA et al., 1979; SEYFRIED, 1979; GARCÍA-HERNÁNDEZ, RIVAS y VERA, 1979 a,b; JIMÉNEZ y RIVAS, 1979; LINARES, 1979; SANDOVAL, 1979 a, b; SEQUEIROS, 1979; SEQUEIROS y OLORIZ, 1979; OLORIZ, 1979; OLORIZ y TAVERA, 1979; RUIZ-ORTIZ, 1979; VERA, 1978 1984; GARCÍA-HERNÁNDEZ et al., 1989; MOLINA, 1987; REY, 1994).

En los apartados que siguen se describen las características litológicas, estratigráficas y sedimentológicas de los materiales que constituyen cada una de las seis unidades cartográficas que han sido distinguidas dentro del área reconocida, aportándose una interpretación acerca del ambiente donde se ha llevado a cabo su sedimentación.

2. DOLOMIAS MASIVAS GRISES DEL CERRO DE PERICO RUIZ. (*Lias inferior*).

Los materiales correspondientes a esta unidad son los más antiguos que afloran en la hoja de San Clemente. En base a sus características litológicas y posición estratigráfica podrían ser correlacionados con el miembro inferior de la Fm. Gavilán (VAN VEEN, 1.969).

Están constituidos principalmente por dolomías cristalinas medianas a gruesas que se disponen en general mal estratificadas en bancos gruesos.

En las láminas delgadas estudiadas en los materiales de esta unidad se observa que las dolomías suelen estar constituidas por un mosaico equigranular de cristales de dolomita, que reflejan un crecimiento de tipo coalescivo (LM9000) aunque también se encuentran dolomías, a veces calcáreas, en las que los cristales de dolomita muestran un crecimiento de tipo porfiroide (LM9008) y a veces se encuentran cementados por calcita (seudoesparita). Localmente se encuentran carbonatos micríticos con finas laminaciones atribuibles en parte a la actividad de algas y en parte a un origen sedimentario (LM9010).

Prácticamente todos los autores que han estudiado esta unidad en diversas localidades están de acuerdo en que su carácter dolomítico está condicionado por la presencia de procesos de dolomitización epigenéticos; y por tanto no necesariamente relacionados en todos los casos con los ambiente de depósito originales donde se llevó a cabo la sedimentación de ésta unidad (MARTÍN, 1989).

No se han observado restos de la textura y estructuras primarias de la roca, por lo que poco se puede deducir del ambiente sedimentario de los carbonatos originales. Probablemente se trató, al menos en parte, del equivalente dolomitizado de los carbonatos depositados en una extensa plataforma somera similar a la que de los materiales de la unidad Calizas del Barranco de la Cueva del Agua que se describen a continuación.

No se han encontrado fósiles característicos en esta unidad, por lo que su edad permanece incierta. En base a datos regionales podría atribuirse una edad probable Lias inferior (Hettangiense? p.p.-Sienmuriense p.p.).

3. CALIZAS DEL BARRANCO DE LA CUEVA DEL AGUA (*Lias inferior p.p.-Domeriense inferior*)

Esta unidad, que constituiría el equivalente lateral del miembro superior de la Fm. Gavilán (VAN VEEN, 1969), se ha reconocido a lo largo del barranco de la Cueva del Agua, que discurre subparalelo a la Acequia de la Virgen, en el tramo situado al sureste de los cortijos de la Cueva del Agua, y al sur del Cortijo del Girón.

En esta localidad se ha podido obtener una sucesión parcial de la unidad, de casi 180m de espesor. Los 20 metros basales se encuentran compuestos por calizas bioclásticas, generalmente *wackestone a mudstone*, bien estratificadas en bancos medios a gruesos, y que contienen restos de oncolitos, bivalvos, equinodermos, gasterópodos, briozoos y ostrácodos entre otros. La bioturbación suele ser poco intensa a moderada, excepto en el techo de algunos de los bancos, que pueden llegar a estar perforados. Este tramo basal se organiza según dos tipos de secuencias cuyo espesor suele oscilar entre 0,5 a 2m; una de tipo estratocreciente (Fig. 2a), que puede terminar en un *hard-ground* con perforaciones biogénicas, y otras de tipo estrato y, en general, grano-decrecientes (Fig. 2b), cuya base puede estar canalizada y su parte inferior constituida por calizas *packstone a grainstone*, a veces con *rills* bioclásticos, acabando con un término superior de calizas micríticas (*wackstone a mudstone*).

Por encima se dispone un tramo de 80m de calizas generalmente micríticas (*wackestone*

a *mudstone*), con frecuencia y escasamente bioclásticas, entre las que se intercalan calizas *packstone*, (GF0102), a *grainstone* de bioclastos y pellets y *grainstone* oolíticos (LM9004). La unidad puede contener niveles con nódulos de sílex y finas intercalaciones margosas. En los tramos de mayor contenido fósil se encuentran restos de bivalvos, crinoides, oncolitos, ostrácodos y foraminíferos, siendo destacable en algunos de los tramos la presencia de esponjas, bien como bioclastos o como espículas (GF0103). Los tramos con escaso contenido bioclástico suelen contener restos de bivalvos de concha fina, algunos de los cuales pueden ser atribuibles a ostrácodos. Las texturas y estructuras de bioturbación se encuentran presentes en la mayor parte del tramo, y los techos de algunos de los bancos pueden llegar a estar perforados. El tramo se organiza en una serie de secuencias, cuyo espesor suele oscilar entre los 0,5 a los 3m, de tipo estratocreciente (Fig. 2 c,e,f) y en mucha menor proporción en secuencias estratodecrecientes (Fig. 2d). Algunas de las secuencias estratocrecientes contienen nódulos de sílex, mas abundantes en los términos inferiores de la secuencia, y pueden terminar en una superficie perforada (Fig. 2 c,e). Otras secuencias de tipo estratocreciente contienen finos niveles margosos en la base, y tanto la proporción de calizas como el espesor de los estratos crece hacia la parte superior (Fig. 2e). Generalmente el contenido fósil de estas secuencias es escaso y su techo viene marcado por un *hard-ground* con perforaciones biogénicas e incluso costras ferruginosas (Fig. 2 c,e,f). En ocasiones el nivel basal de éstas secuencias estratocrecientes está constituido por un "lag" más bioclástico (Fig. 2f), que representa el nivel de removilización transgresivo basal. Las secuencias estratodecrecientes son mucho menos abundantes (Fig. 2d) y pueden estar constituidas tanto por facies bioclásticas como por facies pobres en fósiles.

Por encima se encuentra un tramo de espesor próximo a los 70m, en el que una de sus principales características es la presencia de abundantes nódulos de sílex. Está constituido por calizas grises, bien estratificadas en bancos medios a gruesos, generalmente micríticas, *mudstone* y ocasionalmente *wackestone* (LM9011), con contenido bioclástico muy escaso, que con frecuencia se reduce a bivalvos de concha fina y solo ocasionalmente se encuentran restos de esponjas, tanto bioclastos como espículas, crinoides y bivalvos. La parte superior del tramo es mas fosilífera, pasando a estar constituida por calizas *wackestone* a *packstone* bioclásticos, a veces con pellets, en la que se reconocen restos de crinoides, esponjas, bivalvos, foraminíferos y ostrácodos. La bioturbación, escasa a moderada, y los tubos píriticos, están presentes en todo el tramo, y ocasionalmente se encuentran *Zoophycos*. Los materiales que componen este tramo se organizan en secuencias estratocrecientes cuyo espesor suele estar próximo a los 1,5m, bien de tipo elemental (Fig. 3a), o bien en secuencias estratocrecientes compuestas (Fig. 3b), que pueden tener un término margoso de espesor centimétrico en su base, (Fig. 3c).

La parte superior de esta unidad carbonatada del Barranco de la Cueva del Agua está constituida por un tramo de unos 6m de espesor de calizas *wackestone* a *packstone* bioclásticas, a veces con intraclastos y con pellets (LM9032), estratificadas en bancos finos a gruesos. Entre los restos fósiles se reconocen equinodermos (principalmente crinoides), belemnites, bivalvos, braquiópodos, ammonites, esponjas (espículas), ostrácodos y foraminíferos. La bioturbación puede ser escasa a moderada, y en el techo del tramo se encuentra un *hard-ground* bien desarrollado, con perforaciones biogénicas. Son frecuentes los "rills" con concentración de bioclastos y los niveles de removilización en todo el tramo, y en ocasiones se encuentran ejemplares de ammonites con signos indicadores de haber sufrido reelaboración tafonómica. En algunos de los cuerpos se observa laminación cruzada de pequeña escala, debida a ripples, y

ocasionalmente geometría de barras. El tramo se organiza en secuencias estratocrecientes de calizas *wackestone* a *packstone* y calizas *packstone* (Fig. 3 d,e), cuyo espesor suele estar alrededor de los 1-1,5m. La última secuencia de la unidad está constituida por calizas *wackestone* a *packstone* (Fig. 3f) con litoclastos, que son mas abundante hacia la parte inferior, constituyendo el nivel de removilización basal de la secuencia, disminuyendo su proporción hacia la parte superior. En conjunto se trata de una secuencia estratocreciente y granodecreciente en la que el término superior contiene estratificación cruzada planar, y su techo está marcado por un *hard-ground* en el que la superficie se encuentra perforada (Fig. 3f). Sobre esta superficie se dispone otro nivel de removilización que representa el "lag" transgresivo de la siguiente secuencia.

Prácticamente todos los autores están de acuerdo en que la sedimentación de esta unidad se llevó a cabo en una gran plataforma, en la que se registró una intensa producción y acumulación de carbonatos (cf. GARCÍA-HERNÁNDEZ et al., 1979; VERA, 1983; GARCÍA-HERNÁNDEZ et al., 1989). Se trata de una plataforma de aguas claras, con contaminación de siliciclásticos muy baja a prácticamente nula, debido en parte a la inundación de extensas áreas y por tanto a la lejanía de los potenciales relieves emergidos, consecuencia del importante impulso transgresivo ocurrido a comienzos del Jurásico. En prácticamente la totalidad de la sección reconocida los ambientes de sedimentación son predominantemente submareales, de escasa profundidad, y en su mayor parte de escasa energía (*mudstone-wackstone*), a energía moderada (*packstone-wackstone*) que solo ocasionalmente se veían perturbados por episodios de energía hidrodinámica mayor (*packstone-grainstone*).

Estos ambientes corresponden a los de una plataforma interna somera, de baja a moderada energía, que en general mantenía un grado de incomunicación bastante elevado con los ambientes de plataforma externa. No obstante, en función de esta restricción, pueden distinguirse dos subambientes, uno bien oxigenado, y con salinidad normal, que lleva consigo la proliferación de abundantes organismos, con gran variedad de formas bentónicas; y otro subambiente con restricción más severa, en el que los organismos son menos abundantes, tanto en el número de individuos como en la variedad de taxones representados. Al menos localmente se alcanzaron condiciones intermareales, puestas de manifiesto por la presencia de términos con laminaciones de algas dentro de algunas secuencias.

El relleno de esta plataforma se realiza básicamente con las secuencias de somerización estatocrecientes descritas anteriormente, con escasos episodios que dan lugar a la presencia de secuencias de profundización y de otras secuencias estratodecrecientes debidas a períodos de alta energía hidrodinámica.

Los fondos de esta plataforma de carbonatos eran afectados ocasionalmente por la acción del oleaje, bien durante etapas de energía hidrodinámica excepcionalmente alta, probablemente generada durante las tempestades, o bien en ambientes dominados por el oleaje. Durante la primera se generan depósitos de tipo tempestita, con calizas *packstone-grainstone* en secuencias estratodecrecientes con base erosiva, granoclasicación positiva y "rills" bioclásticos, mientras que los ambientes dominados por el oleaje están caracterizados por la presencia de barras de *grainstone* oolíticos con intraclastos.

En la parte superior de la unidad se registra la apertura de la plataforma y paso de los ambientes de plataforma interna a plataforma externa carbonatada, siempre dentro de ambientes

marcadamente someros. Con ello la biofacies revela la presencia de una variada comunidad bentónica, así como la presencia de organismos nadadores. Los sedimentos reflejan ambientes de energía moderada a alta, encontrándose cuerpos con morfología de barra y estructura interna de laminación de ripples y estratificación cruzada planar. La última secuencia presenta un nivel de removilización basal bien desarrollado y a techo un *hard-ground* que marca la presencia de una discontinuidad con la unidad siguiente. Esta discontinuidad corresponde con una de las rupturas mayores en la Zona Subbética, como ha sido señalado por numerosos autores, separando dos megasecuencias en los materiales del Jurásico y representando la desintegración de la plataforma carbonatada del Lías (cf. VERA, 1983; GARCÍA-HERNÁNDEZ, et al., 1989).

No puede precisarse la edad de los tramos inferiores, descritos anteriormente, debido a que no se han encontrado fósiles característicos. Regionalmente se les asigna una edad Hettangiense-Sinemuriense o "infracarxiense" basada en los escasos datos paleontológicos que han podido obtenerse a lo largo de la Cordillera, y a su posición estratigráfica.

