

## LAS BIOCONSTRUCCIONES DE CORALES Y SUS FACIES ASOCIADAS DURANTE EL MALM EN LA CORDILLERA IBERICA CENTRAL (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

M. Aurell y A. Meléndez (\*)

### RESUMEN

Se estudian los diferentes tipos de bioconstrucciones de corales, y sus facies asociadas, presentes en el sector central de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica, en la Formación Higuieruelas (Kimmeridgiense superior). Se desarrollan biohermos de potencias métricas a decimétricas y escasa continuidad lateral, intensamente colonizados por corales coloniales, que se encuentran asociados a facies oncolíticas, bioclásticas y oolíticas de alta energía en zonas marginales, próximas al desarrollo litoral.

Al mismo tiempo tiene lugar una importante instalación de *mud mounds*, con escasa colonización de corales, en zonas protegidas dentro de la plataforma interna o en zonas más externas, donde la acción del oleaje no es efectiva. La protección del medio viene condicionada en algunos puntos por la aparición de islas barrera oolíticas.

**Palabras clave:** *Bioconstrucciones, mud mounds, plataforma, Malm, Ibérica.*

### ABSTRACT

The different types of bioconstructions and associated facies in the Central Iberian Chain (Higuieruelas Formation, Upper Kimmeridgian) have been studied. Bioherms of different thickness (decimetric to metric) and less lateral continuity are developed, highly colonized by corals, that are associated to oncolitic, bioclastic and oolitic of high energy facies, in marginal areas, near the litoral development.

At the same time takes place an important set up of mud mounds, with a small coral colonisation, in protected areas in a inner shelf, or in outer areas, where the action of the waves is not so effective. The environment protection is been generated in some places due to the appearance of oolitic barrier islands.

**Key words:** *Bioconstructions, mud mounds, shelf, Malm, Iberian Chain*

### Introducción

Se estudian las bioconstrucciones de corales del Kimmeridgiense (Jurásico superior) en un sector situado al sur de provincia de Zaragoza, entre las localidades de Muel y Belchite, limitado por los ríos Huerva y Aguasvivas. El Jurásico aflora, en este sector, de forma discontinua, entre los materiales Terciarios y Cuaternarios de la Depresión del Ebro, en una serie de paleorelieves, correspondientes a las estribaciones más septentrionales del sector central de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica (Fig. 1).

Estudios precedentes en este área son los de Bulard (1966, 1972), que se centra en aspectos bioestratigráficos. Las formaciones arrecifales del Malm han sido estudiadas recientemente por Gómez (1979), Giner y Barnolas (1979), Benke *et al.* (1981) y Alonso *et al.* (1986). Las construcciones arrecifales del Cretácico inferior en la Cordillera Ibérica Oriental, han sido estudiados por Sallas (1984).

Nieva *et al.* (1986) establecen la distribución de facies y relaciones sedimentarias del Malm en el sector estudiado. Definen tres ciclos sedimentarios, limitados por rupturas sedimentarias, asími-

(\*) Cátedra de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza.

lables a secuencias deposicionales (Mitchum *et al.* 1977). El inferior corresponde al miembro Yátova de la Formación Chelva (Gómez y Goy, 1979), depositado en un medio de plataforma somera. El intermedio comprende a las formaciones Sot de Chera y Loriguilla (Gómez y Goy, 1979), desarrollado en un medio de plataforma interna con una sedimentación terrígeno-carbonatada y relación proximal-distal.

La Formación Higuieruelas (Gómez y Goy, 1979) corresponde al ciclo superior del Malm, objeto del presente estudio. También ha sido analizada con anterioridad en los trabajos de Aurell (1986) y Aurell y Meléndez (1986). Este ciclo se describe como regresivo, con desarrollo de *mounds* oncolítico-oolíticos en zonas de alta energía y de *mud-mounds* en zonas protegidas de esta plataforma interna carbonatada. En las zonas litorales tiene lugar el desarrollo de *shoals* oolíticos, que generan un *lagoon* discontinuo y desarrollos supramareales.

Para llevar a cabo el presente estudio, se han analizado un total de 12 perfiles. Su distribución de facies y correlación general se presenta en la Fig. 2.

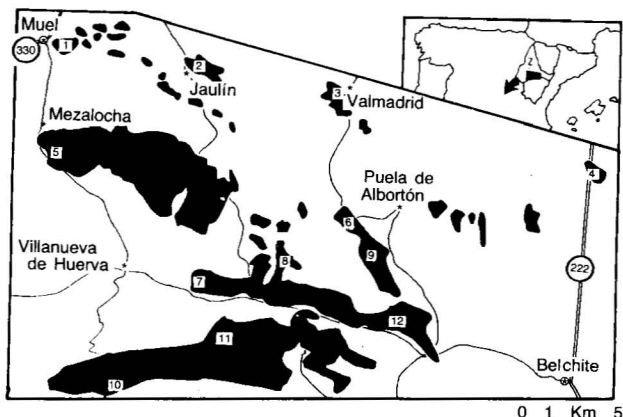


Fig. 1.—Situación de la zona de estudio. Se señalan en negro los afloramientos Jurásicos. Los números corresponden a los perfiles estudiados: 1. Muel. 2. Jaulín. 3. Valmadrid. 4. Mediana. 5. Mezalocha. 6. La Princesa. 7. Fuendetodos. 8. Sierra Gorda. 9. Puebla de Albornón. 10. Aguilón. 11. Entredicho. 12. Cruz.

### Distribución de facies en la plataforma interna

El estudio de los perfiles, que se ha hecho extensible a numerosos puntos de observación, ha permitido establecer una distribución de facies dentro de los materiales que constituyen la parte inferior de la Formación Higuieruelas, constituida por un complejo de facies oncolíticas, bioclásticas, oolíticas y micríticas, con presencia de bioconstrucciones de corales de alta y baja energía (Fig. 3). Estas facies se han agrupado en cuatro términos generales.

