

## BIOCONSTRUCCIONES DEL ANISIENSE-LADINIENSE EN EL TRIAS ALPUJARRIDE

POR

J. M. MARTÍN \* y J. C. BRAGA \*\*

### RESUMEN

Estas construcciones están especialmente bien representadas dentro del Triás Alpujárride en las unidades tipo Lújar (fig. 1). Para su estudio se han seleccionado dos cortes: el de la Sierra de La Joya (Sierra de Lújar) (figs. 2 y 3) y el de Las Juntas (Sierra de Baza) (figs. 5 y 6), el primero de edad Anisiense y el segundo Anisiense-Ladiniense, con las bioconstrucciones situadas en el tránsito entre ambos pisos.

Las bioconstrucciones del Anisiense constituyen montículos («mounds») que se erigen en medio del lagoon. La estructura interna de dichos montículos corresponde a «bafflestones» con Dasycladáceas, gasterópodos, bivalvos, equinodermos, oncolitos, etc., a los que se asocian corales solitarios y algas cianofíceas de tipo ramificado (facies de «core») alternantes, a escala decimétrica-métrica, con costras de algas tipo *Spongiostromata* (facies de «cap») (fig. 4). Hacia los flancos ambos tipos de facies se brechifican intensamente. Dichas brechas se interdigitan lateralmente con las facies lagunares s. str. constituidas por micritas con abundantes oncolitos y Dasycladáceas.

Las bioconstrucciones del tránsito Anisiense-Ladiniense se desarrollaron en el borde de la plataforma por delante de una zona de barras (fig. 7). Su estructura interna es más compleja. En ellas cabe distinguir un núcleo («core») de textura «baffle» con abundantes sphinctozoos, corales hermatípicos, inozoos, hidrozooos, Solenoporáceas y Dasycladá-

\* Departamento de Estratigrafía, Universidad de Granada.

\*\* Departamento de Paleontología, Universidad de Granada.

ceas (lám. I). Por encima, encostrando el «baffle», se desarrolla un «boundstone» constituido por racimos de organismos tubulares encostrados por algas, que dejan entre sí abundantes espacios intergranulares rellenos por cementos (lám. II a). A techo aparece una facies micrítica con abundantes ventanas. Dicha micrita parece estar aglutinada alrededor de un organismo tubular extremadamente pequeño y corresponde presumiblemente, al menos en parte, a cemento micrítico submarino. Las ventanas presentan un cemento de primera generación de naturaleza fibrosa (lám. II b). La potencia del conjunto en cada bioconstrucción oscila de 1 a 10 m. Las facies de flanco de los montículos corresponden a brechas que transicionan lateralmente a calcarenitas bioclásticas que incluyen lumaquelas de gasterópodos y bivalvos de pequeño tamaño (facies interconstrucción) (fig. 8). Las facies del talud de la plataforma se sitúan por delante de las construcciones. Se trata también de brechas bioclásticas que en este caso incluyen restos de cefalópodos junto a los de los organismos típicos de la construcción. En ellas aparecen de igual modo abundantes huecos sinsedimentarios rellenos por cemento (lám. III).

#### ABSTRACT

Anisian-Ladinian bioconstructions are specially well represented in the Lújar-type units in the Triassic of the Alpujarrides (Betic Cordillera Southern Spain) (fig. 1). Two stratigraphic sections were selected for their study: the «Sierra de la Joya» section (Sierra de Lujar) (fig. 2 and 3) and «Las Juntas» section (Sierra de Baza) (fig. 5 and 6). The first one is Anisian in age; in the second one the bioconstructions are placed at the Anisian-Ladinian transition.

The Anisian reefs correspond to mounds that were erected in a lagoon environment. Their internal structure consists of bafflestones containing Dasycladaceans, gastropods, bivalves, echinoderms, oncolites, etc... together with solitary corals and branching cyanophytes (core facies), which alternate, in a decimetric-metric scale, with *Spongiostromata* crusts (cap facies) (fig. 4). Towards the flanks of the bioconstructions both types of facies are intensively brecciated. These breccias interfinger laterally with the lagoonal facies s.str. formed by micrites with abundant oncolites and Dasycladaceans.

