

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 11	Págs. 445-458	Madrid, 1987
----------------------------	---------	---------------	--------------

**LAS FACIES CARBONATADAS DEL TRIAS MEDIO
DE LA FORMACION HORNOS-SILES (PROVINCIA DE JAEN,
ZONA PREBETICA)**

POR

A. GIL *, J. FERNÁNDEZ *, M. GARCÍA-HERNÁNDEZ *, F. HIRSCH **
y A. C. LÓPEZ-GARRIDO ***

RESUMEN

La Formación Hornos-Siles muestra sucesiones estratigráficas que consisten en un miembro terrígeno inferior, un miembro carbonatado y terrígeno medio y un miembro terrígeno superior. El elemento más significativo de esta formación es el desarrollo de materiales carbonatados fosilíferos, no existentes en el borde de la Meseta. Dichos materiales están constituidos por tres bancos en las series más completas (hacia el Este), y por uno solo, el superior, con notable reducción de potencia, hacia el Oeste.

En los bancos se constatan varias secuencias negativas que comienzan, tras un «hard-ground», con lutitas con yesos nodulares y en niveles laminares, a los que siguen los carbonatos en continuidad. En ellos las secuencias más completas se dan en los bancos superiores, con los siguientes tipos de facies de abajo arriba.

Mudstone. Sensiblemente laminados con restos arcillosos. Presencia de «sheets-cracks» y moldes de evaporitas. Forman la casi totalidad del banco primero y se interpretan como depósitos peritidales de borde interno de plataforma en condiciones de clima árido («sabka»).

Wackestone y /o Packstone. Niveles más gruesos, intensamente bioturbados con abundante fauna de Bivalvos, algunos Crinoides y Conodontos y raros Ammonoideos que han permitido datar el Ladiense superior. Corresponden a depósitos de tipo lagoon.

* Departamento de Estratigrafía, Universidad de Granada, Granada.

** Geological Survey of Israel, Jerusalem (Israel).

*** Instituto Andaluz de Geología Mediterránea, Centro Mixto C. S. I. C., Universidad de Granada.

Grainstones oolíticos y bioclásticos. Niveles lenticulares, decimétricos, intensamente dolomitizados con ripples a techo. Granos pequeños y bien calibrados. Se interpretan como pequeñas barras («Shoals») en el lagoon.

La historia diagenética de estos carbonatos presenta aspectos de interés (cementación, dolomitización tardía, dedolomitización, micritización, disolución y compactación).

Las facies carbonatadas fosilíferas de este sector de la Zona Prebética, representan episodios de carácter transgresivo que culminan con el banco superior, el más expansivo hacia la Meseta. El acuñaamiento y desaparición hacia el Oeste de los bancos carbonatados se realiza en el seno de lutitas que corresponden a depósitos de llanura de inundación costera en un contexto de ríos «braided».

ABSTRACT

The Hornos-Siles Formation of the Prebetic Zone (Jaen Province, Southeastern Spain) (fig. 1) is characterized by a lower variegated clastic member (M 2) a middle variegated clastic and carbonatic member (M 3) and an upper clastic and evaporitic member (K 1 - K.5) (fig. 2).

The middle member is most significant by the appearance of up to three carbonatic fossiliferous intercallations that pinch out towards the Meseta to the West (fig. 3).

The carbonatic units include some negative sequences at their base that start with hardground accompanied by lutites and nodules of gypsum as well as laminites, followed by carbonatic sedimentation. The most complete sequence appears in the upper intercallation, that comprises from base upward the following facies.

Mudstone: slightly laminated with traces of clay, showing sheet-cracks and evaporitic casts. Comprise most of the lower subunit and are interpreted as peritidal deposits of the internal platform edge under arid climatic and sabkha conditions.

Wackestone and/or Packstone: Follow intensively bioturbated slightly thicker beds with abundant Bivalves, few Crinoids, Conodonts and occasional ammonoids. The later give to the middle and upper intercallations respectively an Upper and Uppermost Ladinian (Lengobardian) age (MARQUEZ-ALIAGA *et al.*, in press).

Grainstone: oolitic and bioclastic decimetric lenticular beds, strongly dolomitized, topped by ripples; represent small shoals of small sized well sorted grains.

Early and late dolomitization, dedolomitization, micritization, dissolution and compaction are part of the diagenetic evolution of these carbonatic beds. The fossiliferous limestone facies of this part of the Prebetic Zone represent episodes of transgressive character that culminates in the upper intercallation, which extends the farthest towards the Meseta. This wedging out towards the West takes place within lutites showing the character of braided rivers (fig. 3).