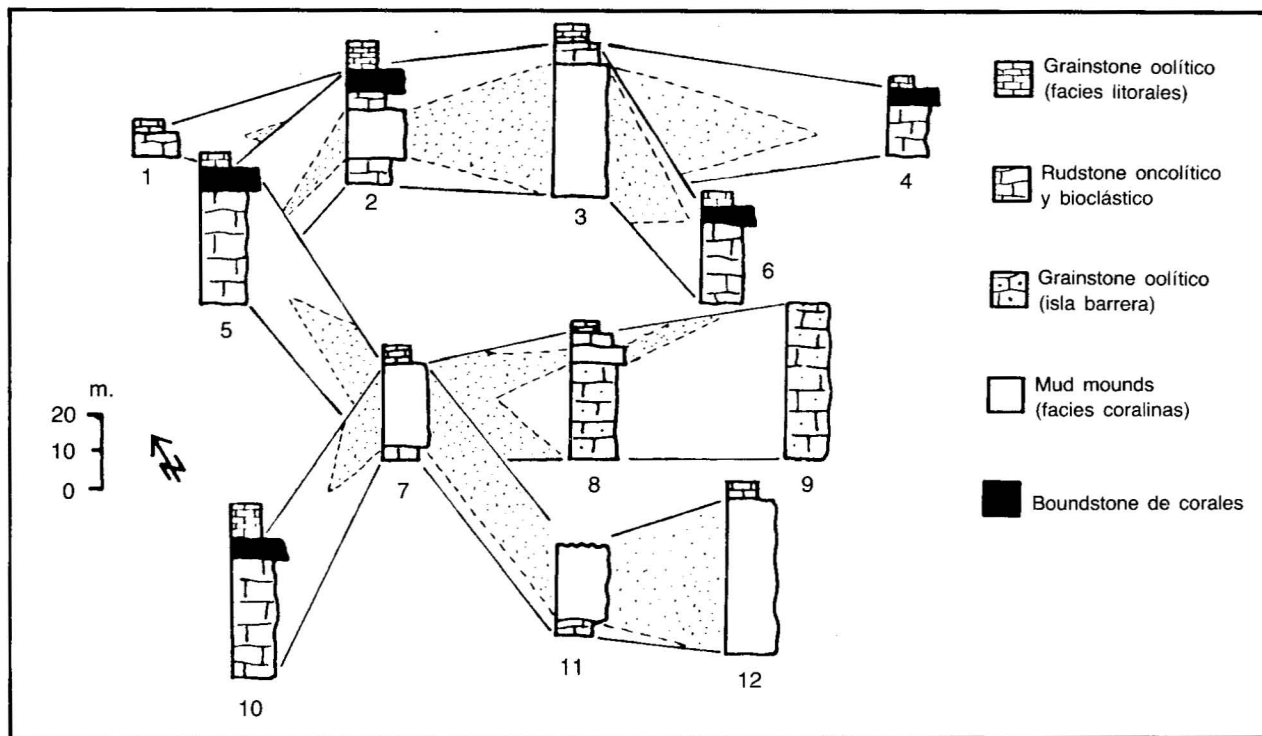


Fig. 2.—Distribución de facies y correlación en los perfiles estudiados.

*Rudstone oncolítico y bioclástico*: Sus secuencias más características fueron analizadas por Aurell y Meléndez (1986) y permitían identificar un medio submareal somero agitado y bien oxigenado, con desarrollo de shoals, oncolítico, oolíticos, pelletoidales y bioclásticos. Dominan en el sector occidental de la zona de estudio (Fig. 3).

*Grainstone oolítico y pelletoidal*: Se trata de facies oolíticas y pelletoidales, con foraminíferos y bioclastos, y escaso contenido en micrita. Forman desarrollos continuos (de hasta 40-50 m.) en la Formación Higuieruelas, y están localizados en el sector central del área de estudio (Fig. 3). Ya habían sido interpretados por Aurell y Meléndez (1986) como responsables de la creación de zonas protegidas dentro de la plataforma interna, debido a la formación de islas barrera. Esta zona puede haber correspondido a un alto en la sedimentación, que también funcionó como tal durante el depósito de la Formación Loriguilla (alto de Fuentetodos, en Aurell, 1986).

*Mud mounds (facies con corales)*: Ocupan una importante extensión en los sectores central y oriental (Fig. 3), asociados a las facies oolíticas descritas anteriormente. Son analizados con detalle en el presente trabajo.

*Boundstone de corales*: Tienen un máximo desarrollo hacia el techo de la unidad y en el sector centro-occidental del área de estudio (Fig. 3). Están asociados a las facies de alta energía de *rudstone* oncolítico y bioclástico. Estas bioconstrucciones de alta energía son estudiadas igualmente en el presente trabajo.

**Bioconstrucciones de alta energía. Boundstones de corales**

Se han podido estudiar con detalle en los perfiles de Mezalocha, Mediana y La Princesa (Fig. 4). Tienen un máximo desarrollo en las zonas marginales de la plataforma interna, próximas al