En la parte superior de las Calizas de la Cueva del Agua se encuentran los primeros ejemplares abundantes de ammonites. DUBAR et al. (1967) citan en los 6m superiores de la unidad, en el corte del Barranco de la Cueva del Agua, la presencia de *Tropidoceras masseanum*, *T. aff. masseanum*, *T. aff. demonense*, *T. aff. stahli*, *T. aff. calliplocooides*, *Crucilobiceras sp. gr. gemmellaroii-evolutum*, *C. cf. evolutum*, *Acanthopleuroceras valdani?*, y *Protogrammoceras aff. curionii*, que caracterizan al Carxiense medio. A poco mas de un metro por debajo del techo escuentran *Oxinoticeras aff. wiltshirei*, que caracteriza al Carxiense superior. El tramo mas superior de la unidad está constituido por una secuencia estratocreciente de un metro de espesor, de calizas bioclásticas con litoclastos en la base, limitada tanto en su base como en su techo por sendas superficies de *hard-ground*. En este metro superior, estos autores describen la presencia de *Fuciniceras lavinianum* var. *brevispirata*, *F. crassiplicatum*, *F. cf. ambiguum*, *F. aff. boscense*, *F. exiguum*, *F. portisi*, *F. portisi* var. *zitteliana*, *F. cf. isseleyi*, *F. cf. pantanelli*, *F. pectinatum*, *F. isseli*, *Grammoceras normanianum*, *Protogrammoceras cf. bonarelii*, *Reynesoceras? sp.*, *Lytoceras? cf. rosenbergi*, que caracterizan al Domeriense inferior. Por su parte, BRAGA (1983) cita también en el metro superior de esta unidad, la presencia de *Protogrammoceras dilectum* y *Radstockiceras sp.*, del Carxiense superior, y *Protogrammoceras celebratum*, *P. bonarellii*, *Fuciniceras portisi*, *F. lavinianum*, *F. brevispiratum*, *F. isseli*, que permiten datar este tramo superior como de edad Domeriense inferior.

4. RITMITA DE MARGAS GRISES Y CALIZAS DEL CORTIJO DE GIRÓN (Domeriense medio-Toaciense? p.p.).

Sobre la unidad caliza anterior se dispone un conjunto en el que alternan de manera irregular los niveles margosos y los calizos. Esta unidad podría corresponder, al menos en parte, a la Fm. Zegrí (MOLINA, 1987) y como tal se ha cartografiado cuando no ha podido ser subdividida. No obstante, en gran parte de la zona estudiada, este conjunto calco-margoso ha podido ser subdividido en cuatro unidades, cuyas características serán descritas en los sucesivos apartados.

Los mejores afloramientos de la unidad se encuentran en el Barranco de la Cueva del Agua, al sur del Cortijo de Girón, aunque solo puede obtenerse un corte de poco más de 70 m

de espesor de los tramos inferiores. La parte superior de la unidad puede observarse al noroeste de la Sierra del Muerto y en el Corte de Puente Duda.

El límite entre las Calizas del Barranco del Agua y la Ritmita de margas grises y calizas del Cortijo de Girón es neto, ya que ambas unidades se encuentran separadas por un *hard-ground* bien desarrollado sobre el que se dispone un nivel de removilización de calizas *wackestone*-*packstone* con frecuentes litoclastos y fósiles reelaborados, que constituye la primera secuencia de la ritmita calizo-margosa (Fig. 4a).

La mayor parte de la unidad está constituida por margas, generalmente de tonos grises a verdosos, y calizas generalmente *mudstone*, ocasionalmente *wackestone* (GF0503), estratificadas en capas medias a finas, excepcionalmente gruesas, de colores grises a beiges en corte y amarillentas en superficie.

El contenido bioclástico de la unidad suele ser bastante escaso. En la base se encuentran restos de bivalvos, ammonites, belemnites y braquiópodos, y en ocasiones restos vegetales. El techo de algunas de las secuencias está marcado por superficies de *hard-ground*, a veces con costras ferruginosas y "rills" bioclásticos.

Ocasionalmente se encuentran, en algunos de los cortes, intercalaciones de espesor centimétrico de calizas *grainstone* (LM9014) de bioclastos, intraclastos y pellets (estribaciones de la S^a del Muerto) o calizas *grainstone* de pellets y bioclastos (Puente Duda). Los intraclastos, con frecuencia bien clasificados, pueden contener oolitos, generalmente con una sola envuelta de calcita fibroso radiada, bioclastos de equinodermos, que suelen ser los organismos predominantes, así como bivalvos y foraminíferos. Los pellets suelen estar aceptablemente clasificados.

El contenido fósil en esta unidad, sin embargo, no es uniforme, encontrándose tramos con mayor abundancia de restos de organismos nadadores (ammonites, belemnites), y otros tramos en los que los restos son bastante escasos. En el corte del Barranco de la Cueva del Agua BRAGA (op. cit.) señala la presencia de una mayor abundancia de fósiles en los primeros 12m, para pasar a un brusco empobrecimiento posterior, un nuevo enriquecimiento en el Horizonte de Pleuroceras, y un nuevo empobrecimiento que se mantiene hasta el final del afloramiento. A lo largo de toda la unidad es frecuente la bioturbación, de escasa a moderada, y los tubos piríticos.

La Ritmita de margas grises y calizas del Cortijo del Girón se organiza generalmente en secuencias elementales de tipo marga-caliza, que a su vez pueden disponerse en secuencias estratocrecientes, con bancos de caliza de espesor creciente hacia la parte superior y espesor de los niveles margosos aproximadamente constante (Fig. 4 b,c,d); o en secuencias estratocrecientes en las que crece el espesor de los bancos de caliza y disminuye el espesor de los tramos margosos hacia la parte superior (Fig. 4 a,e,f). Dentro de las primeras, el espesor de la secuencia elemental puede aumentar progresivamente hacia el techo (Fig. 4b), mantenerse similar a lo largo de la mayor parte de su desarrollo, con una proporción marga/caliza similar a lo largo de la secuencia (Fig. 4c), o predominar claramente el término margoso en la secuencia (Fig. 4d). Entre las secuencias marcadas por una disminución del espesor de los términos margosos pueden distinguirse aquellas en las que el espesor de los bancos de calizas tienden a aumentar hacia la parte superior (Fig. 4e), y aquellas en las que los términos calizos tienden a mantener un espesor uniforme (Fig. 4f). El espesor de estas secuencias es bastante variable, aunque suelen estar en

torno a los 1,5-2m y no suele sobrepassar los 4m.

En conjunto, la sedimentación de esta unidad se llevó a cabo y en un ambiente de plataforma externa de baja energía, que representa una serie de cambios importantes respecto a la unidad carbonatada anterior. Se pasa de una plataforma de aguas claras, con escaso influjo de materiales siliciclásticos, a una plataforma en la que se lleva a cabo una sedimentación mixta de carbonatos y materiales terrígenos finos. Paralelamente se asiste a un empobrecimiento bastante generalizado en cuanto a la cantidad de fósiles de organismos bentónicos registrados en la unidad, en favor de un enriquecimiento en restos de los nadadores. No obstante, la presencia de éstos organismos, como los ammonites, tampoco es uniforme a lo largo de toda la unidad como se ha mencionado (BRAGA, 1.983), poniéndose de manifiesto la presencia de subambientes, dentro de la plataforma, con diferentes grados de restricción.

El tránsito entre la plataforma de aguas claras del episodio anterior y la plataforma externa mixta se lleva a cabo mediante una discontinuidad que da lugar al desarrollo de un *hard-ground*, y la base de la primera secuencia está constituida por un nivel de removilización de calizas *wackestone*-*packstone* con frecuentes litoclastos y fósiles reelaborados, que constituye el nivel de removilización o "lag" transgresivo basal.

La energía del medio era generalmente baja a muy baja. No obstante, la intercalación esporádica de niveles de espesor centimétrico de calizas *grainstone* reflejan la presencia de episodios de alta energía hidrodinámica, capaces de erosionar otras áreas mas someras de la plataforma donde se lleva a cabo la producción de oolitos, y depositarlos en ambientes mas tranquilos. Debido al carácter episódico de estos depósitos es muy probable que éstos eventos de notable aumento de la energía del medio hayan sido inducidos por la acción de las tempestades, de manera que la plataforma se encontraba situada generalmente por debajo del nivel normal de oleaje, pero sus fondos podían ser afectados por el nivel de base del oleaje durante eventos de mayor energía hidrodinámica.

La plataforma subsidente se rellena prácticamente en su totalidad con secuencias estratocrecientes de somerización, a techo de las cuales pueden registrarse etapas de no depósito de importancia variable.

La bioestratigrafía de esta unidad ha sido estudiada en detalle por DUBAR, FOUCAULT y MOUTERDE (1967), y más recientemente por BRAGA (1983). Los primeros autores citan la presencia de *Fuciniceras* y *Protogrammoceras* de edad Domeriense inferior en lo que podría ser interpretado como el nivel de removilización basal de la unidad, y cuyos ammonites están probablemente reelaborados de la secuencia inferior. En la primera docena de metros por encima del *hard ground*, estos autores citan, entre otros, la presencia de *Arieticeras algovianum*, *A. cf. rutenense*, *A. ugduenai*, *A. ? cf. di-setephanoi*, *A. ? ("Di-stephania") falcata*, *A. ? ("Di-stephania") cf. fabianii*, *Lytoceras bettonii*, *L. gr. fimbriatum*, *Naxensiceras? aff. decoratum*, *N. ? cf. canavari*, *Harpoceras (Argutarpites) densecapillatum?*, que marcan una edad Domeriense medio-superior. Más recientemente, BRAGA (1.983) caracteriza mediante ammonites los materiales del Domeriense medio (Zona de Algovianum) y del Domeriense superior (Zona Emaciatum). Entre los ammonites que caracterizan al Domeriense medio se cita la presencia de *Protogrammoceras aequiondulatum*, *P. ilurcense*, *P. meneghini*, *Arieticeras delcampanai*, *A. algovianum*, *A. bertrandi*, *Leptaleoceras macrum*, *L. insigne*, *L.*

ugdulenai, *L. canavarii*, *L. prognatum*, *L. accuratum*, *Fontanelliceras perspiratum*, *Emaciaticeras villa*, *E. levidorsatum*, *E. especiosum*. El Domeriense superior está caracterizado por la presencia de *Protogrammoceras decoratum*, *P. honestum*, *P. bassanii*, *Fontanelliceras fontanellense* ssp., *Emaciaticeras imitator*, *E. lottii*, *E. emaciatum*, *E. archimedis*, *Canavaria (C.) zancleana*, *C. (Tauromeniceras) elisa*, *Lioceratoides exapatus*, *L. fucinianus*, *L. naumachensis*, *L. aradasi*, *L. lorioli*, *Neolioceratoides expulsus*, *Pleuroceras solare*. En el corte de Puente Duda hemos encontrado, en esta unidad, ejemplares de *Arieticeras*, y en el corte del NW de la Sierra del Muerto ejemplares de *Emaciaticeras*, *Arieticeras* y *Meneghiniceras*, que confirman una edad Domeriense.

5. MARGAS GRISES CON INTERCALACIONES CALCÁREAS DE LA SIERRA DEL MUERTO (Domeriense p.p.-Toarcieno p.p.).

Esta unidad, reconocida previamente por FOUCAULT (1971), suele estar bastante cubierta, por lo que se ha cartografiado conjuntamente con la unidad anterior. Uno de los mejores afloramientos dentro de la zona reconocida se encuentra en los barrancos que discurren encajados la vertiente noroeste de la Sierra del Muerto, donde su espesor es de poco menos de 50m.

Esta compuesta por margas de tonos grises, a veces de aspecto noduloso, con intercalaciones de escasos bancos finos de calizas *mudstone* (GF0505) grises a ocres y amarillentas en superficie. En el corte de Puente Duda se hace notablemente mayor la proporción de intercalaciones calizas micríticas (*mudstone*). La estretificación suele ser ondulada a nodulosa, y con cierta frecuencia se reconoce laminación paralela, así como costras ferruginosas en el techo de algunos de los bancos calizos. La bioturbación suele ser escasa y en ocasiones se encuentran tubos piríticos, así como ammonites piritosos.

En las calizas *mudstone* se encuentran escasos restos de bivalvos, ostrácodos, radiolarios, espículas de esponjas y ammonites.

La unidad se organiza en secuencias elementales de tipo marga-caliza en la que, cuando la unidad presenta su aspecto típico, suelen predominar el término margoso. A su vez, estas secuencias pueden agruparse hasta formar secuencias en las cuales el espesor de los tramos calizos suele aumentar hacia la parte superior de la secuencia (Fig. 4d). En los tramos más margosos el espesor de estas secuencias puede llegar a ser de unos 20m, pero cuando las intercalaciones de calizas son más abundantes, el espesor de las secuencias suele oscilar entre 0,5 a 4m.

La sedimentación de esta unidad predominantemente margosa representa una acentuación de algunos de los caracteres propios de la unidad sobre la que se apoya. El ambiente de sedimentación sigue siendo submareal de plataforma externa por debajo del límite de acción del oleaje en mal tiempo, pero en ella se registra un influjo más acentuado de materiales terrígenos, lo cual viene acompañado por una disminución en la producción de carbonatos. El ambiente sigue prestando indicios, en algunos de los tramos, de cierto grado de restricción tales como bioturbación escasa, ammonites piritosos, tubos piríticos, etc.

FOUCAULT (1971) cita la presencia en esta unidad de *Steinmannia bronii* y de *Hildoceras*, característicos de las zonas de Falciferum y Bifrons del Toarcieno. En el corte del NW de la Sierra del Muerto hemos encontrado *Hildoceras sp.*, *Dactyloceras* y *Holcophylloceras*, que confirma también una edad Toarcieno para la unidad; mientras que en el corte de Puente

Duda, en la parte inferior, se ha encontrado *Meneghiniceras*, que informa de una edad Domeriense, al menos para parte de la unidad, seguido de *Polyplectus* que una vez más confina su edad Toarciense.