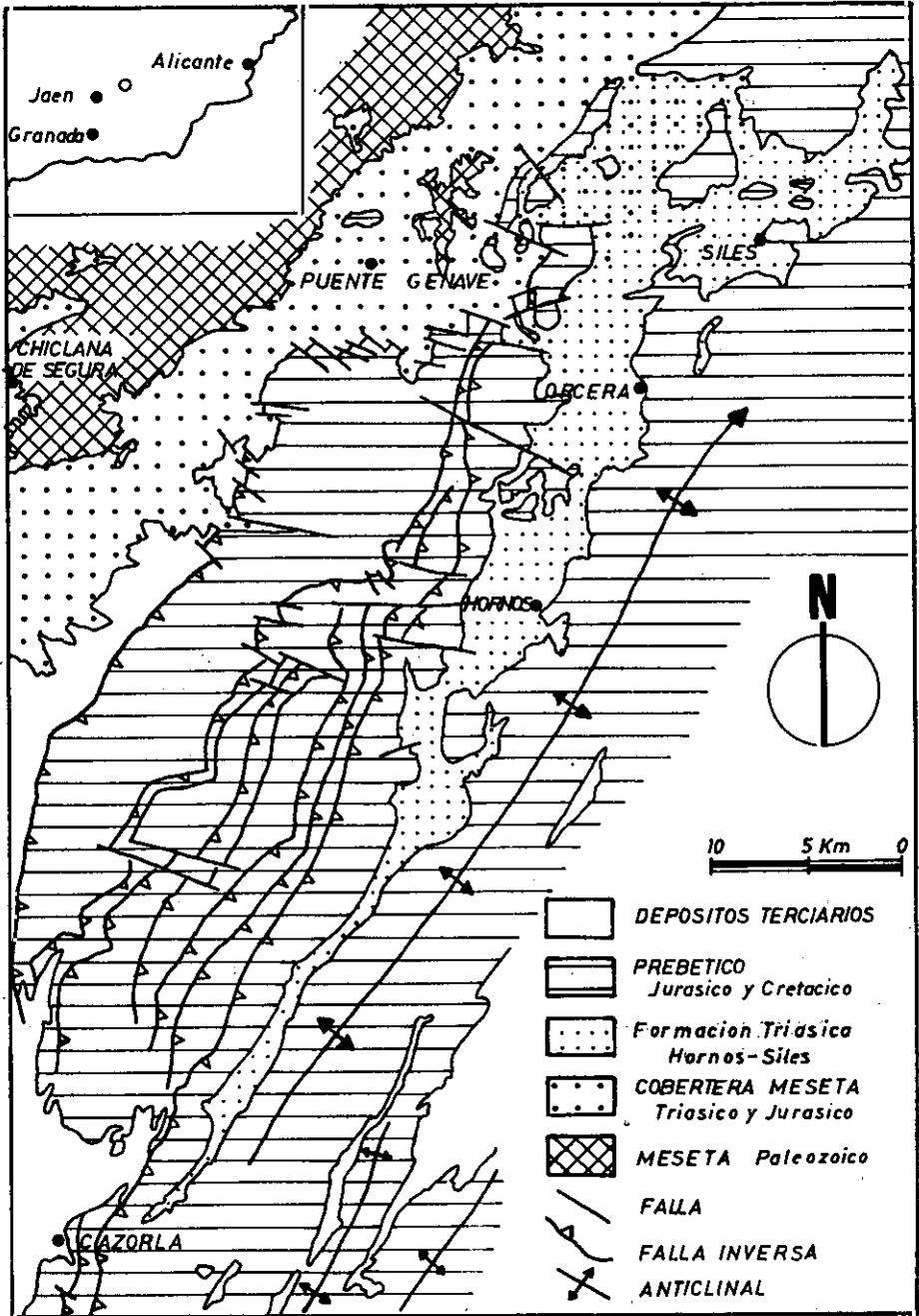
I. MARCO GEOLOGICO Y ANTECEDENTES

El Trías de la Zona Prebética en la parte NE de la provincia de Jaén está constituido mayoritariamente por rocas terrígenas y en menor proporción carbonatadas y evaporíticas, que afloran ampliamente en el valle alargado según las directrices estructurales de la región (fig. 1), que constituye la separación entre los dominios del Prebético externo (Sierra de Cazorla) y del Prebético interno (Sierra de Segura).