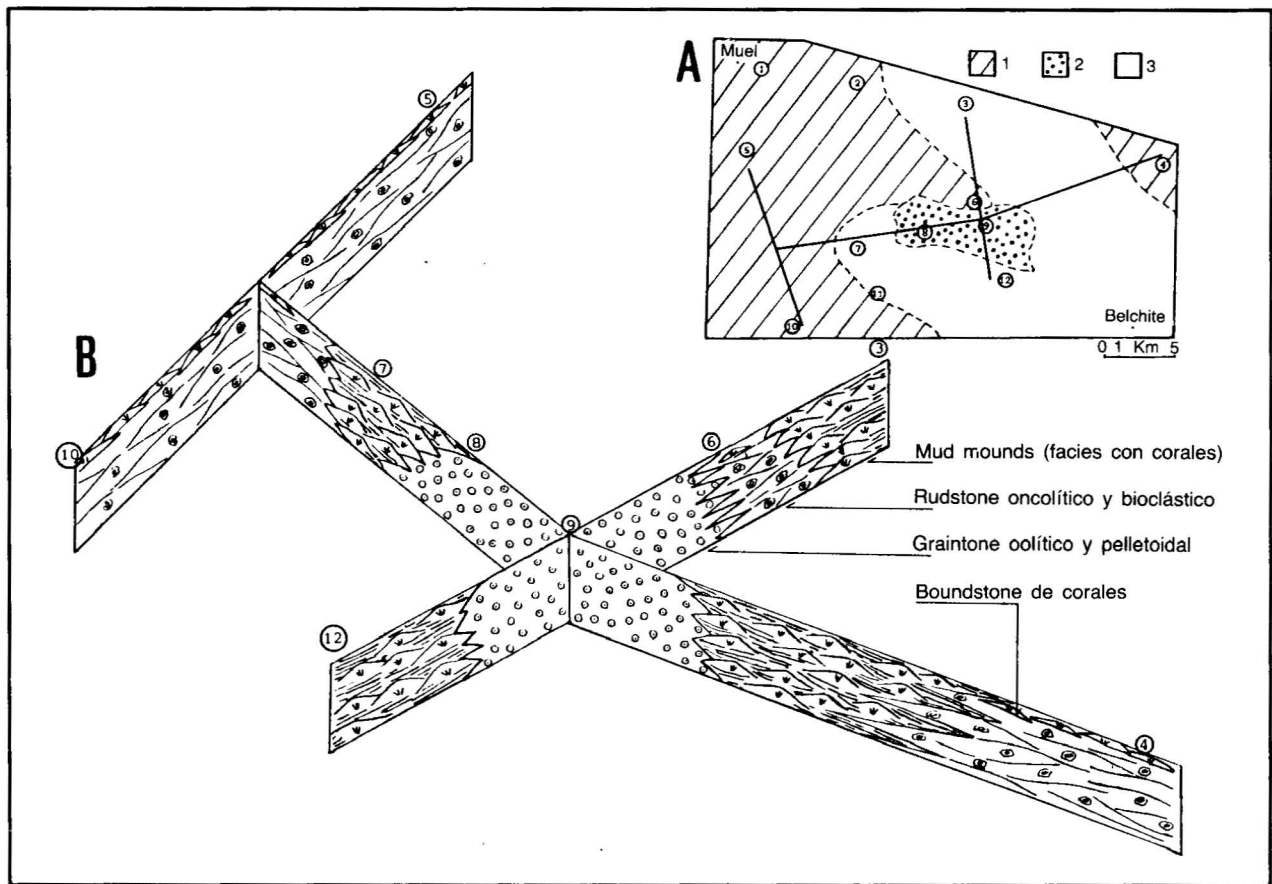


Fig. 3.—A. Mapa de distribución de facies en la zona de estudio en los materiales inferiores de la Formación Higuieruelas (plataforma interna carbonatada). 1. Facies oncolítica y de *boundstone* de corales, 2. Facies oolíticas. 3. *Mud mounds*. B. Panel de correlación de facies según el perfil indicado en la Fig. 3A; los números corresponden a los perfiles (Fig. 2).