6. CALIZAS TABLEADAS DEL CORTIJO DEL ALTO DE LA MONJA (Toarciense? p.p.).

Sobre la unidad predominantemente margosa descrita en el apartado anterior se dispone una unidad calcárea que a pesar de no superar la decena de metros de espesor ha podido ser individualizada en la cartografía dentro de varios sectores.

La unidad ha sido reconocida en el corte del Barranco del Agua, al oeste del Cortijo del Alto de la Monja, así como en otras localidades tales como la Sierra del Muerto y el Río Guardal. Su espesor es próximo a los 10 m en el Barranco de la Cueva del Agua, y no supera los 6 m en el corte de Puente Duda. En otros cortes, su reducida potencia no ha permitido individualizarlos, encontrándose a techo de la unidad anterior.

Está compuesta por calizas tabicadas, bien estratificadas en capas finas a medias, que pueden contener intercalaciones de calizas margosas, margas y a veces de calcarenitas. La estratificación puede ser ondulada y a veces puede tener aspecto noduloso. En algunas localidades la unidad se encuentra separada de la inferior por un *hard-ground* con una costra ferruginosa poco desarrollada.

Suelen predominar las calizas *mudstone* que pueden contener escasos bioclastos de equinodermos y algunos atribuibles a radiolarios, así como pellets a veces concentrados en láminas, granos de cuarzo de tamaño limo y opacos. Entre las calizas *mudstone* pueden intercalarse calizas *wackestone* con bioclastos de microfilamentos, equinodermos, bivalvos, ostrácodos, espículas de esponjas y foraminíferos, así como escasos pellets, y calizas *wackestone-packstone* y calizas *grainstone* con bioclastos mal clasificados de microfilamentos, equinodermos, bivalvos, foraminíferos, ammonites y posibles radiolarios en su mayor parte recristalizados, así como abundantes pellets. Algunos niveles pueden contener restos carbonosos.

En cuanto a las estructuras sedimentarias es relativamente frecuente encontrar laminación paralela en los términos de calizas *mudstone* a *wackestone*, mientras que los tramos de *packstone* y *grainstone* suelen presentar geometría de base irregular, ligeramente erosiva, y a veces estructura interna de laminación cruzada de pequeña escala debida a ripples de oleaje y estructuras flaser.

La unidad se organiza en secuencias estratocrecientes constituidas por calizas (Fig. 5a), a veces con un término inferior margoso (Fig. 5b), y secuencias con un término superior de *rills* con base erosiva, constituido por carbonatos con abundantes aloquímicos (Fig. 5c). El espesor de estas secuencias suele oscilar entre los 0,7 a menos de 2m.

Su ambiente de sedimentación corresponde al de una plataforma externa submareal predominantemente carbonatada. Las biofacies reflejan un enriquecimiento relativo en cuanto a la variedad de grupos de organismos presentes, tanto bentónicos como nectónicos y plantónicos, indicando una mayor oxigenación de los fondos, los cuales dio lugar a ambientes menos restringidos.

Los tramos de *packstone* y *grainstone*, que suelen presentar geometría de base irregular, ligeramente erosiva y a veces estructura interna de laminación cruzada de pequeña escala debida a ripples de oleaje, se interpretan como tempestitas generadas durante etapas episódicas de alta energía hidrodinámica.

No se han encontrado ammonites determinables en ésta unidad, pero en el corte del Río Guardal por debajo de la unidad se ha recogido ejemplares de *Polyplectus*, y a pocos metros por encima del techo de la unidad ejemplares de *Peronoceras* y *Dactylioceras*, que en ambos casos marcan una edad Toarciense, por lo que se asigan esta edad a la totalidad de este tramo calizo.

7. MARGAS Y MARGOCALIZAS DEL RÍO GUARDAL (Toarciense p.p.-Aaleniense p.p.).

Esta unidad equivale, al menos en parte, a las unidades alternancias margo-calizas con "*Cancellophycus*" y "margocalizas nodulosas rojas" de FOCAULT (1.971). Representa una vuelta a la sedimentación mixta de margas y calizas, con la aparición de margas rojas con nódulos calcáreos en facies "ammonítico rosso".

El espesor de la unidad es bastante uniforme dentro de la zona. En el corte de Puente Duda, donde se encuentra en su totalidad en facies de margas y calizas, se ha medido un espesor algo superior a los 35m, mientras que en el corte de la Sierra del Muerto, en el que abundan las facies de tipo "ammonítico rosso", la unidad tiene un espesor de poco mas de 30m.

La mayor parte de la unidad esta constituida por una alternancia irregular de margas grises a amarillentas y calizas grises en corte a amarillentas, estratificadas en capas cuyo espesor puede oscilar entre los 5 a los 40 cm, aunque lo mas frecuente es que varíe entre los 10 a 20 cm. Con frecuencia los planos de estratificación son ondulados, llegando a tomar aspecto noduloso y ocasionalmente algunos de los techos pueden estar limitados por costras ferruginosas generalmente poco desarrolladas. Pueden intercalarse tramos de calizas micríticas que no suelen superar los 4-5 m de espesor. Localmente (Sierra del Muerto) son relativamente frecuentes las facies de margas rojas con niveles centimétricos de calizas y margocalizas nodulosas a veces con fragmentos de ammonites ("ammonítico rosso").

Entre los carbonatos predominan las microfacies de *wackestone* con bioclastos (GF0406) y frecuentemente con pellets, y las de *mudstone*. Los bioclastos mas abundantes son los de microfilamentos, equinodermos, bivalvos, radiolarios, ostrácodos, ammonites y foraminíferos. La bioturbación suele ser de escasa a moderada, y son frecuentes los *Zoophycos* en toda la unidad.

Las estructuras sedimentarias suelen ser escasas. Puede encontrarse laminación paralela en algunos de los tramos calizos. En uno de los afloramientos de esta unidad se han encontrado intercalados niveles de calizas *grainstone* de pellets con ripples y estructuras de tipo *hummocky*.

Las margas y margocalizas del Río Guardal se organizan en secuencias de tipo margocaliza, generalmente estratocrecientes, del tipo de las representadas en la figura 5 d,e,f. Estas secuencias pueden estar caracterizadas por el aumento de espesor de los bancos calizos (Fig. 5d); lo cual puede ir unido a una disminución en el espesor de los tramos margosos (Fig. 5e). El espesor de estas secuencias rara vez suele superar los 2m. Debido a la relativa escasez de las facies "ammonítico rosso" no se ha podido realizar un estudio detallado de su secuencialidad, pero

los tramos observados en el corte de la Sierra del Muerto esta facies podría ser interpretada como situada en la parte basal de la secuencia, representando el potente nivel de removilización (fig. 5f) que suele encontrarse en la parte inferior de este tipo de secuencias.

La sedimentación de esta unidad se llevó a cabo en una plataforma externa bien oxigenada y con salinidad normal, como viene indicado por la amplia variedad de organismos representados. Significa una vuelta a las condiciones de sedimentación mixta detrítico-carbonatada, en la que el relleno de la plataforma se realiza predominantemente mediante el apilamiento de materiales organizados en secuencias de somerización estratocrecientes. Es destacable la presencia en esta unidad de margas rojas con nódulos calcáreos, que pudieran representar importantes niveles de removilización situados en la parte inferior de la secuencia. Los fondos de la plataforma se encontrarían situados en su mayor parte por debajo del nivel normal de oleaje, pero podrían estar afectados por los eventos de energía elevada, inducidos por la acción de las tempestades, que serían capaces de depositar cuerpos de alta energía con estructuras de tipo *hummocky*.

La edad de esta unidad ha podido determinarse como Toarcense (p.p.), aunque es probable que abarque tambien parte del Aalenense. En el corte de Puente Duda se han determinado *Peronoceras-Collina* y *Dactylioceras*, que confirman una edad Toarcense inferior-medio. En el corte del noroeste de la Sierra del Muerto, dentro de las facies "ammonítico rosso" se ha encontrado *Pseudogrammoceras*, y en el corte del NW de la Sierra del Muerto se ha encontrado Phyllocerátidos, que pocos datos adicionales aportan acerca de su edad.

8. CALIZAS NODULOSAS DE PUENTE DUDA. (Aalenense-Bajociense).

Sobre la unidad calco-margosa anterior se dispone un conjunto predominantemente carbonatado, a veces con intercalaciones margosas, en el que suelen ser abundantes los nódulos de sílex. Los cortes mas significativos de esta unidad pueden realizarse en Puente Duda (Río Guardal), donde la unidad tiene un espesor de casi 50m, y el noroeste de la Sierra del Muerto donde únicamente afloran poco mas de 20m.

Esta unida está constituida por calizas grises a gris-azuladas y calizas margosas blanquecinas, generalmente con nódulos de sílex, estratificadas en capas finas a medias y ocasionalmente gruesas, que suelen presentar los planos de estratificación ondulados, hasta tomar aspecto noduloso. Entre las calizas se intercalan tramos de margas grises a blanquecinas, ocasionalmente rojas y a veces lajosas.

Las calizas son generalmente *mudstone* a *wackestone* con bioclastos de microfilamentos, equinodermos, bivalvos, radiolarios, ostrácodos y foraminíferos. Los pellets suelen ser un componente escaso a inexistente, pero ocasionalmente puede llegar a ser un componente importante del sedimento (28%), constituyendo junto con los bioclastos calizas *wackestone* a *packstone*. La bioturbación, aunque generalmente moderada, está presente en todo el tramo.

El tramo se organiza en secuencias estratocrecientes, cuyo espesor suele variar entre 1-2m, con un término inferior margoso o margo-calizo, y un término superior de calizas con nódulos de sílex (Lám. VII). Las secuencias con término inferior margoso pueden ser del tipo de

las representadas en la figura 6a, en las que las margas tienen una entidad importante dentro de la secuencia y pueden contener delgadas intercalaciones margocalizas o calizas, y secuencias en las que el término margoso es relativamente poco potente (Fig. 6b). Es frecuente la presencia de superficies de *hard-ground* en el techo de estas secuencias.

También se encuentran secuencias estratocrecientes constituidas en su totalidad por calizas (Fig. 6c) y calizas y margocalizas nodulosas con finas intercalaciones calizas y un término superior de calizas frecuentemente con nódulos de sílex (Fig. 6d). En todos estos casos los carbonatos son generalmente micríticos de tipo *mudstone* a *wackestone*. Sin embargo en el techo del tramo, en el corte de Puente Duda, se encuentran secuencias estratocrecientes constituidas por un término inferior margoso y un término superior de calizas *grainstone* de bioclastos y pellets con laminación paralela (Fig. 6e), que representan en esta localidad los primeros términos de carbonatos de alta energía (GF0513 y GF0520)

Las condiciones de sedimentación de esta unidad pueden considerarse como continuación de los ambientes de plataforma externa, submareal, por debajo del nivel de acción normal del oleaje, ya registrados durante la sedimentación de unidades precedentes. Esta plataforma está dominada por las facies de *mudstone* a *wackestone* con microfilamentos como restos dominantes, y con frecuentes radiolarios, y una comunidad de organismos bentónicos indicadores de ambientes oxigenados y salinidad normal. La plataforma se veía sometida al influjo de materiales terrígenos finos, y su relleno se ha realizado mediante secuencias de somerización, estratocrecientes, aunque la proporción de superficies de discontinuidad relativamente bien marcadas y el grado de bioturbación indican la presencia de frecuentes interrupciones sedimentarias, aunque de pequeño intervalo temporal.

No se han encontrado fósiles característicos en esta unidad, por lo que no pueden realizarse precisiones acerca de su edad. El hecho de encontrarse sobre materiales del Toarcense y por debajo de materiales del Bajociense bien caracterizados, hace que se le pueda atribuir una edad Asleniense y probablemente parte del Bajociense, aunque no pueda desacartarse que su base sea todavía Toarcense.

9. CALIZAS CON NÓDULOS DE SÍLEX Y MARGAS DEL CANAL DE CARLOS III. (*Bajociense-Bathoniense*).

Esta unidad, que puede representar al menos en parte el equivalente lateral de la Fm. Camarena (MOLINA 1.987), puede ser estudiada en varios cortes dentro de la hoja. Uno de los más significativos se ha realizado a lo largo de las trincheras del Canal de Carlos III, pero también existen buenas condiciones de afloramiento de parte de la unidad en los cortes de Puente Duda (Río Guardal), y Ermita de la Virgen de la Cabeza. No obstante, y a pesar de su relativa proximidad, se observan ciertos cambios entre unos cortes y otros, que pueden llegar a ser notables.

El espesor visible en el corte de Puente Duda es de casi 80m, en tanto que en el Canal de Carlos III se han podido observar poco mas de 55m, mientras que en el corte de la Ermita de la Virgen de la Cabeza es posible observar un espesor de poco mas de 45m .

Con frecuencia la unidad puede ser subdividida en dos tramos: un tramo inferior fundamentalmente calizo, y un tramo superior que en algunas de las localidades vuelve a presentar intercalaciones de términos margosos bastante abundantes.

El **tramo inferior** presenta notables variaciones de un área a otra. En el Canal de Carlos III está constituido por poco mas de 15m de calizas *mudstone* y calizas *wackestone*, a veces *wackestone-packstone* bioclásticas (GF0305) , con nódulos de sílex abundantes, entre las que se intercalan margocalizas lajosas a veces de aspecto noduloso y finos niveles margosos.