El conjunto de materiales triásicos fue definido como Formación de Hornos-Siles por LOPEZ-GARRIDO (1971) y representan un cambio lateral de facies de las capas detríticas rojas (con ausencia de calizas fosilíferas) que con el nombre de Formación de Chiclana de Segura (LOPEZ-GARRIDO, 1971) constituyen el borde de la Meseta Ibérica. La relación lateral entre ambas formaciones triásicas puede observarse en varios puntos localizados al N del río Guadalimar, especialmente en los alrededores de La Puerta del Segura (fig. 1), donde se acuña el banco carbonatado superior de facies Muschelkalk, que es el más expansivo.

Varios son los trabajos que se han realizado sobre determinados aspectos de la Formación de Hornos-Siles después de su definición. HIRSCH (1972) correlaciona los conodontos encontrados en las calizas de dicha Formación con otros de Israel y SE de Francia. LOPEZ-GARRIDO (1975) realiza la cartografía de esta Formación para el Mapa Geológico de España 1/50.000 (n.º 887, Orcera). HIRSCH (1977) establece la bioestratigrafía de las calizas fosilíferas y su correlación en el ámbito del Mediterráneo. RIEBER (in L. G. 1971); PARNES (1977) y PARNES *et al.* (1985) efectuaron la diagnosis de los Ammonoideos encontrados por LOPEZ GARRIDO como *Protrachyceras hispanicum* y *Gevanites (Andalusites) hornosianus* respectivamente. SYKES y SIMON (1975) encuentran dientes de peces en las calizas fosilíferas próximas a Siles. BESEMS (1981 y 1983), a partir de las series estratigráficas descritas anteriormente, estudia el polen de ambas formaciones triásicas, la de Chiclana de Segura y la de Hornos Siles.

Finalmente, MARQUEZ-ALIAGA *et al.* (in press) realizan una revisión taxonómica de unos 1.000 ejemplares de bivalvos recolectados en



las facies carbonatadas de la Formación de Hornos-Siles perteneciente a la provincia Sefardí y, teniendo en cuenta todas las dataciones precedentes a partir de bivalvos, ammonoideos, conodontos y palinofórmos, dan una edad Ladiniense superior.