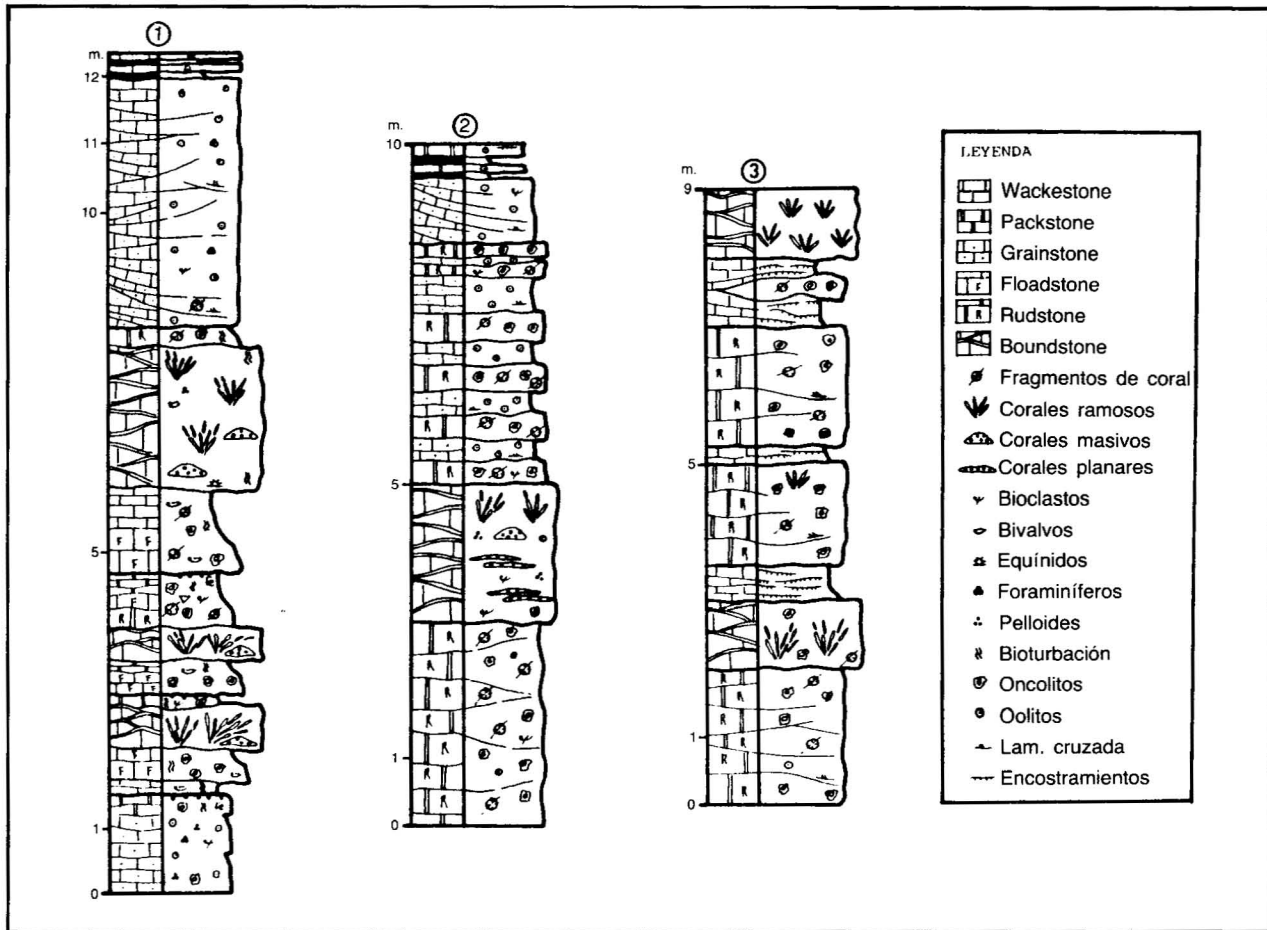


Fig. 4.—Perfiles con desarrollo de las facies de *boundstone* de corales. 1. Mezalocha (parte superior). 2. La Princesa (parte superior). 3. Mediana.

desarrollo oolítico litoral con el que termina la sedimentación carbonatada del ciclo superior del Malm. Se han visto colonizaciones de corales asociados a facies bioclásticas y oncolíticas de alta energía. A veces conservan su posición de crecimiento, formando biohermos de potencias decimétricas a métricas. A continuación describimos los tipos de facies presentes.

*Facies de núcleo:* Se trata de biohermos con morfología lenticular de 0,5 a 2 m. de potencia y escasa continuidad lateral (1 a 5 m.), con una importante cantidad de matriz micrítica pelotoidal y bioclástica (*wackestone-packstone*). Las colonias coralinas se encuentran en posición de crecimiento, escasamente fragmentadas. En algunos casos, la observación más favorable permite encontrar cierta distribución ecológica: en la base de las bioconstrucciones dominan las colonias planares, a la que sigue una estrategia masiva (Fig. 6A), dominando posteriormente las formas ramosas (efecto pantalla). Esta distribución es similar a la

descrita por Wilson (1975) para los *patch reef* europeos de la orla septentrional del Tethys en el Malm, y a la descrita por Alonso et al. (1986) en los arrecifes del Malm de la Sierra de Cameros. Las formas ramosas frágiles (Fig. 6F) crecerían preferentemente en zonas protegidas, aunque también se han visto otras formas ramosas gruesas asociadas a *rudstones* oncolíticos y bioclásticos, de medios agitados, conservando su posición de crecimiento.

En los techos de estos biohermos es frecuente encontrar superficies de erosión que los truncan. El contenido bioclástico aumenta a techo de la bioconstrucción: observándose bivalvos, ostreidos, equínidos, foraminíferos, algas y briozoos. La presencia de bioclastos y su variedad indican buena circulación, salinidad normal y mar abierto (Wilson, 1975). El efecto pantalla de los corales ramosos y la acción de las algas han jugado un papel importante en la estabilización y crecimiento de estos biohermos.

*Facies oncolíticas de techo:* Esta facies está constituida por *rudstones* de oncolitos de gran tamaño (0.5 a 2 cm. de diámetro) y por fragmentos de corales centimétricos, como componentes aloquímicos dominantes. La matriz micrítica es escasa y en ocasiones ha sido totalmente lavada y sustituida por cemento esparítico. Los oncolitos presentan a menudo núcleos bioclásticos: de corales ramosos y de bivalvos, preferentemente. En algunos casos se conservan colonias coralinas (ramosas o masivas) en posición de crecimiento, escasamente fragmentados. Estas facies se presentan en bancos continuos, de potencias decimétricas a métricas.

Corresponde a un medio de alta energía, con una alta actividad algal. Se pueden encontrar asociados a las facies de *boundstone* de corales, de modo que suponen una somerización de estos biohermos, con una destrucción más o menos intensa de las formas ramosas del techo de estas bioconstrucciones. Cuando el tamaño de los fragmentos lo permite, muestran envueltas oncolíticas (Fig. 6E).

*Facies basales con fósiles y oncolitos:* Se trata de unas facies escasamente bioclástica, con bivalvos observados a menudo enteros y en posición de vida. La bioturbación en estos niveles es importante, y no se han visto fragmentos de corales. Contiene grandes oncolitos dispersos y una importante cantidad de matriz micrítica pelletoidal, en facies *wackestone* (*floatstone*).

Suele estar limitada en su base por una superficie ferruginizada y bioturbada, que marca una detención en la sedimentación, y precede a los niveles de crecimiento de corales. Constituyen los niveles más inferiores de las secuencias de somerización y marcan el inicio de la sedimentación en un medio submareal somero de energía moderada.

*Facies de flanco:* Son facies bioclásticas de alta energía, con abundantes fragmentos de corales y escasa actividad algal. La matriz micrítica es escasa. Contiene además fragmentos de bivalvos, equínidos, briozoos, gasterópodos y foraminíferos (*packstone*).

Están asociados lateralmente a las facies de *Boundstone* de corales, de la que forman los flancos bioclásticos (facies de flanco arrecifal, Fig. 6G). También pueden aparecer a techo de estas bioconstrucciones, en cuyo caso serían el resultado de una destrucción parcial de estas con lavado más intenso de la micrita en condiciones más energéticas. Pueden ser sustituidas por las facies de *rudstone* oncolítico, cuando la somerización y

energía hidrodinámica ha favorecido el desarrollo algal.

*Facies de barras litorales:* Dominan los oolitos bien clasificados (90-95% de los aloquímicos), de 0,5 a 1,5 mm. de diámetro y estructura concéntrica potente. Son frecuentes los agregados. Además son característicos los foraminíferos y los fragmentos de bivalvos, gasterópodos y corales.