The Anisian/Ladinian reefs correspond also to mounds that developed at the edge of a platform seaward of a calcarenite barrier (fig. 7). Their internal structure is more complex. It consists of a core, of bafflestone texture, with abundant sphinctozoans, hermatypic corals, inozoans, hydrozonas, Solenoporaceans and Dasycladaceans

(Pl. I), covered on top by a boundstone formed by clusters of tubular organisms (serpulids) encrusted by *Spongiostromata* and with abundant interspace voids filled in by syndimentary cements (Pl. IIa). At the top of the bioconstructions there exists a micrite facies with abundant fenestrae. This micrite appears to be agglutinated around a very small tubular organism and can be assigned, at least partially, to micrite submarine cement. A fibrous first generation cement fills in most of the space of the fenestrae (Pl. IIb). The thickness of a single mound ranges from 1 to 10 m. The flank facies of them correspond to breccias that pass laterally to bioclastic calcarenites including gastropod and small-sized pelecypod lumachelles (interreef facies) (fig. 8). Platform-talus facies are placed seaward of the mounds and consist of bioclastic breccias with frequent cephalopod remains together with those of the typical organisms from the bioconstructions. In these breccias there also occur syndimentary voids filled by submarine and/or early diagenetic (Pl. III).

## INTRODUCCION

En el Complejo Alpujarride, perteneciente a las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas, existen importantes afloramientos de rocas carbonatadas. Dichos carbonatos, fundamentalmente de edad Trías medio-superior, fueron depositados en ambientes marinos someros e incluyen localmente, en posiciones estratigráficas definidas, bioconstrucciones (DELGADO *et al.*, 1981; MARTIN & TORRES-RUIZ, 1985). En este trabajo nos vamos a referir en detalle a las pertenecientes al Trías medio (Anisiense/Ladiniense). El estudio de las correspondientes al Trías superior ha sido abordado en trabajos previos (MARTIN, 1980a y b; MARTIN & DELGADO, 1980; FLÜGEL *et al.*, 1984), o se aborda en parte en otros trabajos incluidos en esta monografía (BRAGA & MARTIN, 1986a). Sabe aquí señalar que algunas de las bioconstrucciones más notables del Trías superior se atribuyeron inicialmente al Trías medio (FLÜGEL *et al.*, 1984). Su pertenencia al Trías superior ha quedado, sin embargo, claramente demostrada gracias al estudio detallado de las algas Dasycladáceas, que se asocian a las bioconstrucciones y las sitúan en el Noriense (BRAGA & MARTIN, 1986a y b).

En lo que se refiere al Trías medio, la edad de las bioconstrucciones es, como hemos indicado, Anisiense y tránsito Anisiense-Ladiniense. Para su estudio han sido dos los cortes seleccionados (fig. 1): el de la Sierra de la Joya (Sierra de Lújar), donde afloran las bioconstrucciones de edad Anisiense, y el de Las Juntas (Sierra de Baza), donde lo hacen las pertenecientes al tránsito Anisiense-Ladiniense.