II. ESTRATIGRAFIA

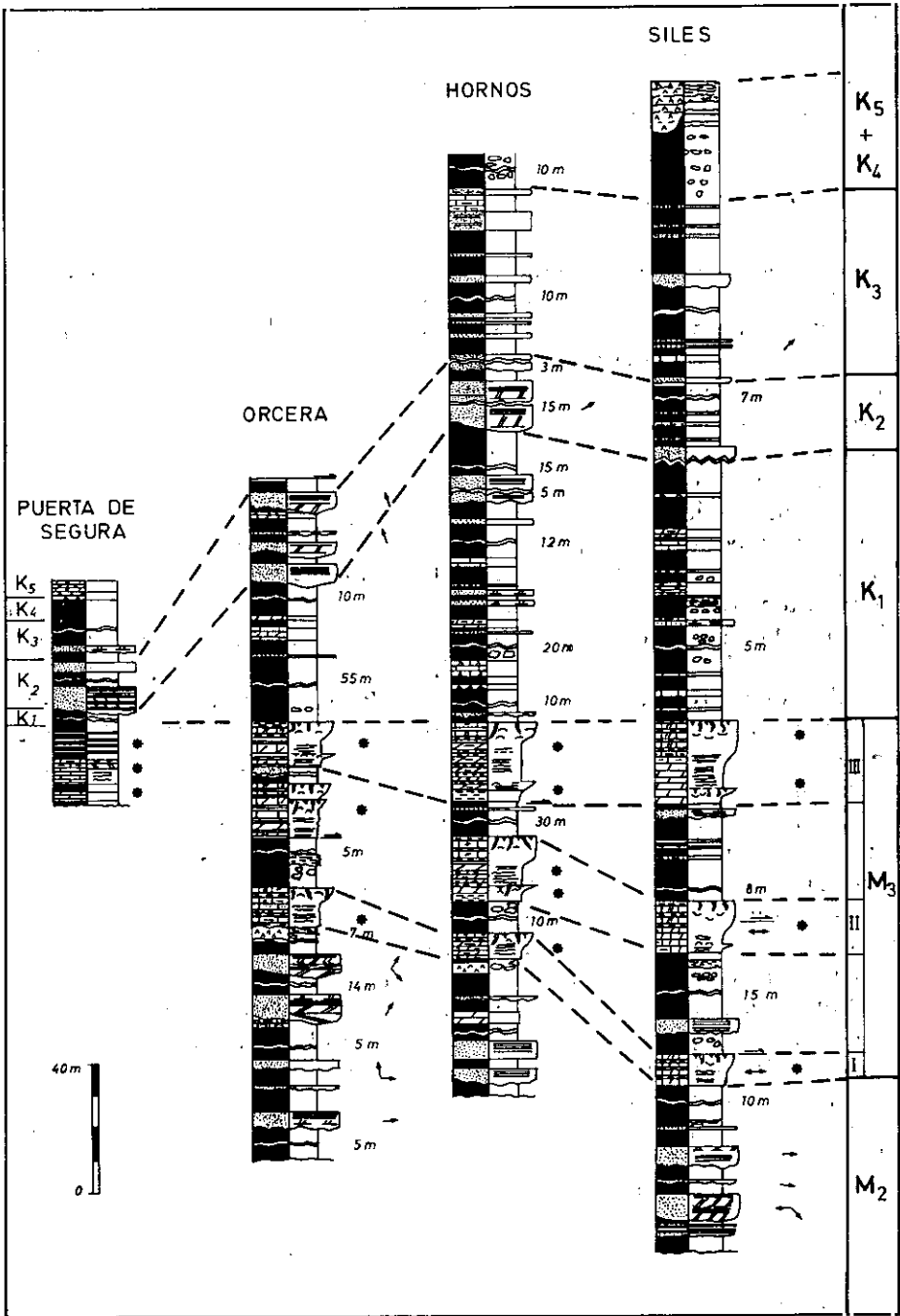
Los materiales carbonatados de la Formación de Hornos-Siles afloran en el seno de una sucesión estratigráfica relativamente monótona en la que predominan las lutitas y margas, con algunos episodios de areniscas y evaporitas. Este conjunto terrígeno-evaporítico aparece en la serie tanto por debajo como sobre los carbonatos, si bien el superior está mejor representado y es fácilmente correlacionable con las unidades propuestas por ORTI CABO (1974) para el Keuper del Levante español.

Los materiales más antiguos que afloran bajo las facies carbonatadas están compuestos por una parte inferior constituida por lutitas rojas y verdes con intercalaciones de areniscas y delgados niveles de carbonatos edáficos con una potencia de unos 70 m. La parte superior (15-20 m.) es una secuencia lutítico-evaporítica que comienza con yeso de tipo nodular-hematoideo y termina en yeso laminado. Las dataciones de polen efectuadas por SOLE DE PORTA, así como la correlación de estos materiales con el Tramo Rojo Intermedio (M_2 de la fig. 2) de la Cordillera Ibérica o de Cataluña, permiten datarlos como Ladiniense inferior.

Las facies carbonatadas están compuestas por hasta tres bancos separados por lutitas con algunas evaporitas y niveles arenosos. Casi invariablemente el banco comienza por dolomías finas, en general azoicas, y termina con calizas fosilíferas de aspecto tableado. De los tres bancos, el superior (III, fig. 2) es el más expansivo y por tanto el que se acuña más próximo a la Meseta en el seno de las facies terrígenas del borde de la Meseta (GIL *et al.*, en este mismo volumen). Todos los datos bioestratigráficos debidamente valorados (MARQUEZ-ALIAGA *et al.*, in litt) conducen a datar estos materiales como Ladiniense superior y a correlacionarlos con el tramo M_3 de los Catalánides.

Sobre ellos se superpone una sucesión en la que son fácilmente identificables las unidades litoestratigráficas de las facies Keuper descritas por ORTI CABO (1974):

FIG. 1.—Localización geológica de la Formación Hornos-Siles.
Location Map of the Hornos-Siles Fm.



K₁ — Margas y lutitas rojas y verdes con bancos interestratificados de yesos nodulares, carbonatos y arenas en menor proporción. La potencia disminuye rápidamente en dirección hacia la Meseta desde los 120-110 m. que presenta en Hornos y Orcera a 15 m. en la Puerta de Segura.

K₂ — Areniscas amarillentas (Arenisca de Manuel) que se presenta en bancos gruesos separados por delgados niveles lutíticos. Potencia media de 30-40 m.

K₃ — Lutitas rojas oscuras con delgadas intercalaciones de carbonatos y areniscas. Potencia en torno a 75-80 m.