Se presentan en capas estratificadas, en bancos de 0,3 a 0,7 m. Muestran escasa continuidad lateral, acuñamientos y estratificación cruzada, a pequeña y gran escala. Se encuentran asociados hacia techo a facies supralitorales (*mudstones*, *cosstras*, caliches, *mudcracks*, Aurell y Meléndez, 1986) y con facies submareales bioclásticas y oncolíticas de alta energía.

Esta facies representa el desarrollo de un *oolite shoal* en un medio litoral, en el que se generan dunas y barras oolíticas, cuya migración refleja la geometría del depósito.

*Análisis secuencial:* Las facies descritas anteriormente se encuentran asociadas, formando a menudo secuencias de somerización (James, 1979) de 1 a 5 m. de potencia. La Fig. 5A representa la génesis de la secuencia más general.

Después de una interrupción en la sedimentación (Fig. 5A, 1) que viene marcada por una superficie ferruginizada y bioturbada, tiene lugar una sedimentación en un medio submareal somero y bajas condiciones energéticas (Fig. 5A, 2), en facies de *wackestone* de fósiles con oncolitos.

Sobres estos depósitos, como consecuencia de una somerización e incremento de la energía y de la oxigenación del medio, tiene lugar el desarrollo de biohermos coralinos. En un primer estadio aparecen las colonias planares y masivas, que favorecen la estabilización del sustrato y permiten el crecimiento de las formas ramosas. A estos biohermos se asocian lateralmente las facies bioclásticas de flanco (Fig. 5A, 3).

Una nueva somerización, unida al incremento energético del medio, provoca la erosión y destrucción parcial del biohermo, con lavado de la micrita y aparición de facies bioclásticas (Fig. 5A, 4). La somerización puede implicar la implantación del medio litoral, con facies de *grainstone* oolítico correspondiente a barras litorales (Fig. 5A, 5).

Esta secuencia está bien representada en el perfil de Mezalocha, y es similar a las descritas por Floquet y Menot (1984) para el Jurásico medio de la Borgoña.

El depósito bajo condiciones más someras y energéticas puede reducir la secuencia a dos tér-

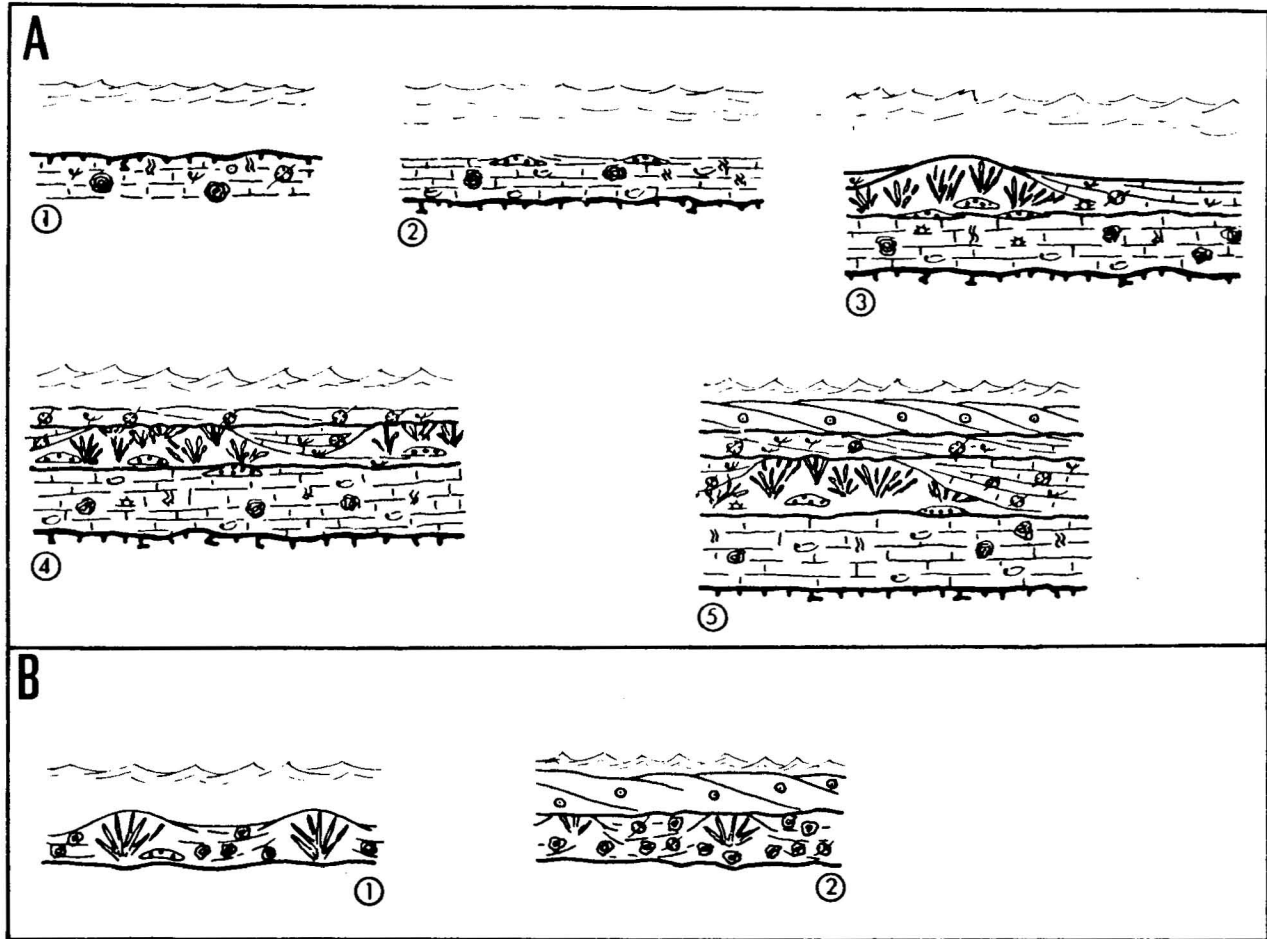


Fig. 5.—Esquema de la génesis de secuencias con facies de *boundstone* de corales. Explicación en el texto.

minos. Uno inferior, de *rudstone* oncolítico con fragmentos de corales y lavado intenso de la micrita, en el que localmente pueden encontrarse colonias coralinas masivas y ramosas en posición de crecimiento (Fig. 5B, 1 y Fig. 6E, c). A este término se superpone un *grainstone* oolítico de ambiente litoral (Fig. 5B, 2 y Fig. 6E, o). Esta secuencia se ha visto en la parte superior de la cantera de La Princesa, y la cantera de Mediana, donde el término oolítico contiene abundantes superficies de encostramiento, desarrolladas en un ambiente supramareal.