Entre los bioclastos cabe destacar la presencia de microfilamentos, radiolarios, equinodermos, bivalvos, espículas de esponjas, ostrácodos y foraminíferos. La bioturbación esta presente en todo el tramo, siendo especialmente frecuente la presencia de *Thalassinoides*. En la superficie de algunos de los bancos se encuentran superficies de *hard-ground* con perforaciones biogénicas.

En esta localidad el tramo se organiza en secuencias estratocrecientes. Estas pueden contener un término inferior de margocalizas y un término superior de calizas con nódulos de sílex, que pueden constituir secuencias estratocrecientes compuestas (Fig. 7a) o pueden contener finas intercalaciones margosas en su parte inferior y calizas *mudstone-wackestone* en su parte superior (Fig. 7b). En ambos casos la secuencia puede estar limitada en su techo por un *hard-ground* con perforaciones biogénicas. El espesor de las secuencias suele variar entre 1,5 a 3m.

En el corte de Puente Duda el límite entre este tramo inferior y las Calizas nodulosas de Puente Duda es neto. En esta localidad la unidad está compuesta en su base por calizas *grainstone* de intraclastos y oolitos (LM9055) con nódulos de sílex, dispuestas en capas gruesas a muy gruesas. Su parte superior está compuesta por calizas *grainstone* de pellets con bioclastos (GF0511), conteniendo nódulos de sílex abundantes, que se disponen estratificadas en capas finas a gruesas. De manera ocasional pueden encontrarse intercalaciones de niveles margosos de espesor centimétrico.

Entre los bioclastos predominan los de equinodermos, microfilamentos, bivalvos, ostrácodos y foraminíferos. El espesor visible de este tramo en Puente Duda es de casi 80m. En el corte de la Ermita de la Virgen de la Cabeza también se encuentran representadas las facies de *grainstone* de pellets pero únicamente aflora un espesor de unos 28m.

Las calizas *grainstone* de intraclastos y oolitos suelen disponerse en cuerpos con morfología de barras y canales y presentan estructura interna de laminación cruzada de gran escala. Las calizas *grainstone* de pellets con bioclastos, a veces presentan laminación paralela y laminación cruzada planar, y en ocasiones también puede reconocerse la morfología de barras y canales en algunos de estos cuerpos.

Este tramo inferior en Puente Duda y en la Ermita de la Virgen de la Cabeza se organiza en secuencias estratocrecientes, cuyo espesor suele oscilar entre 1 y 3m, aunque ocasionalmente puede llegar a los 5m. Las secuencias están compuestas por un término inferior que puede ser un nivel margoso o de calizas estratificadas en capas finas, y un término superior estratificado en capas mas gruesas. El conjunto de los carbonatos o al menos el término inferior tiene con

frecuencia los planos de estratificación ondulados, y ocasionalmente aspecto noduloso (Fig. 7c).

El **tramo superior** de la unidad de Calizas con nódulos de sílex y margas del Canal de Carlos III está compuesta por un conjunto de calizas y margocalizas grises, a veces gris-violáceas, estratificadas en capas generalmente finas a medias, y en ocasiones con nódulos de sílex; y margas grises que pueden presentarse desde intercalaciones subordinadas a los carbonatos, a predominar dentro de las secuencias. En el corte de la Ermita de la Virgen de la Cabeza se encuentra, en la parte superior del tramo, un nivel de poco menos de 3m de espesor de margas de color violáceo, que pasan a tener color rojo hacia la parte superior, que contienen nódulos calcáreos, y que en conjunto podría asimilarse a la facies "ammonítico rosso".

Tanto en el corte del Canal de Carlos III como en el de la Ermita de la Virgen de la Cabeza, la unidad termina en un *hard ground* bien desarrollado, marcado por la presencia de perforaciones biogénicas y de una costra ferruginosa.

Los carbonatos de esta unidad son fundamentalmente micríticos, predominando las calizas *mudstone* a *wackstone*, y ocasionalmente las calizas *wackstone* a *packstone* (GF0307). Entre los aloquímicos predominan los bioclastos de microfilamentos, que suelen ser muy abundantes, así como los de equinodermos, bivalvos, ostrácodos, foraminíferos, espículas de esponjas y radiolarios. Junto a los bioclastos, aunque en mucha menor proporción, es frecuente reconocer la presencia de pellets. La bioturbación, aunque escasa a moderada, está presente en todo el tramo.

La organización de este tramo se realiza en secuencias generalmente estratocrecientes del tipo de las representadas en la figura 8. Normalmente se cuenta con un término inferior margoso-calcáreo y un término superior calcáreo. Dentro de ellas, el término margoso puede ser de espesor decreciente hacia la parte superior, en tanto que el término calcáreo tiende a aumentar de espesor en este mismo sentido (Fig. 8a). Otro tipo de secuencias está constituido por una alternancia de niveles margosos y calcáreos que termina en un banco calcáreo de mayor espesor, a veces limitado en su techo por un *hard-ground* con perforaciones biogénicas (Fig. 8b). En ocasiones, tanto el término margoso como el término calcáreo tienden a aumentar de espesor hacia la parte superior, dando lugar a una secuencia compuesta por varias secuencias elementales de tipo marga-caliza (Fig. 8c). En el afloramiento de la Ermita de la Virgen de la Cabeza el nivel en facies "ammonítico rosso" parece organizarse secuencialmente en un término inferior margoso, con nódulos calcáreos en la parte inferior, y un delgado tramo calcáreo en la parte superior (Fig. 8d). Como se ha mencionado, la unidad de Calizas con nódulos de sílex y margas del Canal de Carlos III termina en un *hard-ground* bien desarrollado, que se dispone en el techo de una secuencia carbonatada estratocreciente del tipo de la representada en la figura 8e. El espesor de estas secuencias suele oscilar entre los 0,5 a 3m, aunque se han medido secuencias de hasta 7 m de espesor.

El ambiente en el que se ha llevado a cabo la sedimentación de esta unidad varía, tanto en el tiempo como en el espacio, desde ambientes propios de una plataforma externa a ambientes de cinturón de alta energía correspondientes a una plataforma somera.

En el área del Canal de Carlos III, la sedimentación de los tramos inferior y superior de la unidad reflejan ambientes de plataforma externa, submareal, de energía hidrodinámica

generalmente baja, bien comunicada y de salinidad normal, con aportes de materiales terrígenos finos cuya proporción se hace creciente hacia la parte superior. Esta plataforma se encuentra dominada por las facies de *mudstone* a *wackestone* con microfilamentos, radiolarios, y una comunidad de organismos bentónicos indicadores de ambientes oxigenados y salinidad normal. Su relleno se ha realizado mediante el apilamiento de una serie de parasecuencias de somerización, típicas de estos ambientes de plataforma.

En el área de Puente Duda, sin embargo, sobre los sedimentos de plataforma externa de baja energía del tramo inferior de la unidad, se dispone un sistema de barras de calizas *grainstone* de intraclastos y oolitos. Este sistema de barras marca el paso brusco de ambientes de plataforma submareal de baja energía a ambientes de alta energía, dominados por el oleaje, propios del borde de plataforma o de la zona somera (proximal) (BURCHETTE y WRIGHT, 1.992) de una rampa de carbonatos. La progradación brusca de las facies someras sobre las submareales de baja energía puede ser interpretada como debida a la colmatación de la plataforma externa, o bien debida a una bajada relativa del nivel del mar, generada por una bajada eustática, o por una elevación relativa de un bloque tectónico en el área de Puente Duda. En este área, persisten los ambientes someros de alta energía depositándose por encima del cinturón de barras oolíticas y de canales, un tramo de calizas *grainstone* de pellets con bioclastos que preservan a veces su morfología de barras con laminación cruzada, con frecuencia de muy bajo ángulo, a paralela, depositadas en una plataforma de carbonatos de aguas claras que se rellena mediante secuencias de somerización en las que el fango tanto clacáreo como detrítico es muy escaso debido a su lavado por la fuerte energía hidrodinámica presente en el ambiente de la plataforma somera.

La unidad termina con un *hard ground* bien desarrollado, y que constituye una de las discontinuidades de mayor desarrollo y extensión en las Cordilleras Béticas, que separa la megasecuencia del Jurásico medio de la del Jurásico superior, (VERA, 1.983; GARCIA-HERNANDEZ, et al., 1.989).

Los ammonites son relativamente frecuentes en esta unidad, especialmente en su tramo superior. En el corte del Canal de Carlos III, o Corte del Cortijo de Mazagrán, como lo denomina SANDOVAL (1.983) éste autor señala la presencia de *St. (Skirroceras) baylei* del Bajociente inferior, *C. (Cadomites) humphriesiformis*, *C. (Cadomites) cf. deslongchampsi*, *C. (Cadomites) septicostatus*, *Strigoceras cf. truellei*, *Oppelia flexa*, *Oecotraustes umbilicatum*, *Oecotraustes genicularis*, *Spiroceras orbignyi*, *Spiroceras sauzeaum*, *L. (Cleitosphinctes) ultimus*, *L. (Cleitosphinctes) cleistus*, *L. (Cleitosphinctes) obsoletus*, *L. (Cleitosphinctes) torquis*, así como numerosos Phyllocerátidos. Esta asociación caracteriza al Bajociente superior. En los últimos metros de la unidad este autor describe la presencia de *P. (Procerites) sp.*, *Wagnericeras suspensum*, *Wagnericeras arbustigerum*, *Ch. (Subgrossouvreria) rakotondramazavai*, *T. (Rugiferites) mustela* y *B. (Bullatimorphites) costatus*, que caracterizan al Bathoniense inferior y medio. En el tramo inferior se han encontrado, en el corte de Puente Duda, ejemplares de *Bradfordia*? (aunque rodados) y en el corte del NW de la Sierra del Muerto se han recogido *Stephanoceras*, *Bradfordia* y *Oppelidae*. En el tramo inferior, en el corte de Puente Duda se han encontrado ejemplares de *Stephanoceratidae* y *Perisphinctidae* que confirman una edad Bajociente también en esta localidad.

10. CALIZAS Y MARGAS DEL CORTIJO DE MAZAGRÁN (*Oxfordiense-Kimmeridgiense- Tithónico*).

Sobre el *hard-ground* con el que termina la unidad anterior se observa a techo de la Sección de Carlos III una unidad constituida por calizas, a veces con nódulos de sílex, que contienen intercalaciones de margas, las cuales pueden llegar a predominar dentro de la alternancia. Esta unidad, situada al norte del Cortijo de Mazagrán, podría ser asimilada, en parte, a la denominada Fm. Calizas margosas del Tornajo (REY, 1994).

El espesor de ésta unidad es de más de 26m en el corte del Canal de Carlos III, mientras que en el corte de la Ermita de la Virgen de la Cabeza apenas sobrepasa los 12m.

En el corte del Canal de Carlos III se encuentra, en la parte inferior de la unidad, un tramo bastante cubierto de margas arcillosas rojas con nódulos calcáreos (facies "ammonítico rosso"), que contienen ammonites fragmentados, reelaborados tafonómicamente. Un análisis mediante difracción de rayos X (Fig. 9), ha puesto de manifiesto la presencia de filosilicatos e illita junto a calcita y cuarzo como principales componentes. Las margas de la parte superior de la unidad tienen colores grises y alternan irregularmente con los carbonatos, generalmente *grainstone* de pellets a veces con nódulos de sílex.

En la parte inferior-media de la unidad se encuentran unos niveles guía en la zona, bastante singulares, constituidos por brechas de cantos angulosos de calizas (*grainstone* de intraclastos con fósiles, con cantos de hasta 6 cm de eje mayor, y que hacia la parte superior pasa a unas calizas *grainstone* de pellets con escasos bioclastos (GF0317). Los cantos de la brecha calcárea contienen bioclastos de microfilamentos, bivalvos, equinodermos, foraminíferos y ostrácodos, mientras que los escasos bioclastos que contienen las calizas *grainstone* son de equinodermos, bivalvos, foraminíferos y ostrácodos.

Los términos calizos presentan cierta variabilidad de facies. En la parte inferior se encuentran calizas con matriz de micrita, desde calizas *mudstone* a calizas *wackestone* (GF-0311) y *packstone* con bioclastos de bivalvos, equinodermos, microfilamentos, ostrácodos, gasterópodos y foraminíferos, con escasos intraclastos y pellets.

Entre los carbonatos del resto de la sección predominan claramente las calizas *grainstone* de pellets con escasos bioclastos de equinodermos, bivalvos, foraminíferos y ostrácodos, a veces con intraclastos abundantes.

Entre las estructuras sedimentarias de los carbonatos cabe destacar la presencia de bases suavemente canalizadas en los cuerpos de brechas de carbonatos (*grainstone* de intraclastos) y en los cuerpos de *grainstone* de pellets que presentan cierto espesor. En ambos casos es frecuente que el tamaño de grano disminuya hacia la parte superior de los bancos. En los cuerpos de *grainstone* de pellets también es frecuente la presencia de laminación cruzada de muy bajo ángulo a laminación paralela de alto régimen de flujo, visible también en microfacies por la concentración diferencial de pellets y bioclastos. También es relativamente frecuente la presencia de pequeños canales (*rills*) bioclásticos en algunos de los cuerpos de calizas.