K₄+K₅ — Lutitas rojas y verdes con evaporitas, tanto en nódulos como en láminas.

Dado que el contacto entre los materiales triásicos de la Formación de Hornos-Siles y los Jurásicos y Cretácicos de las Unidades de Cazorla y Sierra del Segura no se mantiene concordante en toda la región, pasando en amplios sectores a ser un contacto tectonizado (LOPEZ-GARRIDO, 1971), la potencia de estas dos últimas unidades es variable (35 a 60 m.) e incluso es la causa de que en amplios sectores no esté representada la unidad K₃.

Sobre las facies Keuper, y cuando el contacto no está tectonizado, se sitúan dolomías tableadas blanco-grisáceas equivalentes a las Dolomías de Imón (GOY y YEBENES, 1977), que deben de representar el paso del Triás al Jurásico.

El objetivo del presente trabajo es el análisis de las facies carbonatadas y de los procesos diagenéticos asociados a las mismas, a fin de establecer una correcta interpretación sedimentaria de gran interés en el contexto regional.

III. FACIES, SECUENCIAS Y AMBIENTES DE LOS BANCOS CARBONATADOS

Los materiales en cuestión son calizas a menudo dolomitizadas, bien estratificadas, de colores oscuros. La morfología general de los bancos es lenticular, acuñándose hacia Noroeste entre las lutitas con evaporitas que se les intercalan, o bien más raramente entre areniscas con laminación paralela.

FIG. 2.—Gráfico de correlación. Los asteriscos indican la posición de los niveles fosilíferos.

Columnar sections and correlation of the units of the Hornos-Siles Fm.

Cabe distinguir tres tipos de facies bien diferenciados estrechamente relacionados entre sí.

Mudstone. Se trata de micritas, a veces con laminaciones arcillosas, con escasos 10% máximo) elementos terrígenos finos (cuarzo entre 40-60 μ de tamaño (foto 1). Existen «sheet-cracks» y pseudomorfos de evaporitas (foto 2). A veces el sedimento se presenta bioturbado y con algunos granos esqueléticos (moluscos, crinoideos y ostrácodos), pellets y más raramente intraclastos.

Estas facies constituyen una proporción importante en el conjunto de los bancos, y se interpretan como depósitos de borde interno de la plataforma peritidal, en condiciones de clima árido (sabka).

Wackestone y/o packstone. Son niveles bioclásticos constituidos principalmente por moluscos (lamelibranquios y gasterópodos sobre todo), crinoideos y ostrácodos (fotos 3 y 4). Es frecuente la bioturbación intensa con galerías horizontales de tipo Thalassinoideos, en donde se concentra un sedimento más fino con pellets y generalmente azoico. Están ausentes los elementos terrígenos y los moldes de evaporitas.

La distribución cuantitativa y cualitativa de la fauna de bivalvos de estas facies han permitido caracterizar cada una de las intercala-

FOTO 1.—Mudstone sensiblemente laminado y bioturbado. Pequeños granos de cuarzo dispersos y cristales de dolomita.
Laminated and burrowed mudstone. Dispersed small grains of quartz and dolomite crystals.

FOTO 2.—Mudstone dolomitizado con pseudomorfos de evaporitas. Esta dolomitización tardía llega a afectar de forma incipiente a los pseudomorfos.
Dolomitized mudstone with evaporite pseudomorphs. This late dolomitization also affects incipiently the evaporite pseudomorphs.

FOTO 3.—Wackestone bioclástico constituido por Lamelibranquios, Gasterópodos y Crinoideos. Se observa sedimento interno en el interior de algunas conchas disueltas (A); presencia de bioclastos micritizados; (B) finamente dolomitizados; y dolomitización tardía que afecta especialmente a la matriz.
Bioclastic wackestone made of Paleocyphods, Gastropods and Crinoids. Note (1) presence of internal sediment within some dissolved shells (marked A), (2) the presence of micritized and finely dolomitized bioclasts (marked B), and (3) the late dolomitization that affects specially the matrix.

FOTO 4.—Detalle de un wackestone-packstone bioclástico. Nótese una primera generación de calcita posiblemente correspondiente al neomorfismo de un primer cemento fibroso (F); cementación de yeso (Y) y posterior sustitución por calcita (C) en algunas conchas de Ostreoides, cuya textura lamelar se conserva parcialmente (L) y bioclastos totalmente dolomitizados (D).
Detail of a bioclastic wackestones-packstone. Note (1) a first generation of calcite possibly corresponding to the neomorphism of an initially fibrous cement (F); (2) the cementation by gypsum (Y) and later substitution by calcite (C) in some shells of Oysters, whose laminated structure is partially preserved (L); and (3) completely dolomitized bioclasts (D).