#### Bioconstrucciones de baja energía. Mud Mounds

En zonas de baja energía hidrodinámica, por debajo del nivel de base del oleaje o en zonas protegidas donde la acción de las olas no es efectiva, tiene lugar el desarrollo de *mud-mounds*. Se trata de estructuras con una alta tasa de sedimen-

tación de lodo micrítico, en facies de *mudstone-wackstone* de fósiles. Estos montículos presentan formas lenticulares de potencia variable, entre 6 y 15 m. y continuidad lateral de hasta 50 m. Pueden presentarse aislados (Fig. 6D) o superpuestos. En este caso pueden mostrar asociaciones de 30 a 40 m. de potencia (Fig. 6C).

En la masa micrítica pueden observarse bioclastos dispersos y corales coloniales que pueden destacar en el sedimento por efecto de una silicificación. Los corales se pueden observar en posición de crecimiento y dominan las formas ramosas, sobre otras masivas hemiesféricas o globosas. El efecto pantalla de estos organismos ha colaborado en la retención del fango micrítico.

Entre estos *mud mounds* tiene lugar la sedimentación micrítica, en facies de *mudstone-wackstone* de fósiles. Se trata de bancos discontinuos, de 0,3 a 1 m. de potencia, mal estratificados, que a veces se adaptan a la morfología de estos montículos (Fig. 6B, I y 6D, I).



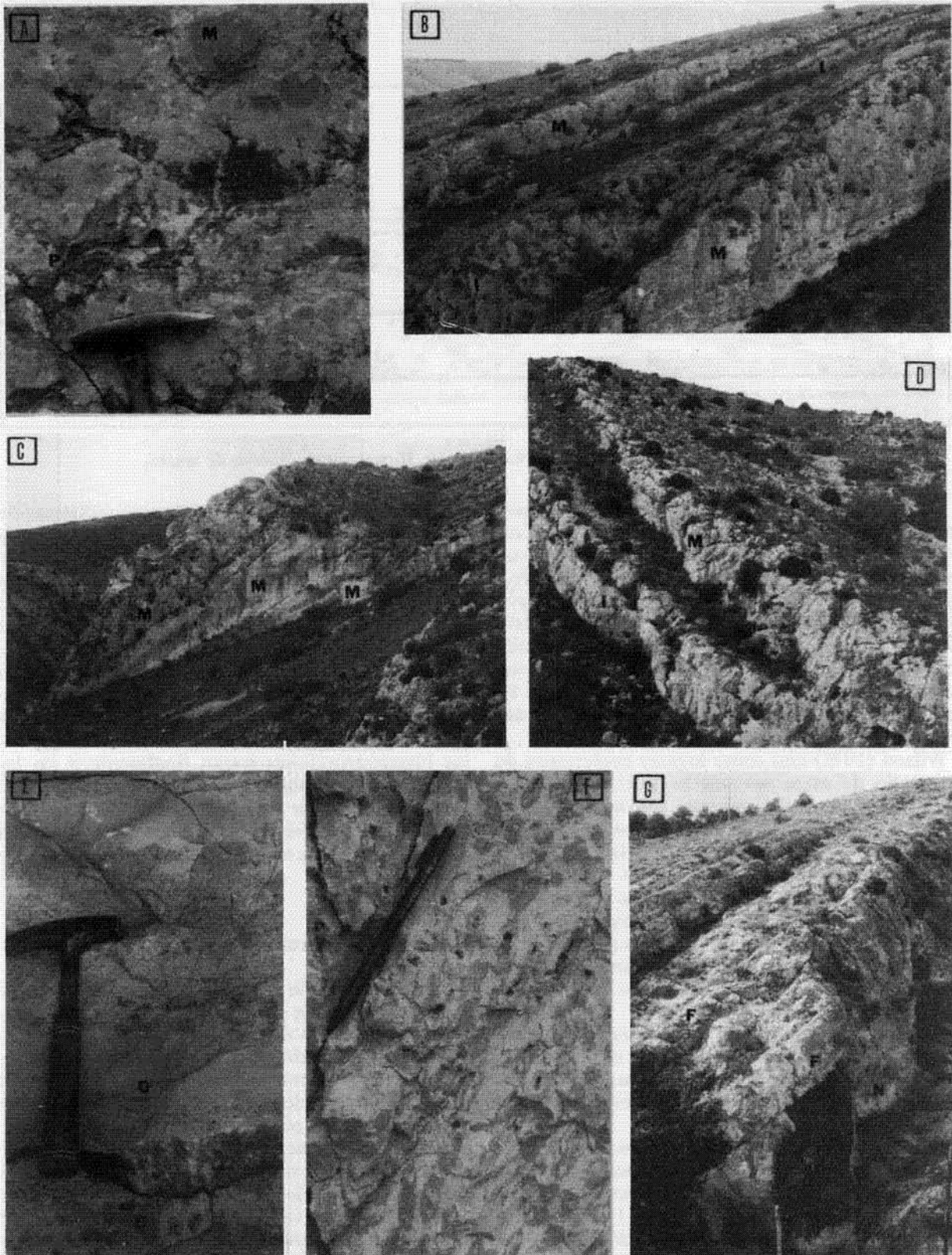


Fig. 6.—A. La Princesa. Colonias de corales: Paso de estrategias planares (P) a masivas (M). B. Cruz. *Mud mounds* (M) y sedimento *intermound* (I). C. Cruz. *Mud mounds* (M) superpuestos. D. Cruz. *Mud mounds* de hasta 7 m. de potencia sobre facies micriticas en bancos continuos (I). E. La Princesa. Secuencias de *rudstone* oncolítico con fragmentos de corales (c) y *grainstone* oolítico (o). F. Mezalocha. Colonia coralina ramosa. G. Aguillón. Sobre un biohermo coralino de 5 m. de potencia (facies de núcleo (N)), facies bioclásticas de flanco (F) en estratificación cruzada.