## EL CORTE DE LA SIERRA DE LA JOYA

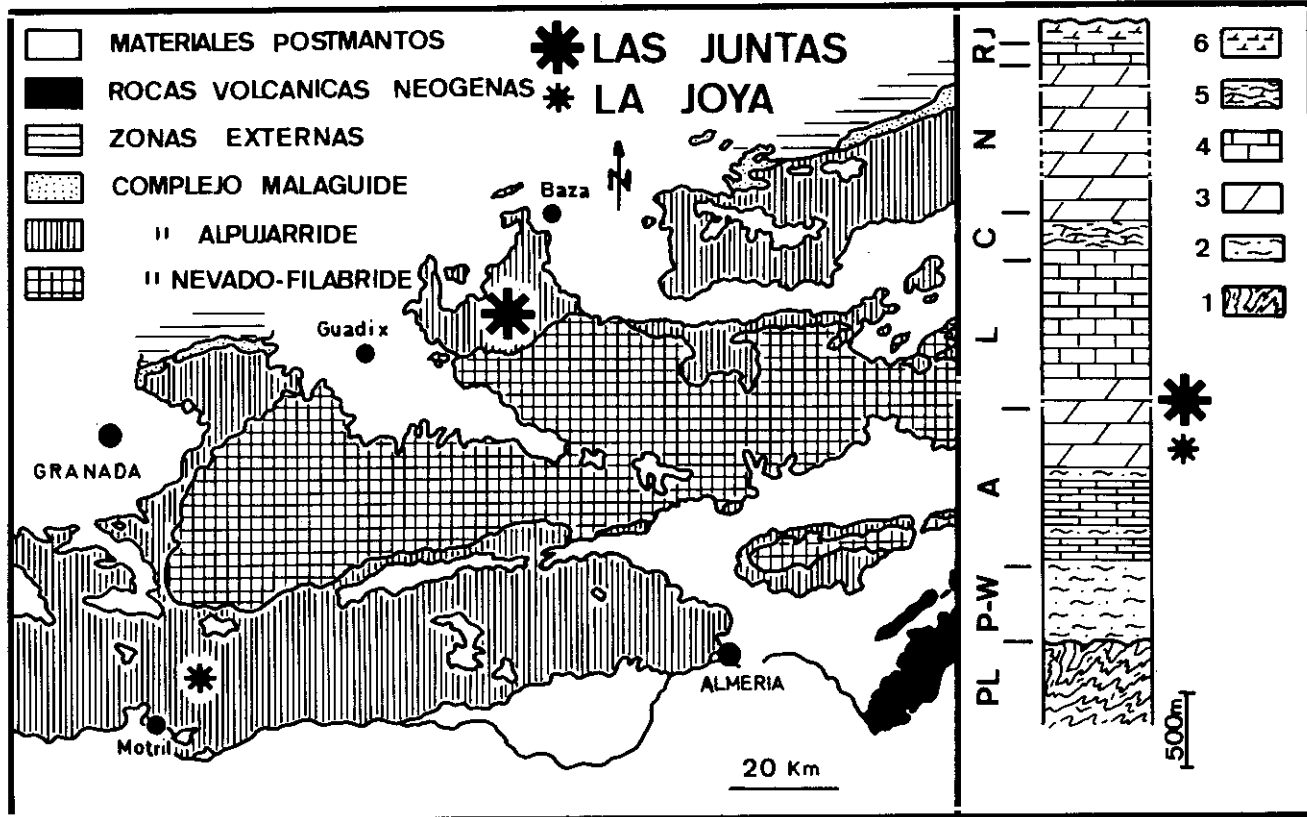
La Sierra de la Joya es un macizo calcáreo situado en el borde oriental de la Sierra de Lújar (fig. 2). Para algunos autores (DELGADO *et al.*, 1981) se trata de una importante intercalación calcárea situada entre filitas y cuarcitas (con las que transiciona tanto lateral como verticalmente por medio de calcoesquistos) perteneciente al techo de la formación metapelítica inferior y/o extrema base de la formación carbonatada superior de la secuencia de la Unidad de Lújar, y localizada por debajo de las denominadas «dolomías basales» (terminologías de MARTIN, 1980a y c y DELGADO *et al.*, 1981). Otros autores (ESTEVEZ *et al.*, 1985), sin embargo, consideran a los carbonatos de la Sierra de la Joya como parte integrante de las propias dolomías basales, siendo la repetición: filitas —calcoesquistos— carbonatos (dolomías) —calcoesquistos— filitas sólo aparente y por causas tectónicas, dada la existencia de un gran pliegue sinclinal complejo de dirección N 20-30 E, de manera que la transición real filitas —calcoesquistos— carbonatos sólo se produce en la base, así como, en parte, lateralmente. Esta segunda interpretación es la que a nosotros, en principio, nos parece más acertada.