FOTO 5.—Aspecto de conjunto de un Grainstone bioclástico y oolítico bien calibrado. Micritización y dolomitización desigual de los granos.
General aspect of a well calibrated bioclastic and oolitic grainstone. Unequal micritization and dolomitization of the various grains.



ciones carbonatadas (I, II, III, figs. 2 y 3), que terminan en la última barra con la invasión masiva de formas oportunistas más euryhalinas (MARQUEZ ALIAGA *et al.*, in press).

Consideramos que corresponden a depósitos submareales, muy poco profundos, propios de un «lagoon».

Grainstone bioclásticos y oolíticos. Corresponden a niveles más gruesos (40 a 50 cm.), lenticulares, que aparecen a menudo intensamente recristalizados, llegando a perderse las texturas originales. Estrechamente relacionados con las dos facies anteriores, presentan ripples y laminación paralela a techo, superficie ésta que viene jalónada por un hard-ground. Los bioclastos, en general bien orientados (foto 5), son los elementos más abundantes en contraposición con los oolitos; éstos son pequeños (0,2 mm.), bien calibrados, con granos de cuarzo como núcleo, y con corteza poco desarrollada (foto 5).

Son facies de mayor energía, interpretadas como «shoals» en el borde interno y en el propio «lagoon».

Las sucesiones estratigráficas (figs. 2 y 3) comienzan siempre con carbonatos muy dolomitizados (originalmente «mudstones»), en estrecha relación con lutitas y evaporitas; las partes superiores corresponden a una alternancia rítmica de carbonato y lutitas; aquéllos son de facies «wackestones» a «grainstones», a menudo recristalizados, asociados a esporádicos «mudstones», que pasan progresivamente a las lutitas yesíferas de la unidad K₁.

Las facies aparecen asociadas estrechamente en secuencias elementales a menudo bien definidas, como es el caso de las tres secuencias muy generalizadas del banco segundo. Son secuencias frecuentemente negativas que comienzan con calizas «mudstone» tableadas y terminan, mediante un hard-ground, con niveles lenticulares con ripples, correspondientes en su mayoría a grainstone bioclásticos y oolíticos.

Todas estas características ya señaladas (morfología de los bancos, tipos de facies, asociaciones y secuencias) coinciden en señalar que el depósito de los carbonatos triásicos de este sector prebélico se efectuó en el contexto de un ciclo transgresivo hacia el Noroeste (Mesta), y que culminó con el banco tercero, a partir del cual se inicia la regresión correspondiente al Keuper.

IV. PROCESOS DIAGENÉTICOS

La historia diagenética de estos carbonatos es compleja y en ella destacan los fenómenos diagenéticos tardíos (recristalización y dolomitización tardía) que enmascaran en buena parte las texturas deposicionales.