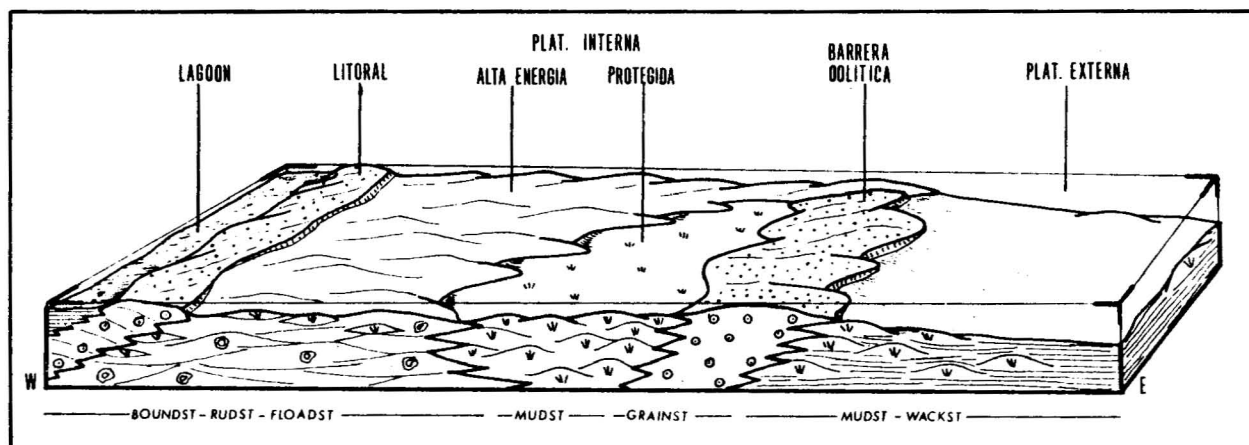


Fig. 7.—Modelo sedimentario para la Formación de Higuieruelas en el sector de estudio.

Gómez (1979) describe la presencia de montículos semejantes en el sector levantino de la Cordillera Ibérica, durante el depósito de la Formación Higuieruelas, y los identifica con los *algal mud mounds* de Ginsburg y James (1974). Según este autor el crecimiento de estas estructuras está condicionado en gran parte por el efecto pantalla de los organismos. Suelen desarrollarse en la parte interna de la plataforma, donde la energía hidrodinámica no suele ser muy elevada y sólo aumenta en circunstancias excepcionales.

Wilson (1975) cita como lugares preferentes de desarrollo de estos *mounds* la parte baja de las plataformas de baja energía (*Downslope Mud Accumulations*) y con mayor frecuencia en zonas protegidas de la plataforma (*Shelf-lagoon*).

En nuestra zona de estudio las condiciones adecuadas para el crecimiento de estos *mud mounds* son creadas por las islas barrera oolíticas del sector central (Fig. 3): en zonas proximales a estas se crean ambientes protegidos, donde en condiciones no muy profundas tiene lugar el desarrollo de estos montículos.

En el sector suroriental de la zona de estudio también se ha visto un importante desarrollo de *mud mounds* (Fig. 3). Estos se presentan aislados, en medio de una sedimentación micrítica (*mudstone-wackestone*) dominante. Se trata de desarrollos en condiciones más profundas y externas a las barreras oolíticas, en un medio de plataforma externa (Fig. 7). Estos montículos equivaldrían a los de *downslope* de Wilson (1975) y también a los *downslope build up* que Read (1985) sitúa en las zonas externas de las rampas homoclinales, fuera ya de los complejos de alta energía.

En algunos casos se pone de manifiesto una somerización de estos *mounds*, con paso a condicio-

nes más agitadas. Esto provoca una colonización mayor de los organismos, con presencia de corales, gasterópodos, equínidos, bivalvos y foraminíferos y lavado más intenso del lodo micrítico, y paso a facies de *wackestone-packstone*. Esto se manifiesta en las partes superiores de algunos de estos biohermos, que pueden así constituirse en estructuras más resistentes al oleaje, análogas a las bioconstrucciones de alta energía descritas anteriormente. Un buen ejemplo puede verse en la parte superior del perfil de Valmadrid, donde estas bioconstrucciones pasan finalmente a las facies de *rudstone* oncolítico con fragmentos de corales, producto de una colonización algal y destrucción parcial del biohermo, por efecto de una somerización e incremento de la energía hidrodinámica.

### Modelo de sedimentación

El depósito de la Formación Higuieruelas se ha llevado a cabo en una plataforma carbonatada, con gran variedad de facies y ambientes (Gómez, 1979; Aurell y Meléndez, 1986). El presente estudio, y otros en curso sobre el Jurásico superior en zonas más orientales del sector de estudio ponen de manifiesto el paso de una sedimentación somera y de alta energía (facies oncolíticas, oolíticas y bioclásticas, con desarrollos de arrecifes coralinos), a otra más profundas (facies de *mudstone-wackestone* de fósiles, con *mud mounds*). Este paso se da de forma continua dentro de esta plataforma, de manera que no aparece las facies de talud.