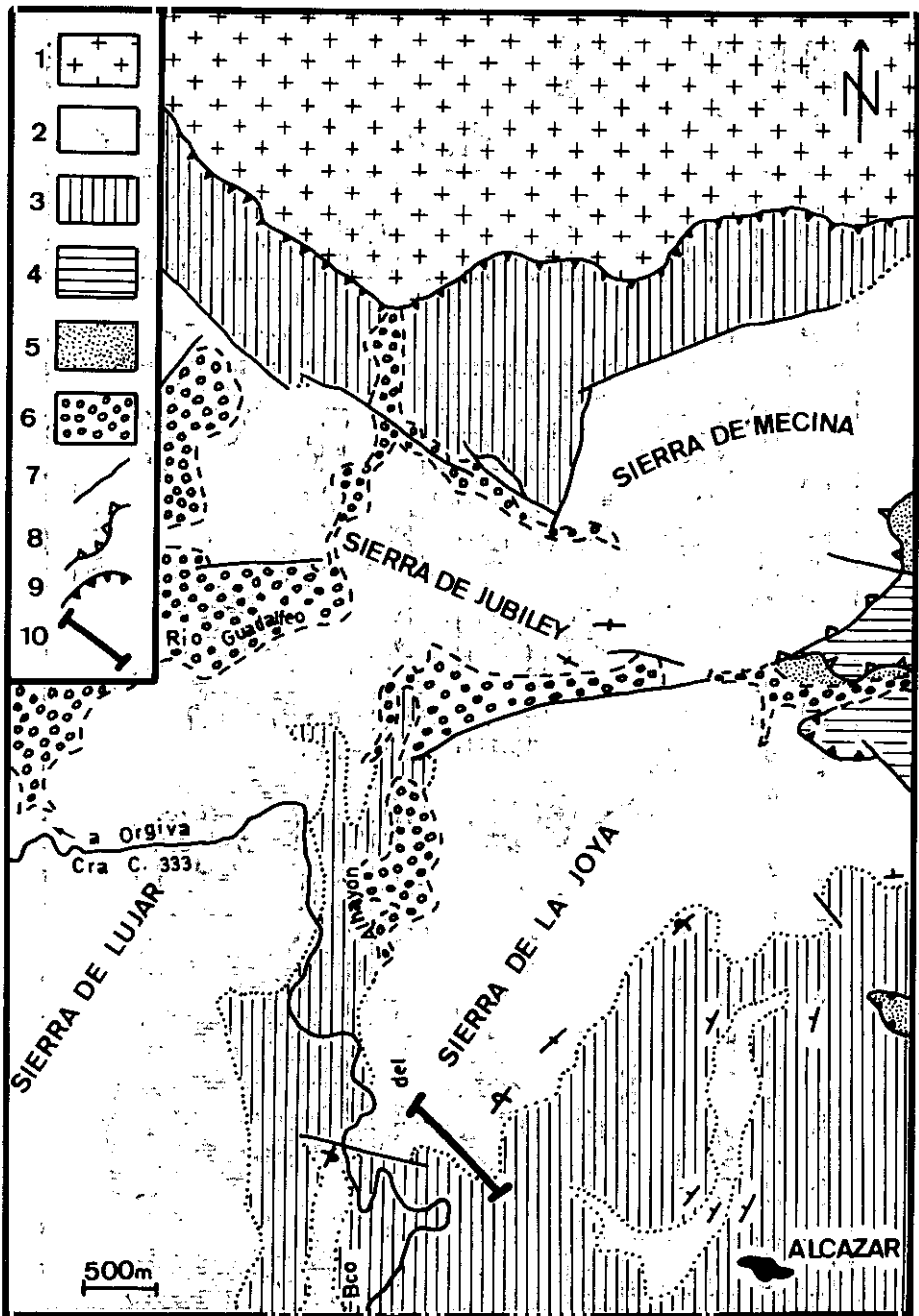
La serie estratigráfica de la Sierra de la Joya es la que se recoge en la figura 3. El estudio detallado de las litologías, facies, estructuras sedimentarias y fósiles presentes nos revela en la vertical una transición perfecta desde materiales continentales a marinos someros. En la extrema base dominan las filitas y cuarcitas (antiguos depósitos continentales, presumiblemente fluviales); por encima se sitúan los calcoesquistos que representan depósitos costeros de naturaleza mixta carbonatado-detritica; y sobre ellos los carbonatos (dominantemente dolomíticos). De estos últimos los más basales corresponden a «algal mats» (depósitos típicos de llanura mareal costera) y/o calcarenitas finas bioclásticas (que representan antiguos depósitos de playa). Hacia arriba transicionan a facies lagunares: micritas y biomicritas con