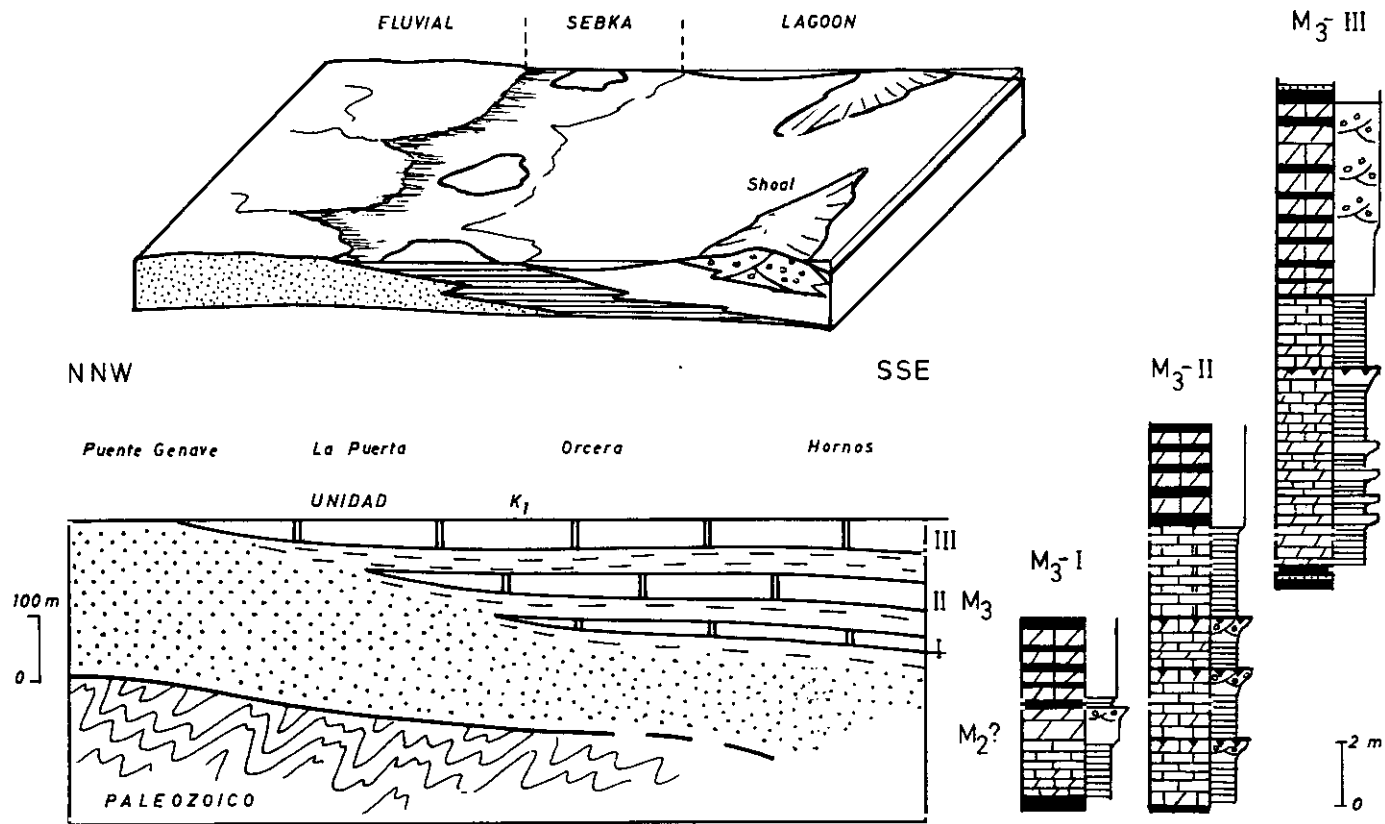


FIG. 3.—Esquema de distribución, secuencias e interpretación ambiental de los bancos de facies carbonatada de la Formación Hornos-Siles.

Se reconocen procesos diagenéticos tempranos (*eodiagénesis*), tales como micritización parcial o incluso total de algunos bioclastos (paks-tone y grainstone bioclásticos), bioturbación y presencia de sedimento interno observado de modo excepcional en el interior de algunas conchas. También en una etapa inicial se desarrollan fenómenos de disolución parcial de conchas y formación de moldes de evaporitas posteriormente cementados (foto 2). Los fenómenos de dolomitización temprana tienen escaso interés en los mudstone laminados, correspondiendo éstos esencialmente a calizas finamente recristalizadas (tamaños de cristales entre 20μ a 30μ).

Destacan los procesos de cementación, que afectan especialmente a los niveles bioclásticos. Se reconoce a veces una generación de cemento de calcita en torno a bioclastos, que posiblemente corresponda al neomorfismo de un primer cemento fibroso temprano; posteriormente tiene lugar el relleno por yeso procedente de la removilización de las evaporitas asociadas a los carbonatos, que ocupa incluso los espacios vacíos que quedan protegidos por las conchas (cemento de cobijo). Una etapa posterior de recristalización afecta a estos carbonatos, especialmente a los grainstones, originando un cemento en mosaico y obliterando parte de las texturas originales. El reemplazamiento parcial o total del yeso por calcita es también importante (foto 4).

Un proceso posterior de dolomitización tardía actúa selectivamente en bioclastos micritizados (fotos 2, 3, 4 y 5) y afecta parcialmente a la matriz (foto 2) y al cemento. Por último, se han reconocido fenómenos incipientes de dedolomitización que se manifiestan por inclusiones de calcita en los cristales dolomíticos.