Así pues, el depósito de la Formación Higuieruelas se llevaría a cabo en una rampa homoclinal (Ahr, 1973; Read, 1985), con un predominio de



las facies de rampa somera (plataforma interna) y menor desarrollo de facies de rampa profunda o distal (plataforma externa). Este modelo de depósito durante el Kimmeridgiense superior ha sido también descrito por Salas et al. (1986) para las Catalánides y Cordillera Ibérica Oriental.

En lo referente a nuestra zona de estudio (Fig. 7) la aparición de una zona de alto en la sedimentación dentro de esta rampa genera una serie de islas barrera oolíticas que provocan la presencia de áreas protegidas dentro de las zonas más internas de esta rampa con depósitos de baja energía (*mud mounds*). Estas barreras oolíticas tienen escasa continuidad, de forma que pasan lateralmente a las facies oncolíticas y bioclásticas más proximales. Lateralmente a estas facies y en condiciones distales más profundas, tiene lugar el depósito de sedimentos finamente bioclásticos o fosilíferos, con desarrollo aislado de *mud-mounds*.

### Conclusiones

El modelo de sedimentación del Kimmeridgiense superior, correspondiente al último ciclo sedimentario del Malm (Formación Higuieruelas) responde a un modelo de rampa homoclinal.

Una zona de alto en la sedimentación dentro de esta rampa provoca la aparición de islas barrera oolíticas, que crean zonas protegidas dentro de la plataforma, con un importante desarrollo de *mud-mounds*.

Dentro de la plataforma interna, en condiciones submareales agitadas próximas al desarrollo oolítico litoral, crecen biohermos de corales (*boundstone* de corales) asociados a facies bioclásticas, oolíticas y oncolíticas de alta energía.

En la plataforma externa (rampa distal) pueden observarse crecimientos de *mud mounds* aislados asociados a facies de *wackestone-mudstone* de fósiles.

Para la estabilización y crecimiento de estas bioconstrucciones ha contribuido en gran medida el efecto pantalla de los organismos, especialmente de los corales coloniales. Estos presentan cierta zonación ecológica, con predominio de las colonias planares en la base y masivas y ramosas hacia el techo.

La somerización de los *mud mounds* provoca una mayor colonización por parte de los corales y otros organismos, lavado más intenso de la micrita y formación de estructuras más resistentes al oleaje.

### Referencias

- Ahr, W. H. (1973). The carbonate ramp: an alternative to the shelf model. *Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions*, 59, 221-225.
- Alonso, A.; Mas, J.R. y Meléndez, N. (1986). Los arrecifes del Malm en la Sierra de Cameros (La Rioja, España). *Acta Geol. Hisp.* (in litt.).
- Aurell, M. (1986). *Sedimentología del Jurásico superior en facies carbonatadas en la región de Muel-Belchite*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Zaragoza, 100 págs.
- Aurell, M. y Meléndez, A. (1986). Sedimentología de la Formación Calizas con oncolitos de Higuieruelas (Malm) en la región de Muel-Belchite (prov. de Zaragoza). *Acta Geol. Hisp.* (in litt.).
- Benke, K.; Durkoop, A.; Errenst, Ch. y Mensink, H. (1981). Die Korallenkalke in Ober-Jura der nordwestlichen Iberischen Ketten (Spanien). *Facies*, 4, 27-94.
- Bulard, P.F. (1966). Sur les facies et l'extension du Jurassique Supérieur au Sud de Saragosse (Espagne). *C. R. Acad. Sic. Paris* 263, 220-223.
- Bulard, P.F. (1972). *Le Jurassique Moyen et Supérieur de la Chaîne Ibérique sur la bordure du Bassin de l'Ebre (Espagne)*. Tesis doctoral, Universidad de Niza, 702 págs.
- Floquet, M. y Menot, J.C. (1984). Comblements successifs d'une plateforme superficielle para des sables oolitiques et bioclastiques. Exemples dans le Jurassique moyen de Côte-d'Or (Bourgogne-France). *5ème Congrès Européen de Sédimentologie*, 175-176.
- Giner, J. y Barnolas, A. (1979). Las construcciones arrecifales del Jurásico superior en la Sierra de Albarracín. *Cuad. Geol.*, 10, 73-82.
- Ginsburg, R.N. y James, N.P. (1974). Spectrum of Holocene reef-building community analysis. *Sedimenta IV, The comparative Sedimentology Laboratory of the University of Miami*, 1-22.
- Gómez, J.J. (1979). *El Jurásico en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 683 págs.
- Gómez, J.J. y Goy, A. (1979). Las unidades litoestratigráficas de Jurásico medio y superior en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica. *Estudios geol.*, 35, 569-598.
- James, N.P. (1979). Shallowing-upward sequences in carbonates. In: *facies models* (R.G. Walder edit.) Geoscience, Canada, 109-119.
- Mitchum, R.M.; Vail, P.R. y Thompson, S. (1977). Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part. 2: The Depositional Sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In: C.E. Payton. Ed. *Seismic Stratigraphy, A.A.P.G.*, Mem. 26, 53-61.
- Nieva, S.; Aurell, M. y Meléndez, A. (1986). El Jurásico superior en el sector central de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. *Sedimentología y paleogeografía. Acta Geol. Hisp.* (in litt.).
- Read, J.F. (1985). Carbonate platform facies models. *A.A.P.G. Bull.* 69, 1-21.
- Salas, R. (1984). Las construcciones de corales y rudistas del Cretácico inferior de la Cordillera Ibérica Oriental. *I. Congreso Español de Geología*, 1, 227-246.
- Salas, R.; Barrachina, A.; Cabanes, R. y Querol, X. (1986). Los sistemas deposicionales del Malm y el Cretácico inferior de las Catalánides y la Cordillera Ibérica Oriental. *XI Congreso Español de Sedimentología*. Libro guía de la excursión n.º 4. 125 págs.
- Wilson, J.L. (1975). *Carbonate facies in Geologic History*. Springer-Verlag, Berlin, 471 págs.

Recibido el 21 de Abril de 1987  
Aceptado el 6 de Julio de 1987