La unidad se organiza en secuencias del tipo de las representadas en la figura 10, cuyo

espesor suele oscilar entre 1 a 3,5m. En la parte inferior predominan las secuencias estratocrecientes de calizas *mudstone* a calizas *packstone* con estratificación ondulada a aspecto noduloso (Fig. 10a). En la parte inferior-media se encuentran secuencias estrato y granodecrescentes de brechas calcáreas (*grainstone* de intraclastos), con base canalizada, y de *grainstone* de pellets, cuyo techo presenta, en ocasiones, perforaciones biogénicas (Fig. 10b). En la parte superior predominan los cuerpos de *grainstone* de pellets, con frecuencia con nódulos de silex, organizados en secuencias granodecrescentes, con base canalizada y laminación paralela a cruzada de muy bajo ángulo (Fig. 10c). Estos cuerpos pueden intercalarse entre los materiales margosos, dando secuencias estratocrecientes en las que el espesor de los términos carbonatados aumenta hacia la parte superior de la unidad, manteniéndose aproximadamente el espesor de los términos margosos (Fig. 10d), o disminuyendo éstos a costa de un aumento del espesor de los carbonatos (Fig. 10 d).

Después de un largo período del que no ha podido constatarse la existencia de registro estratigráfico, se reemprende la sedimentación con esta unidad. Localmente, algunos de los primeros depósitos con que se inicia la sedimentación son niveles de removilización, con fósiles reelaborados, en facies "ammonítico rosso", con filosilicatos e illita entre los componentes arcillosos, que pueden ser interpretadas como el término basal transgresivo de secuencias de somerización.

En esta unidad se encuentran litologías indicadoras de ambientes de sedimentación diferentes. Por un lado se encuentran facies indicadoras de energía hidrodinámica baja a moderada, representadas por la presencia de materiales de granulometría fina tales como margas y calizas micríticas (*mudstone-wackestone*), y por otra tipos litológicos depositados en condiciones de alta energía, tales como brechas de cantos angulosos de calizas *grainstone* de intraclastos con fósiles y *grainstone* de pellets y bioclastos con bases suavemente canalizadas y laminación cruzada de muy bajo ángulo a laminación paralela.

Esta asociación de facies sugiere que la sedimentación de la unidad se llevó a cabo en un ambiente de plataforma somera de baja a moderada energía, sometida a la acción de eventos de alta energía. Estos eventos han sido capaces de producir la erosión de parte de los sedimentos de la plataforma, a veces parcialmente consolidados, y producir su transporte hasta depositarlos organizados en secuencias que reflejan condiciones de energía hidrodinámica decreciente. Este tipo de ambiente puede ser claramente relacionado con el de una plataforma abierta, sometida a la acción del oleaje en períodos de energía inusualmente elevada debido a la acción esporádica de las tempestades.

En la zona de la Ermita de la Virgen de la Cabeza parecen estar representada por secciones condensadas respecto a las encontradas en el Canal de Carlos III donde esta unidad presenta un mayor desarrollo; debido a la actuación de esta zona como un umbral durante la sedimentación de esta unidad

FOUCAULT (1971), en el corte del Canal de Carlos III, menciona la presencia de *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) gr. *compsum-holbeini*, *T. (Hemihaploceras) pugiloides*, *Sowerbyceras loryi*., así como *Cadosina parvula* y *Stomiosphaera moluccana* por encima del *hard-ground* de la base de la unidad y por debajo de los niveles de brechas calcáreas. Esto le permite determinar las zonas de *Acanthicum* y de *Beckeri* del Kimmeridgiense. En las facies

"ammonítico rosso" de la parte inferior de la unidad, en el corte del Canal de Carlos II, hemos encontrado fragmentos reelaborados de *Pseudoliosoceras* del Oxfordiense. En el corte de la Ermita de la Virgen de la Cabeza, a unos 2m por encima del *hard ground* que marca el techo de la unidad anterior se ha encontrado ejemplares atribuibles a *Physodoceras* o *Benetticeras* del Kimmeridgiense inferior. Por lo tanto, por encima del *hard-ground* sobre él que se apoya la unidad no se ha encontrado registro de los materiales del Bathoniense superior, Calloviense y Oxfordiense, por lo que generalmente se admite la existencia de una laguna estratigráfica que abarca a estos pisos. En las facies "ammonítico rosso" existiría condensación tafonómica que abarca a parte del Oxfordiense y posiblemente a parte del Kimmeridgiense.

11. CALIZAS NODULOSAS DE LA ERMITA DE LA VIRGEN DE LA CABEZA. (Kimmeridgiense-Tithónico-Berriasiense).

Los niveles más superiores del corte de la Ermita de la Virgen de la Cabeza están constituidos por calizas y margocalizas nodulosas blanquecinas a grises, estratificadas en capas finas a medias, con finas intercalaciones margosas. Su espesor en el corte de la Ermita de la Virgen de la Cabeza sobrepasa ligeramente la decena de metros, por lo que no ha podido separarse en la cartografía de la unidad sobre la que se apoya. Cuando estos materiales infrayacentes son también calizas nodulosas, no se han cartografiado de forma conjunta.

Se trata de calizas *mudstone* a *wackestone* bioclásticos (GF0604) con fragmentos de equinodermos, bivalvos, gasterópodos, aptychus, ammonites y foraminíferos. Es posible que esta unidad equivalga, al menos parcialmente, a la Fm. Ammonítico Rosso superior (cf. MOLINA, 1987).

La unidad se organiza en secuencias estratocrecientes con un término inferior que puede ser margoso o margocalizo, y un término superior más calizo (Fig. 10f). El espesor de estas secuencias suele variar entre 1,5 a 3,5m. A lo largo de toda la secuencia se observan los planos de estratificación ondulados que comunican un carácter marcadamente noduloso a la unidad.

La sedimentación de esta unidad en el área donde ha podido reconocerse se ha llevado a cabo en una plataforma submareal de baja energía, bien oxigenada y con salinidad normal, que se rellena mediante secuencias de somerización estratocrecientes. El pequeño espesor registrado en la sección de la Ermita de la Virgen de la Cabeza sugiere, al igual que en la unidad anterior, la persistencia de una zona de umbral en este área que da lugar a procesos de condensación estratigráfica.

En el corte de la Ermita de la Virgen de la Cabeza, TAVERA (1985) cita la presencia de ammonites representativos de las zonas de *Simplisiphinctes* y *Transitorius* del Tithónico superior y la de *Jacobi* del Berriasiense, contenidos en los 3-5 metros superiores. En este mismo corte se han encontrado ejemplares de *Holcophylloceras*, de escaso valor estratigráfico.

12. BIBLIOGRAFÍA.

AZEMA, A.; FOUCAULT, A.; FOURCADE, E.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; GONZÁLEZ-DONOSO, J.M.; LINARES, A.; LINARES, D.; LÓPEZ-GARRIDO, A.C.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1979). Las microfacies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras

Béticas. *Univ. de Granada*. 83p, 46 lám.

BRAGA, J.C. (1983). Ammonites del Domerense de las Zona Subbética. *Tesis Doctoral Univ. Granada*. 410 págs.

BRAGA, J.C.; LINARES, A.; MOUTERDE, R. y RIVAS, P. (1979). El Toarcense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 389-396.

BURCHETTE, T.P. y WRIGHT, V.P. (1992) Carbonate ramp depositional systems. *Sedimentary Geology*, 79, 3-57.

DUBAR, G.; FOUCAULT, A. y MOUTERDE, R. (1967). Le Lias moyen des environs de Huescar (province Grenade, Espagne). *Bull. Soc. géol. de France*. 7. IX. 830-931.

FOUCAULT, A. (1962). L'unité du Rio Guardal (prov. Grenade, Espagne) et les liaisons entre Prébétique et Subbétique. *Bull. Soc. Geol. France*. 7. IV. 446-452.

FOUCAULT, A. (1971). Etude géologique des environs des sources du Guadalquivir (Prov. Jaen et Grenade, Espagne meridionale). *Tesis Doctoral. Univ. París*. 633p.

GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1979a). El Lías infracarxiense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 367-374.

GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; RIVAS, P. y VERA, J.A. (1979b). El Carxiense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 375-382.

GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ-GARRIDO, A.C.; MARTÍNEZ-ALGARRA, A.; MOLINA, J.M.; RUIZ-ORTIZ, P.A. y VERA, J.A. (1989). Las discontinuidades mayores del Jurásico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas: análisis e interpretación de los ciclos sedimentarios. *Cuad. Geol. Ibérica*. 13. 35-52.

JIMENEZ, A.P. y RIVAS, P. (1979). El Toaciense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 397-411.

LINARES, A. (1979). El Aalenense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 413-424.

MARTÍN, J.M. (1979). La dolomitización basal del Lias inferior subbético. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 583-589.

MOLINA, J.M. (1987). Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético externo (prov. Córdoba y Jaén). *Tesis, Univ. Granada*. 512p.

OLORIZ, F. (1979). El Kimmeridgense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 475-488.

OLORIZ, F. y TAVERA, J.M. (1979). El Tithónico de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 489-508.

REY, J. (1994). Análisis de la Cuenca Subbética durante el Jurásico y el Cretácico en la

- transversal Caravaca Vélez-Rubio. *Tesis Doctoral, Univ. Granada*, 460p.
- RUIZ-ORTIZ, P.(1979). El Jurásico de las Series y Unidades Intermedias entre Prebético y Subbético. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 545-551.
- SANDOVAL, J. (1979). El Bajocense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 425-440.
- SANDOVAL, J. (1979). El Bathonense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 441-451.
- SANDOVAL, J. (1983). Bioestratigrafía y Paleontología (*Stephanocera taceae* y *Perisphinctaceae*) del Bajociense y Bathonense en las Cordilleras Béticas. *Tesis Doctoral Univ. Granada*. 2 vol. 613 p.
- SEQUEIROS, L. (1979). El Calloviense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 453-462.
- SEQUEIROS, L. y OLORIZ, F. (1979). El Oxfordense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 463-474.
- SEYFRIED, H. (1979). Ensayo sobre el significado paleogeográfico de los sedimentos del Jurásico de las Cordilleras Béticas Orientales. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 317-348.
- TAVERA, J.M. (1980). Ammonites del Tithónico superior-Berrisense de las Zonas Subbéticas. *Tesis Doctoral Univ. Granada*. 381 págs.
- VAN VEEN, G.W. (1969). Geological investigations in the region of Caravaca South Eastern Spain. *Tesis Doctoral*. 143 p.
- VERA, J.A. (1979). Paleogeografía de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas durante el Jurásico (Introducción). *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 10, 553-556.
- VERA, J.A. (1983). Aspectos sedimentológicos de la evolución de los dominios alpinos mediterráneos durante el Mesozoico. In: A. Obrador (Ed.), *Libro homenaje a L. Sanchez de la Torre*. Publ. Geología, 20, Univ. Aut. Barcelona, 25-54.