---

FIG. 1.—Situación geográfico-geológica de los cortes estudiados. Leyenda (serie estratigráfica alpujarride): 1. Micasquistos y cuarcitas.—2. Filitas y cuarcitas.—3. Dolomías.—4. Calizas.—5. Margas, calizas margosas, dolomías y arcillas.—6. Calizas con sílex, calizas nodulosas y radiolaritas. PL: Paleozoico; P-W: Permo-Werfeniense; A: Anisiense; L: Ladiniense; C: Carniense; N: Noriense; R: Retiense; J: Jurásico.

Geographical and geological setting of the studied sections. Legend (Alpujarride stratigraphic section): 1. Micaschists and quartzites.—2. Phyllites and quartzites. 3. Dolostones.—4. Limestones.—5. Marls, marly limestones, dolostones and shales. 6. Limestones with chert nodules, nodular limestones and radiolarites. PL: Paleozoic; P-W: Permian-Werfenian; A: Anisian; L: Ladinian; C: Carnian; N: Norian; R: Rhaetian; J: Jurassic.





abundantes oncolitos y Dasycladáceas (*Diplopora annulatissima* PIA, *Physoporella* sp., *Teutloporella peniculiformis* OTT y *Macroporella* gr. *alpina* PIA). Las bioconstrucciones objeto de estudio de este trabajo se encuentran incluidas en medio de la secuencia lagunar, representando por tanto depósitos también característicos de «lagoon», lo que constituye una particularidad importante.

En lo referente a las estructuras sedimentarias, cabe destacar la presencia local, hacia la base, de superficies de microkarstificación y/o erosión (fig. 3) con pequeños karsts a veces asociados, que representan pequeños episodios de exposición subaérea, así como de costras y/o niveles de Fe, de igual significado. También es frecuente encontrar, en los materiales carbonatados basales, moldes de evaporitas, «birdseyes» y «tepees» (fig. 3). Los calcoesquistos aparecen con frecuencia fuertemente bioturbados. En relación con las facies lagunares s.str. aparecen a veces ciclotemas constituidos por alternancias cíclicas de niveles de espesor centimétrico que muestran la siguiente sucesión de muro atecho: laminitas («algas mats») con moldes de evaporitas, laminitas («algal mats»), y micritas con oncolitos y Dasycladáceas. Dichos ciclotemas culminan generalmente en una superficie de microkarstificación y/o erosión que representa un tiempo de no sedimentación y/o exposición subaérea, y en conjunto muestran una evolución transgresiva que es abortada periódicamente por la actuación de pequeñas pulsaciones de origen tectónico, que son las que condicionan también su carácter cíclico.

En cuanto a la distribución de los fósiles en el conjunto de la serie, éstos son particularmente abundantes en las facies lagunares, sobre todo en las bioconstrucciones (fig. 3). La edad Anisiense superior del corte queda establecida por la presencia de *Turritellella mesotriásica*, foraminífero cuya distribución abarca el Anisiense superior-Ladiniense inferior y *Diplopora annulatissima* PIA como componente casi exclusivo de las asociaciones de Dasycladáceas.