V. CONCLUSIONES

De todo lo expuesto anteriormente, podemos concluir:

a) La Formación de Hornos-Siles incluye en sus secuencias terrígenas bancos carbonatados en número máximo de tres, que corresponden al ciclo transgresivo del Ladiniense superior.

b) Dichos bancos presentan una morfología general de acuña-miento hacia la Meseta (hacia el Noroeste). La potencia y la extensión superficial de los mismos aumenta en la vertical, siendo el banco superior el más potente y expansivo, lo que manifiesta el máximo de la transgresión Ladiniense en su avance hacia la Meseta.

d) Los tipos de facies sedimentarias permiten concluir que dichos materiales se originaron en un sistema deposicional de llanura mareal-lagoon, poco profundo, y en condiciones de clima árido.

e) Los procesos diagenéticos que actúan sobre estas rocas son complejos y llegan a hacer desaparecer las texturas deposicionales dada la importancia de los fenómenos diagenéticos tardíos (recristalización y dolomitización).

AGRADECIMIENTOS

Trabajo perteneciente al Proyecto «Relación tectónica sedimentación en el extremo oriental de la Zona Prebética», realizado por el Instituto Andaluz de Geología Mediterránea, C. S. I. C. y la Universidad de Alicante; subvencionado por la C. A. I. C. Y. T.

REFERENCIAS

- BESEMS, R. E. (1981): «Aspects of Middle and Late Triassic Palynology. 1. Palynostratigraphical data from the Chiclana de Segura Formation of the Linares-Alcaraz region (SE Spain) and correlation with palynological assemblages from the Iberian Peninsula». *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 32, pp. 257-273.
- BESEMS, R. E. (1981): «Aspects of Middle and Late Triassic Palynology. 2. Preliminary Palynological data from the Hornos-Siles Formation of the Prebetic Zone, NE Province of Jaén (SE Spain)». *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 32, pp. 389-400.
- BESEMS, R. E. (1983): Aspects of Middle and Late Triassic Palynology: Palynology of the Hornos-Siles Formation (Prebetic Zone, Province of Jaén, Southern Spain)». *Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen*. Band, 5, pp. 37-56, Oesterreichische Akademie der Wissenschaften.
- FLUGEL, E. (1982): *Microfacies analysis of limestones*. Springer-Verlag Berlín, 633 pp.
- GIL, A.; FERNÁNDEZ, J., y LÓPEZ-GARRIDO, A. C. (1986): «Evolución de facies en el Triás de la Zona Prebética y borde de la Meseta. Transversal Orcera-Puente Genave (Prov. de Jaén)». *Cuad. Geol. Ibérica*, 11 pp.
- GOY, A., y YÉBENES, A. (1977): «Características, extensión y edad de la formación dolomías tableadas de Imón». *Cuad. Geol. Ibérica*, 4, pp. 375-385.
- HIRSCH, F. (1972): «Middle Triassic Conodonts from Israel, Southern France and Spain». *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustudenten*, 21, pp. 811-822.
- HIRSCH, F. (1977): «Essai de corrélation biostratigraphique des niveaux meso et neotriassiques de facies «Muschelkalk» du domaine Sepharade». *Cuad. Geol. Ibérica*, 4, pp. 511-526.
- LÓPEZ-GARRIDO, A. C. (1971): *Geología de la Zona Prebética al NE de la provincia de Jaén*. Sec. Publ. Univ. Granada, 317 pp.
- LÓPEZ-GARRIDO, A. C. (1975): «Mapa Geológico y Memoria explicativa de la Hoja Orcera (E. 1:50.000)». *Inst. Geol. Min. España*, 28 pp., más 1 mapa.
- MÁRQUEZ-ALIAGA, A.; HIRSCH, F., y LÓPEZ-GARRIDO, A. C. (in litt): «Middle triassic bivalves from the Hornos-Siles Formation (Sephardic Province)». *Neues Jahrbuch für Geol und Palaontol.*
- ORTÍ CABO, F. (1974): «El Keuper del Levante español». *Estudios Geológicos*, 30, pp. 7-46.
- PARNES, A. (1977): «On a binodose keeled Ceratitid from Southeastern Spain». *Cuad. Geol. Ibérica*, 4, pp. 522-525.

- PARNES, A.; BENYAMINI, C., y HIRSCH, F. (1985): «New aspects of triassic Ammonoid, Biostratigraphy, Paleoenvironments and Paleobiogeography in Southern Israel (Sepharadic Province)». *J. of Pal.*, 59, 3, pp. 656-666.
- SYKES, J. M., y SIMON, O. J. (1979): «A new colobodont fish from the Trias of Spain». *Mercian Geologist*, 7, pp. 65-74.