JURASICO
HOJA 22-37
SAN CLEMENTE

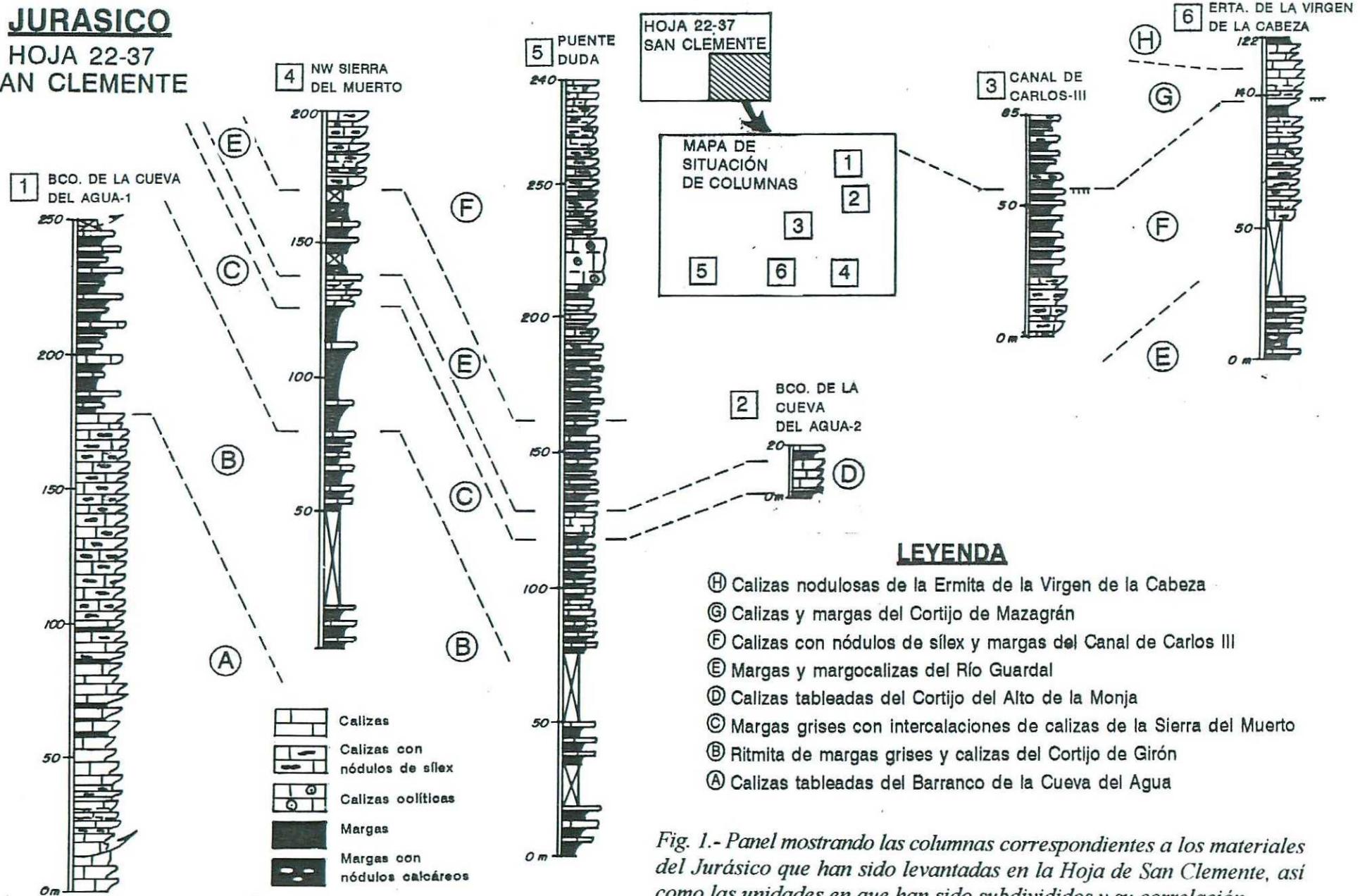
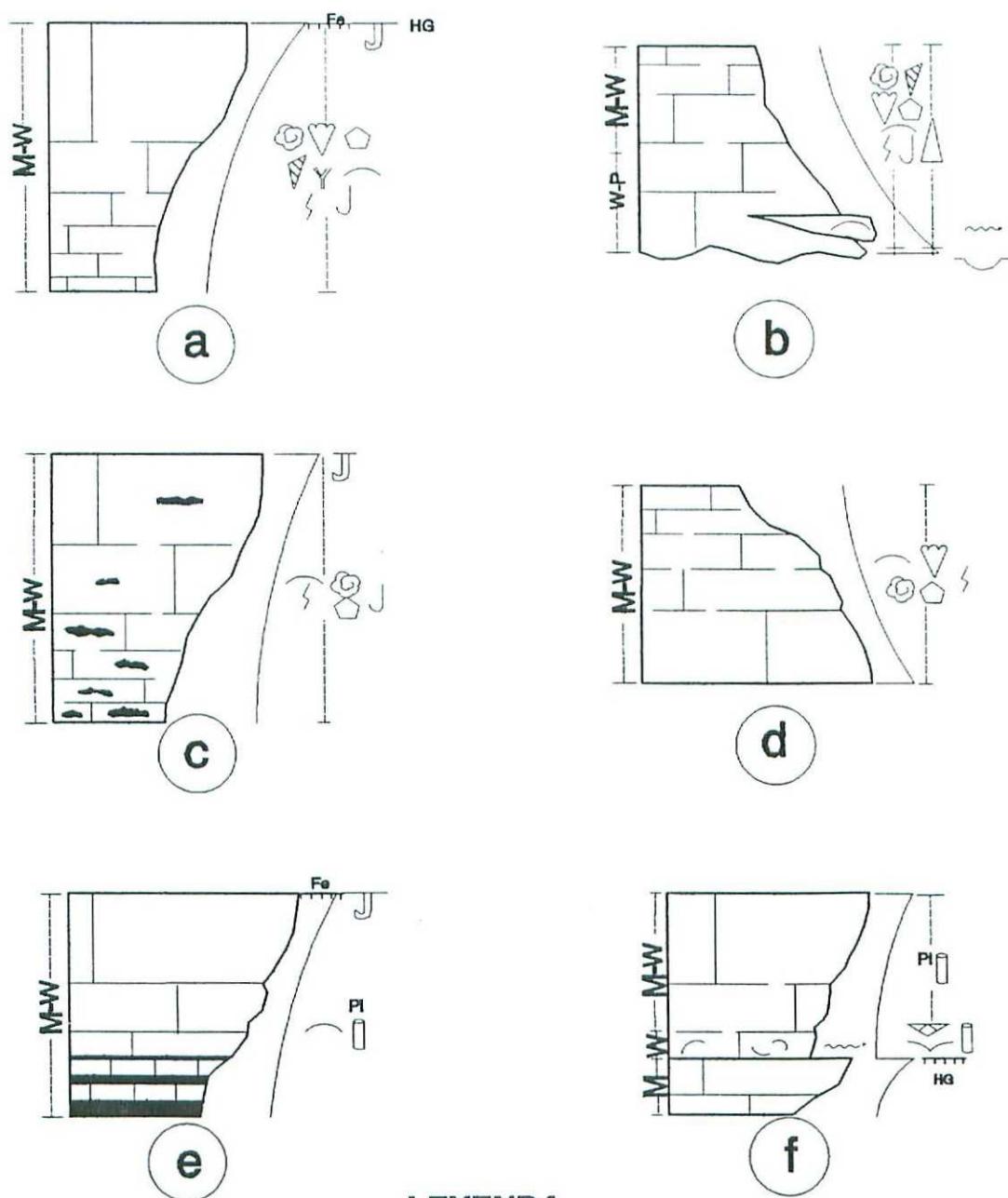


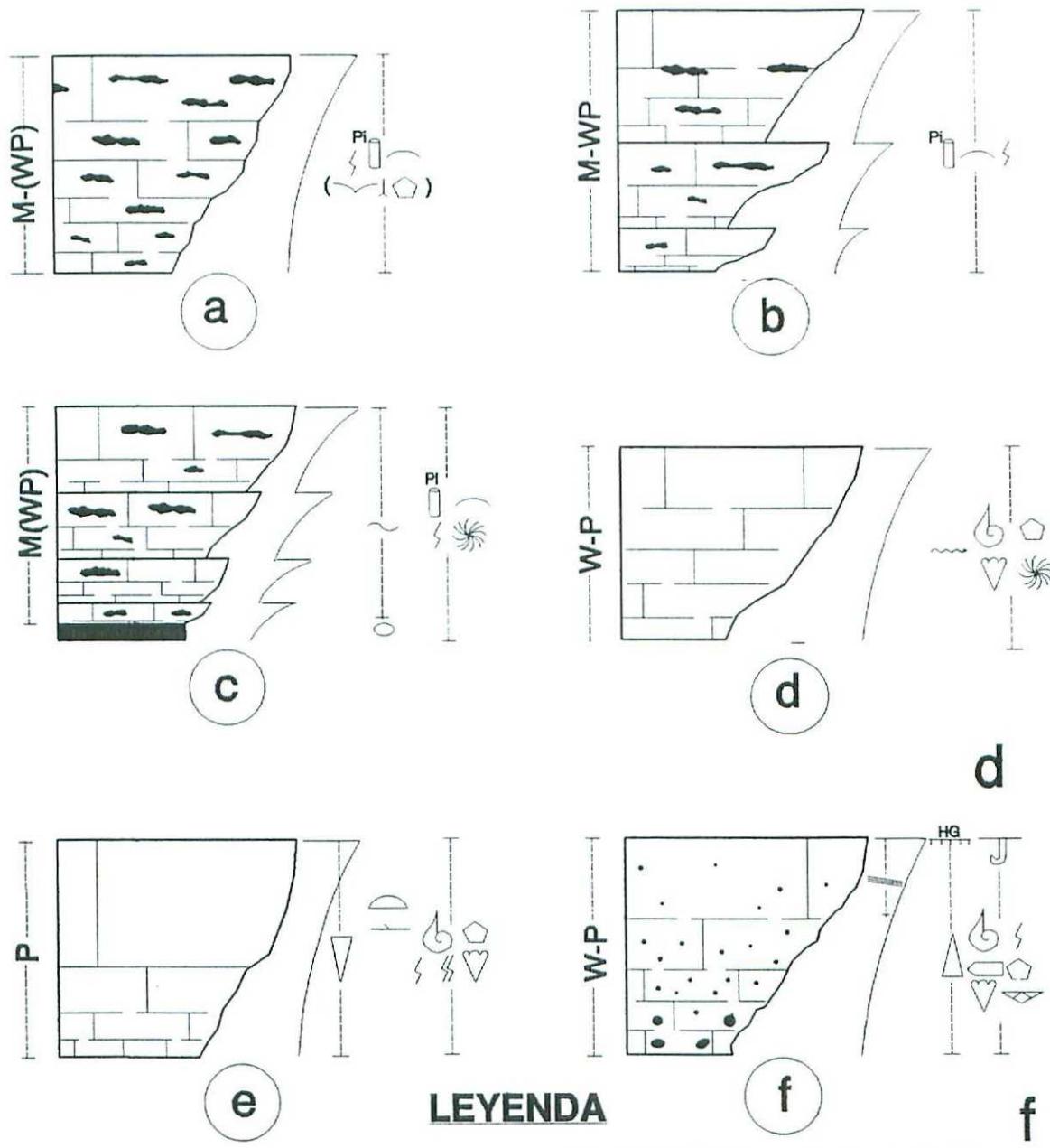
Fig. 1.- Panel mostrando las columnas correspondientes a los materiales del Jurásico que han sido levantadas en la Hoja de San Clemente, así como las unidades en que han sido subdivididos y su correlación.



LEYENDA

- | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| — Base canalizada | ○ Oncolitos | — Bivalvos de concha fina |
| ~~ Rill bioclástico | ♥ Bivalvos | Y Briozoos |
| — Secuencia estratocreciente | ◊ Crinoideos | — PI Tubos piríticos |
| — Secuencias estratodecreciente | ▽ Gasterópodos | — S Serpúlidos |
| — Secuencias granodecrecientes | △ Braquiópodos | — M Mudstone |
| Fe Costra ferruginosa | — J Ostrácodos | — W Wackestone |
| — Superficie perforada | — E Esponjas | — P Packstone |
| | — Bioturbación escasa | HG Hard-ground |

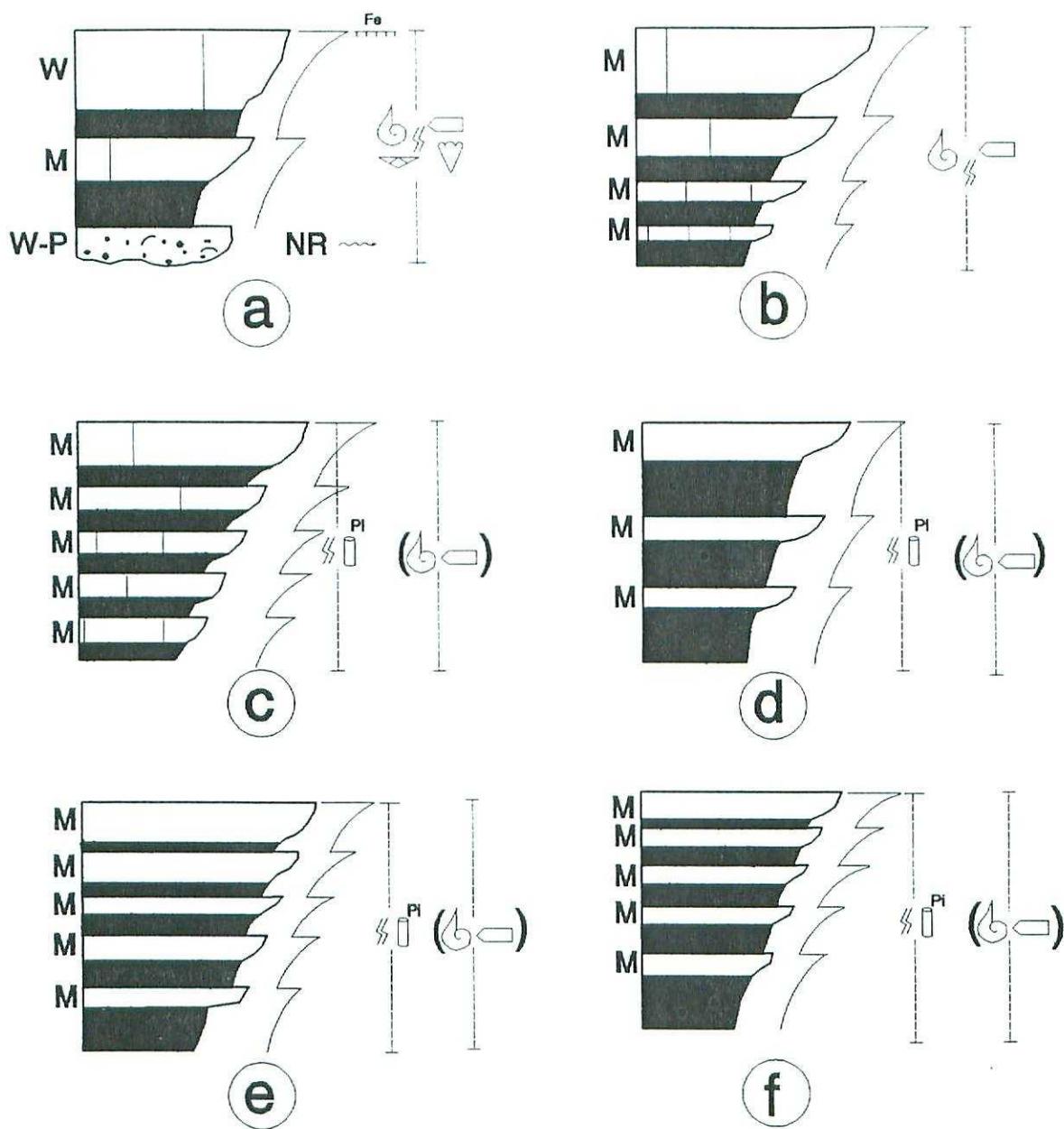
Fig. 2.- Secuencias tipo correspondientes a los tramos inferiores de las Calizas tableadas del Barranco de la Cueva del Agua. Predominan las secuencias estratocrecientes frente a las estratodecrecientes.