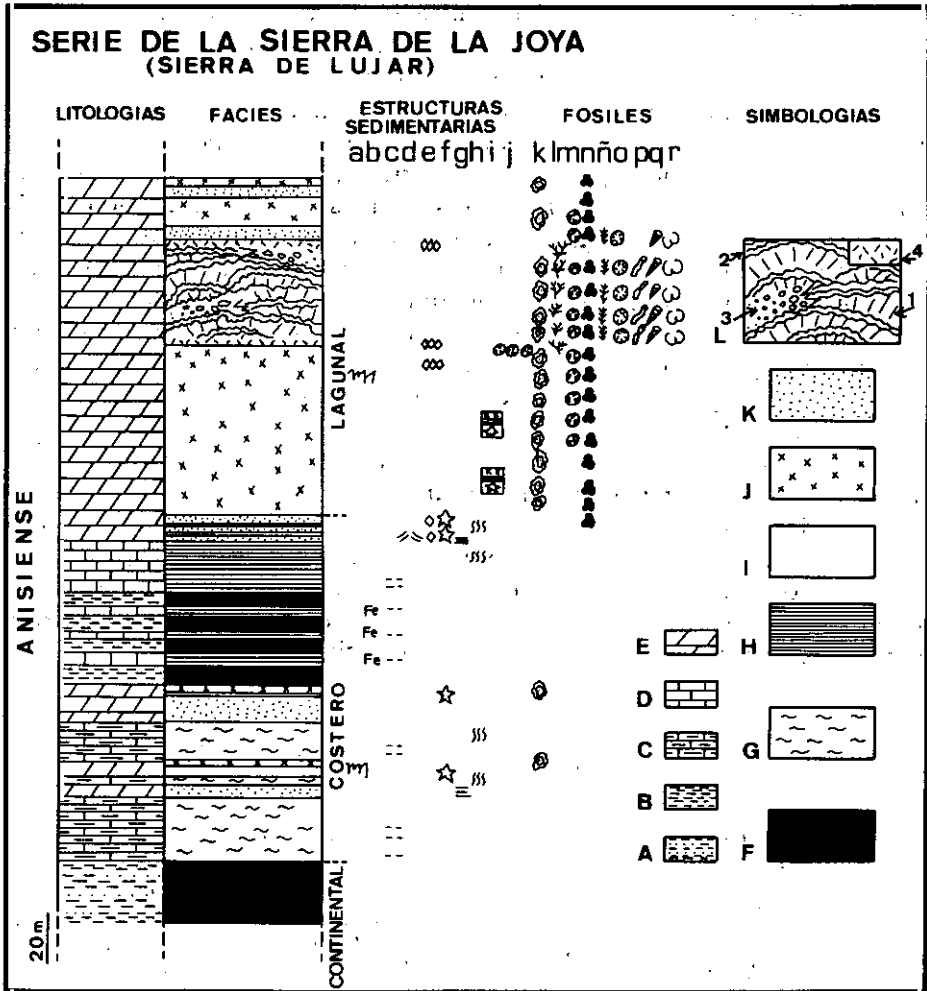
---

FIG. 2.—Posición del corte de la Sierra de la Joya. Cartografía según ESTEVEZ et al. (1985). Leyenda: 1. Complejo Nevado-Filábride.—2. Calizas y dolomías del Manto de Lújar.—3. Filitas y cuarcitas del Manto de Lújar.—4. Filitas y cuarcitas del Manto de Escalate.—5. Micasquistos del Manto de Murtas.—6. Neógeno-Cuaternario.—7. Contacto mecánico.—8. Falla inversa.—9. Superficie de corrimiento.—10. Corte estudiado.