LEYENDA

—	Cuerpos con morfología de barra	—	Superficie perforada	—	Esponjas
—	Estratificación cruzada planar	—	Bioturbación escasa	—	Crinoideos
—	Laminación cruzada	—	Bioturbación moderada	—	Zoophycos
—	Rill bioclástico	—	Ammonites	—	Tubos pírricos
—	Estratificación ondulada	—	Belemnites	—	Mudstone
—	Estratificación nodulosa	—	Braquiópodos	—	Wackestone
—	Secuencia estratocreciente	—	Bivalvos	—	Packstone
—	Secuencias granodecrecientes	—	Espícululas de esponjas	—	HG Hard-ground
—	Costra ferruginosa	—	Bivalvos de concha fina		

Fig. 3.- Secuencias tipo correspondientes a los tramos medio y superior de las Calizas tableadas del Barranco de la Cueva del Agua. Las secuencias a, b, c corresponden todavía al "infracrixiense", mientras que las secuencias d, e, f corresponden a los materiales del Domeriense inferior.

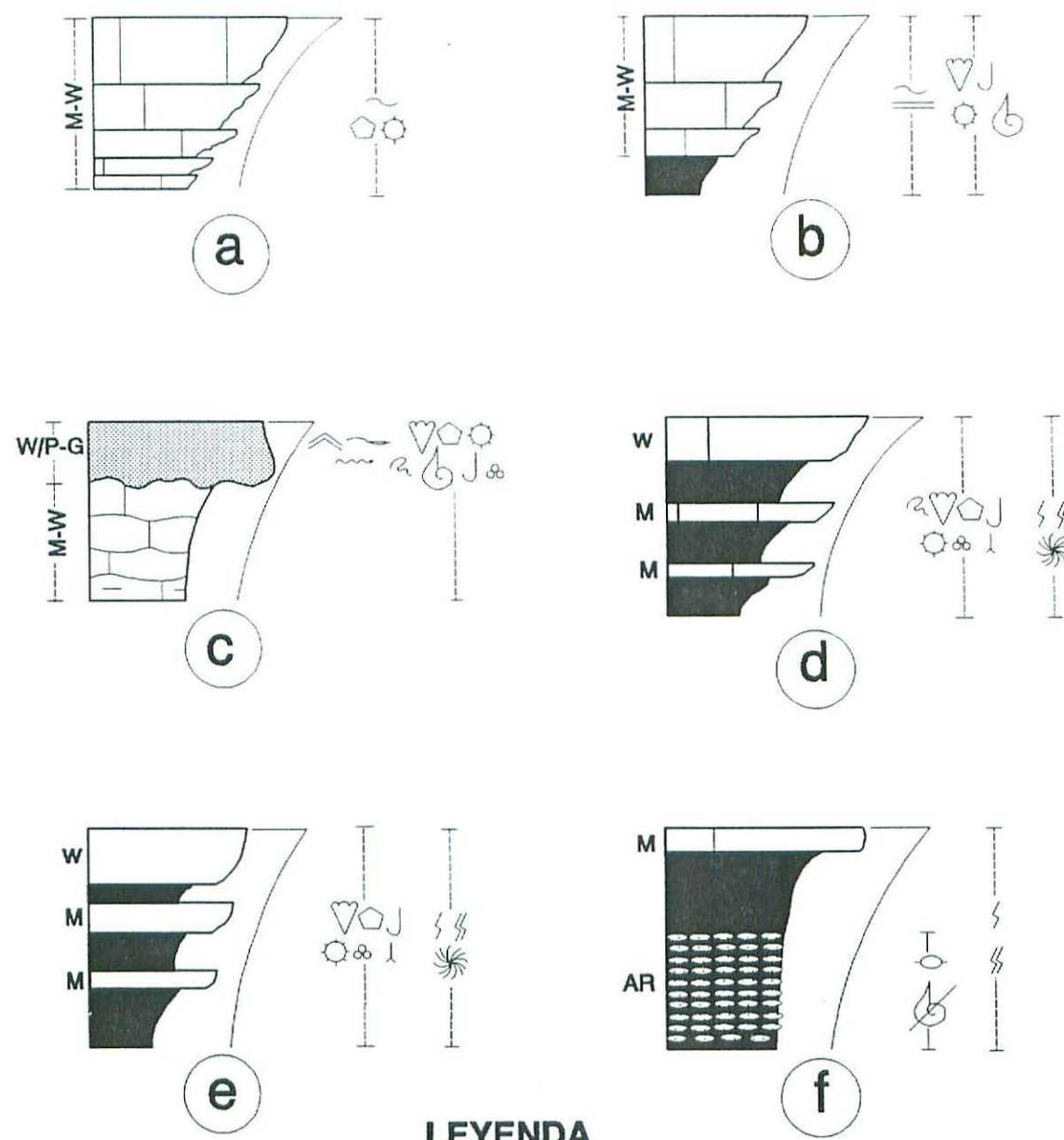


LEYENDA

- Secuencia estratocreciente
- ~~ Rill bioclástico
- Fe Costra ferruginosa
- Ⓐ Ammonites
- Ⓑ Belemnites
- △ Braquiópodos
- ▽ Bivalvos

- ⚡ Bioturbación escasa
- ⚡⚡ Bioturbación moderada
- Pl Tubos piríticos
- M Mudstone
- W Wackestone
- P Packstone
- NR Nivel de removilización

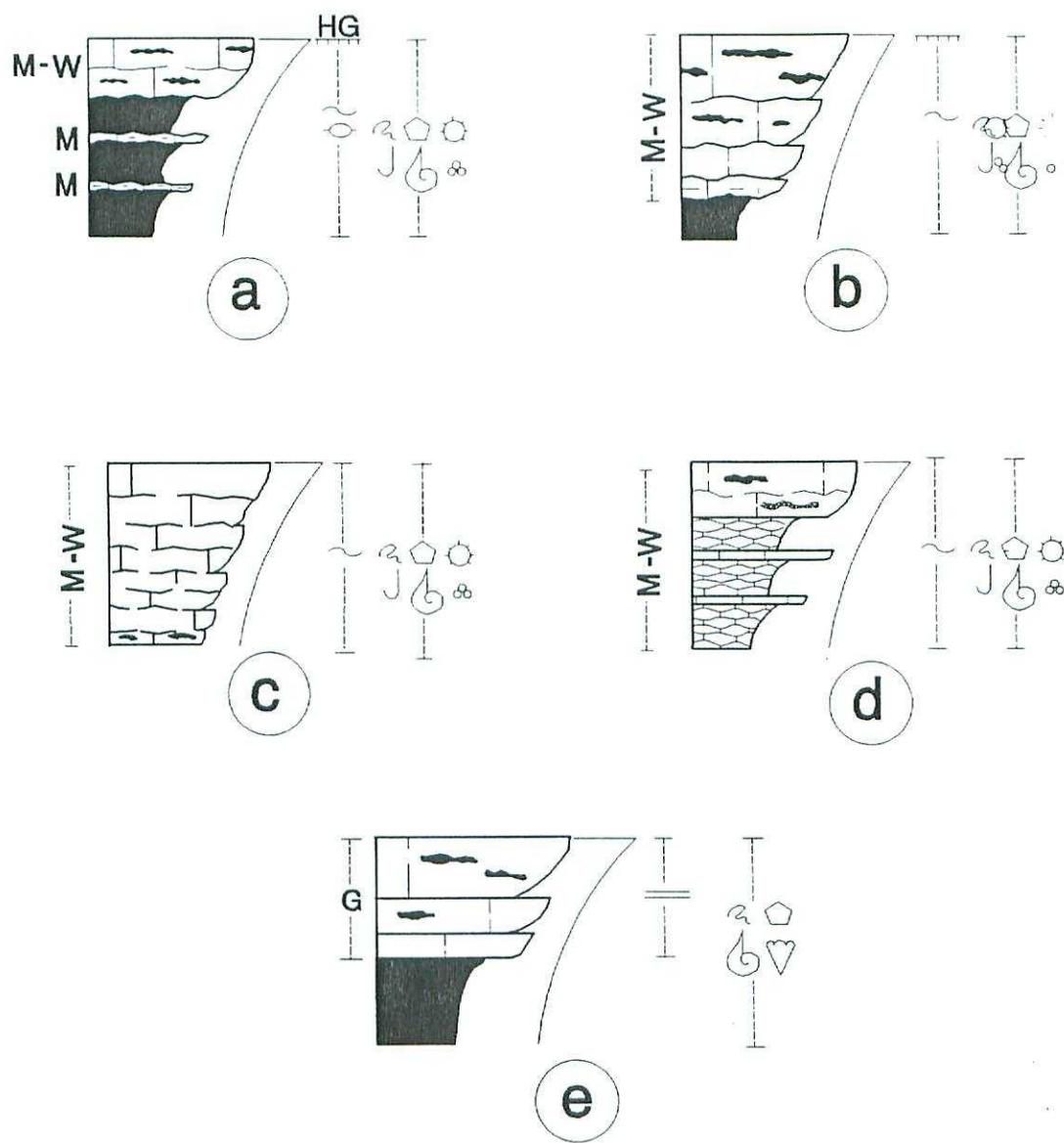
Fig. 4.- Secuencias tipo de la Ritmita de margas grises y calizas del Cortijo de Girón (a-f) y de las Margas grises con intercalaciones calcáreas de la Sierra del Muerto (d). La polaridad de las secuencias está marcada por el espesor de los estratos y por la diferente proporción de los términos calizos y margosos.



LEYENDA

- | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| — Secuencia estratocreciente | ◆ Bivalvos | ◆ Zoophycos |
| ~ Estratificación ondulada | ◇ Crinoideos | ~ Bioturbación escasa |
| ○ Estratificación nodulosa | ○ Radiolarios | ## Bioturbación moderada |
| ~~ Rill bioclastico | ~ Microfilamentos | M Mudstone |
| == Laminación paralela | ○ Ostrácodos | W Wackestone |
| ▲ Ripples de oleaje | ○ Espículas de esponjas | P Packstone |
| ~ Estratificación flaser | ○ Microfósiles | G Grainstone |
| ○ Ammonites | | AR Amonitico rosso |

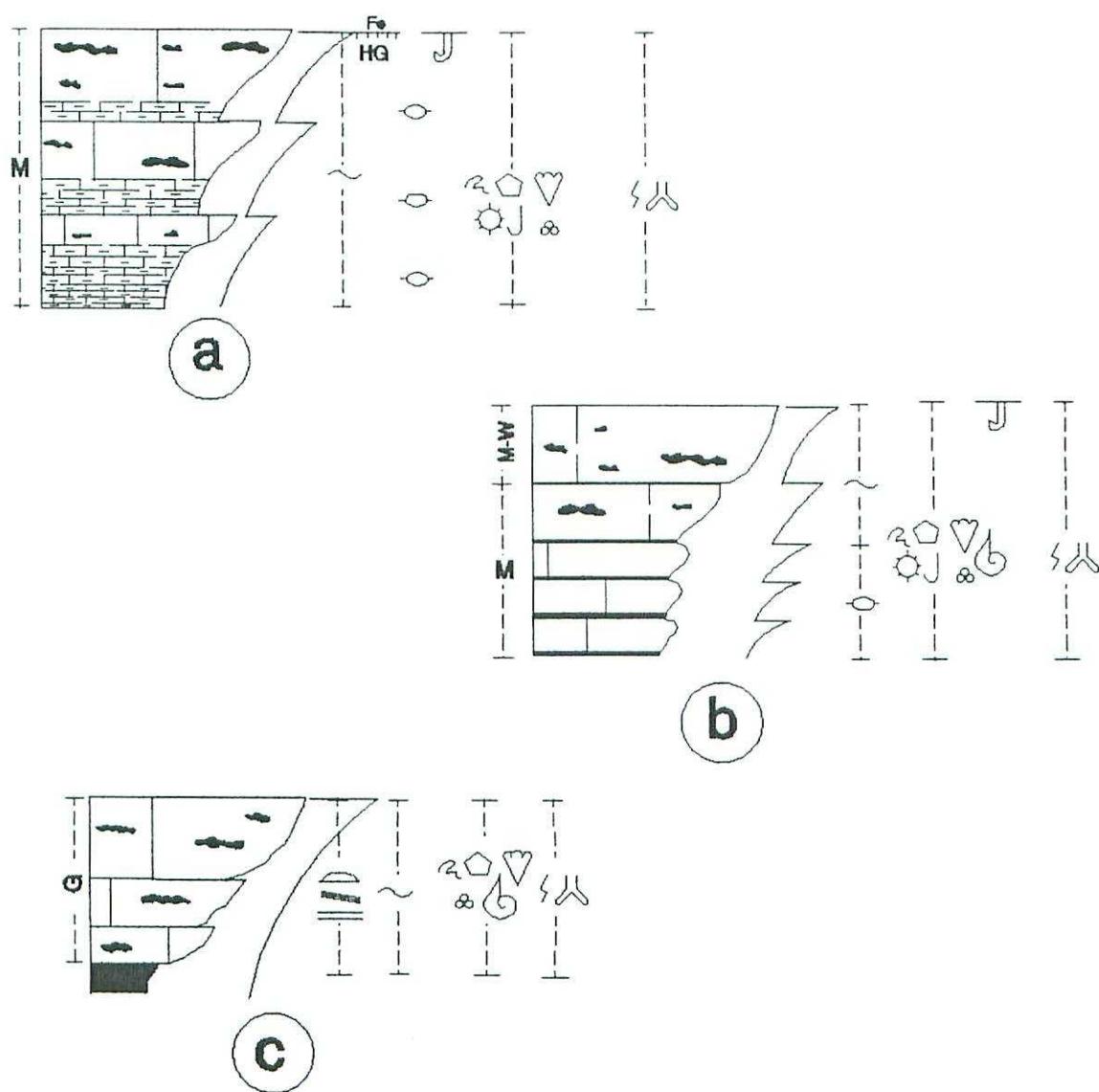
Fig. 5.- Secuencias tipo de las Calizas tableadas del Cortijo del Alto de la Monja (a,b,c,) y de las Margas y margocalizas del Río Guardal (d,e,f,).