Location of the Sierra de la Joya section. Geology after ESTEVEZ et al. (1985). Legend: 1. Nevado-Filábride Complex.—2. Limestones and dolostones of the Lújar Nappe.—3. Phyllites and quartzites of the Lújar Nappe.—4. Phyllites and quartzites of the Escalate Nappe.—5. Micaschists of the Murtas Nappe.—6. Neogene-Quaternary.—7. Mechanic boundary.—8. Reverse fault.—9. Overthrusting fault.—10. Studied section.

LAS BIOCONSTRUCCIONES DE LA SIERRA DE LA JOYA

Las bioconstrucciones de la Sierra de la Joya aparecen incluidas, como hemos indicado, dentro de las facies lagunares formando parte de la misma secuencia lagunar. Se trata de verdaderos «mounds» de estructura interna compleja que se superponen y solapan entre sí (fig. 3), y cuya morfología de conjunto no es claramente visible en el afloramiento. En ellos cabe diferenciar unos núcleos micríticos de formas y dimensiones diversas (con potencias que varían de decímetros a metros) y textura «baffle» (facies de «core»), tapizados por cos-





tras de algas de tipo *Spongiostromata* (facies de «cap») de espesores equivalentes o algo más reducidos (fig. 4). Ambos tipos de facies transicionan lateralmente a brechas hacia los flancos de los montículos. Los cantos de dichas brechas corresponden a fragmentos ya litificados de la propia bioconstrucción y se encuentran empastados en matriz micrítica.

En las bioconstrucciones propiamente dichas cabe, pues, diferenciar unos núcleos micríticos de textura «bafflestone» y unas costras de algas tipo *Spongiostromata* de textura «bindstone». En la micrita de los «baffles» flotan fragmentos, o esqueletos más o menos completos, de organismos muy diversos: corales solitarios, equínidos, bivalvos, gasterópodos, foraminíferos bentónicos (*Endothyridae*, *Fischerinidae*, etc.), *Dasycladáceas* (*D. annulatissima*), cianofíceas, etc..., junto con abundantes oncolitos (fig. 4). Dicha micrita se presume debió litificar tempranamente dada la existencia de huecos de formas y dimensiones diversas (generalmente cms.-dms.), rellenos por cementos sinsedimentarios. Los huecos no son, sin embargo, muy abundantes y aparecen distribuidos en el conjunto de la facies de un modo muy irregular. Huecos con rellenos semejantes aparecen también en las facies de brechas.

En los «bindstones» algales es frecuente la presencia de serpúlidos que se disponen subparalelamente a las superficies de las láminas,

---

FIG. 3.—Serie estratigráfica de la Sierra de la Joya. Leyenda: a) Superficies de microcarstificación y/o erosión. b) Costras y/o niveles de óxidos de hierro. c) Pasadas filíticas. d) «Tepees». e) Fenestras alineadas y/o aisladas. f) Moldes de evaporitas. g) Finos lechos de mallas de algas. h) Bioturbación. i) Ciclotemas. j) Niveles biostromales de algas *Dasycladáceas*. k) Oncolitos. l) Cianofíceas. m) *Dasycladáceas*. n) Foraminíferos bentónicos. ñ) Radiolas y fragmentos de placas de equínidos. o) Corales solitarios. p) Serpúlidos. q) Gasterópodos. r) Bivalvos. Litologías: A) Filitas y cuarcitas. B) Filitas. C) Calcoesquistos. D) Calizas. E) Dolomías. Facies: F) Areniscas y lutitas (continental). G) Calizas margosas y margas (costero). H) Mallas de algas («llanuras de mareas»). I) Micritas («lagoon»). J) Biomicitas («lagoon»). K) Calcarenitas bioclásticas (barras y/o playas). L) Bioconstrucciones («mounds» en el «lagoon»): 1. «Bafflestones» (facies de «core»).—2. Costras laminadas de algas tipo *Spongiostromata* (facies de «cap»). 3. Brechas (facies de los flancos de los edificios).—4. Facies de «cementos».