LEYENDA

	Secuencia estratocreciente		Ostrácodos
	Estratificación ondulada		Microfósiles
	Estratificación nodulosa		Radiolarios
	Laminación paralela		Bioturbación escasa
	Ammonites		Bioturbación moderada
	Bivalvos		Hard-ground
	Crinoideos		Mudstone
	Microfilamentos		Wackestone
			Packstone
			Grainstone

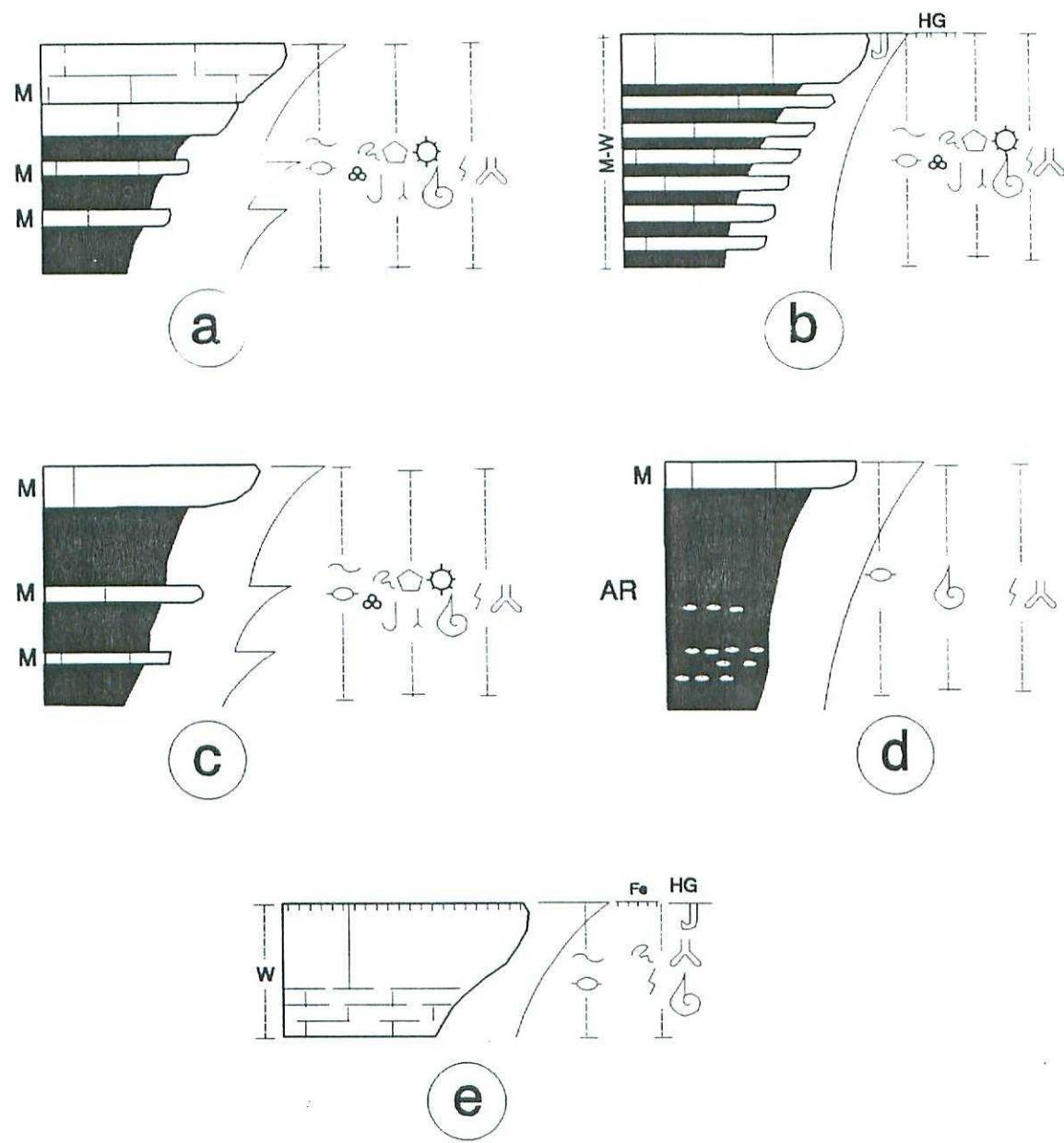
Fig. 6.- Secuencias tipo del tramo inferior de las Calizas con nódulos de silex y margas del Canal de Carlos III.



LEYENDA

	Secuencia estratocreciente		Barras		Ammonites
	Costra ferruginosa		Laminación paralela		Microfilamentos
	Estratificación ondulada		Radiolarios		Thalassinoides
	Estratificación nodulosa		Ostrácodos		Bioturbación escasa
	Superficie perforada		Bivalvos		Mudstone
	Hard-ground		Crinoideos		Wackestone
	Estratificación cruzada planar		Microfósiles		Grainstone

Fig. 7.- Secuencias tipo del tramo intermedio de las Calizas con nódulos de silex y margas del Canal de Carlos III.



LEYENDA

	Secuencia estratocreciente		Microfilamentos		Ostrácodos
	Costra ferruginosa		Ammonites		Thalassinoides
	Estratificación ondulada		Crinoideos		Bioturbación escasa
	Estratificación nodulosa		Radiolarios		Mudstone
	Superficie perforada		Microfósiles		Wackestone
	Hard-ground		Espículas de esponjas		Ammonitico rosso

Fig. 8.- Secuencias tipo del tramo superior de las Calizas con nódulos de silex y margas del Canal de Carlos III.

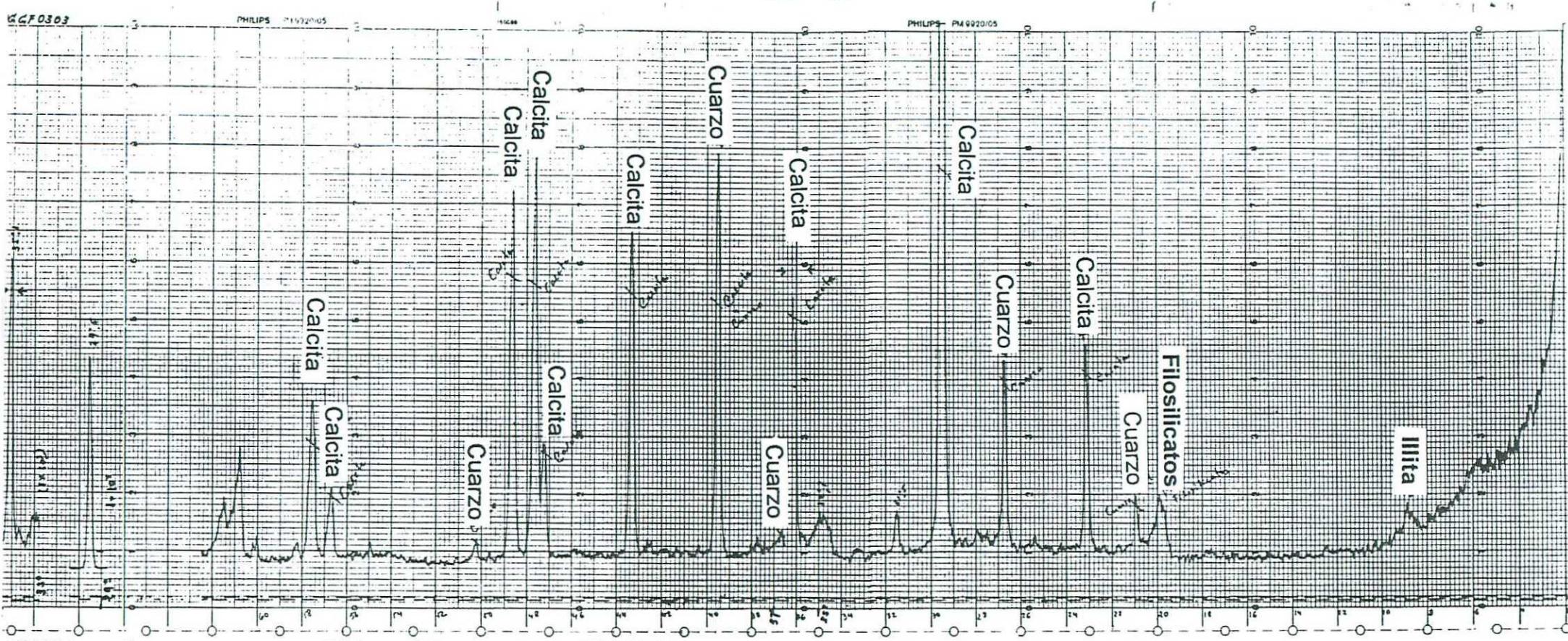
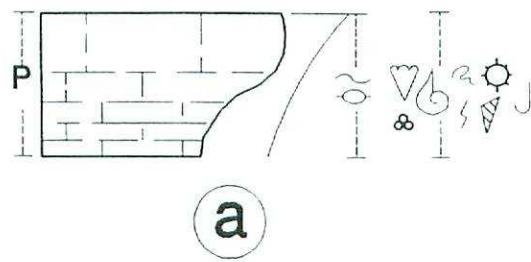
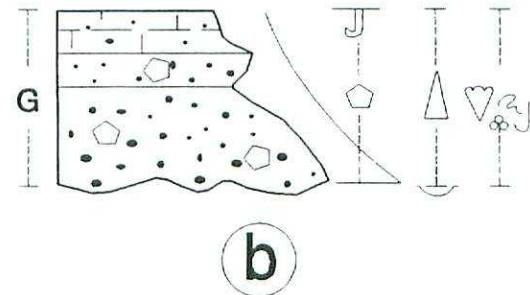


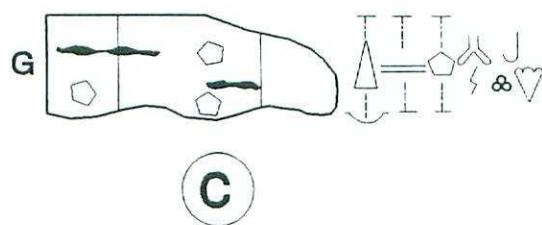
Fig. 9.- Difractograma de Rayos X correspondiente a una muestra de las facies "ammonítico rosso" de las Calizas y margas del Cortijo de Mazagrán, tomada en el corte del Canal de Carlos III. Entre los minerales de arcilla predominan la Illita y los Filisilicatos. El resto de los picos con suficiente entidad corresponden a Calcita y Cuarzo.



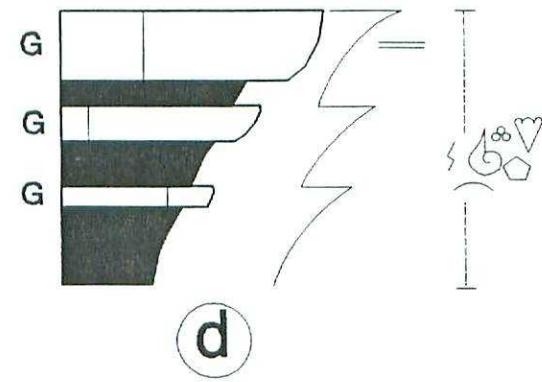
a



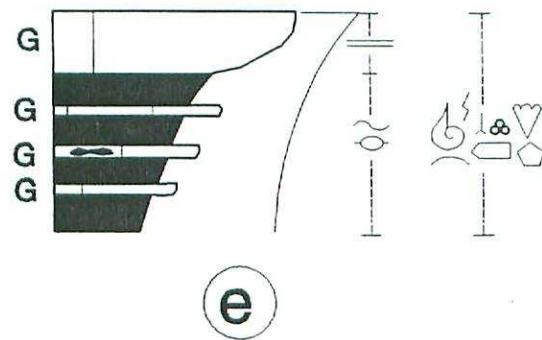
b



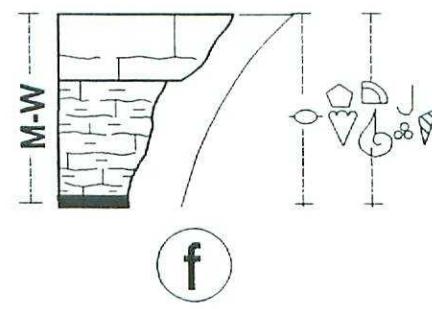
c



d



e



f

LEYENDA

Curva ascendente	Secuencias estratocrecientes	□	Aptychus	□	Belemnites
Curva descendente	Secuencias estratodecrecientes	▽	Bivalvos	○	Microfilamentos
Triángulo ascendente	Secuencias granodecrecientes	○	Radiolarios	—	Espículas de esponjas
Curva con una onda	Base canalizada	○	Microfósiles	—	Bivalvos de concha fina
Doble línea horizontal	Laminación paralela	△	Gasterópodos	△	Thalassinoides
Curva ondulada	Estratificación ondulada	○	Ostrácodos	M	Mudstone
Curva con un nudo	Estratificación nodulosa	○	Ammonites	W	Wackestone
Curva con un agujero	Superfície perforada	○	Crinoideos	P	Packstone
Curva con un punto	Bioturbación escasa	○		G	Grainstone

Fig. 10.- Secuencias tipo de las Calizas y margas del Cortijo de Mazagrán (a,b,c,d,e) y de las Calizas nodulosas de la Ermita de la Virgen de la Cabeza (f).