Sierra de la Joya stratigraphic section. Legend: a) Mikrokarstification and/or erosion surfaces. b) Iron oxide crusts and/or levels. c) Small phyllite intercalations. d) Tepees. e) Fenestras (isolated and/or aligned). f) Evaporite molds. g) Small algal mat intercalations. h) Burrowing. i) Cyclothems. j) Dasycladacean biostrome levels. k) Oncolites. l) Cyanophytes. m) Dasycladacean algae. n) Benthonic forams. ñ) Echinoderm spines and fragments. o) Solitary corals. p) Serpúlids. q) Gastropods. r) Bivalves. Lithologies: A) Phyllites and quartzites. B) Phyllites. C) Calcschists. D) Limestones. E) Dolostones. Facies: F) Sandstones and lutites (continental). G) Marly limestones and marls (coastal). H) Algal mats (tidal flats). I) Micrites (lagoon). J) Biomicitas (lagoon). K) Bioclastic calcarenites (bars and/or beaches). L) Bioconstructions (mounds in the lagoon): 1. Bafflestones (core facies).—2. Spongiostromata crusts (cap facies).—3. Breccias (flank facies).—4. «Cement» facies.

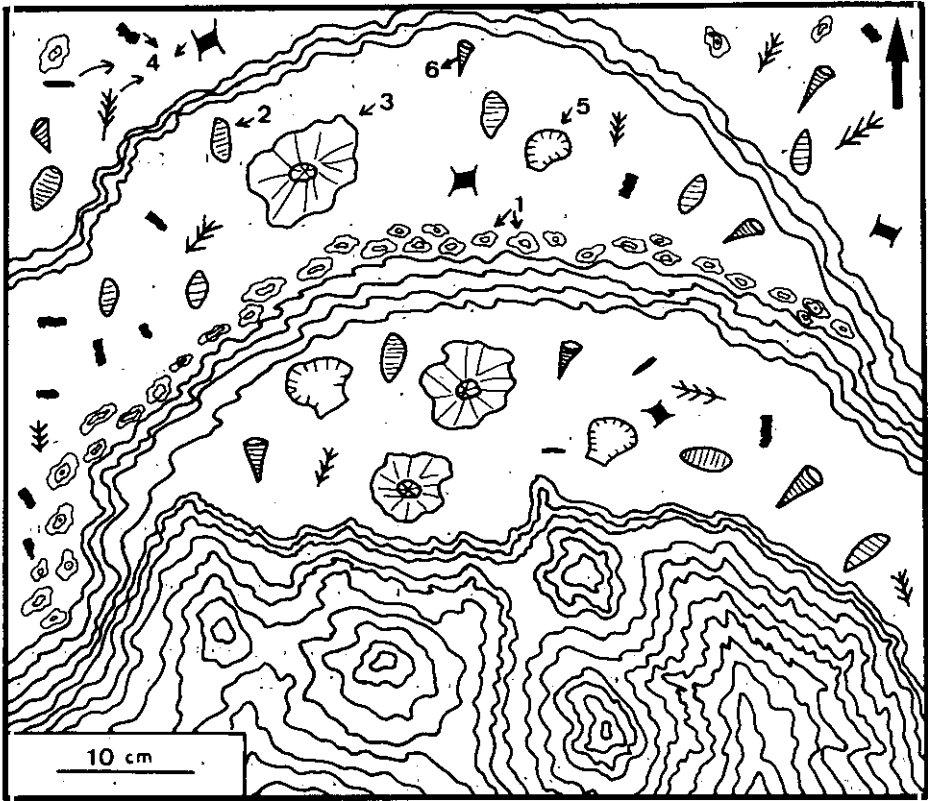


FIG. 4.—Estructura interna de los «mounds» de la Sierra de la Joya. Corte oblicuo, a la estratificación. Esquema tomado en el propio afloramiento. En los «baffles» que constituyen los núcleos («core») de la bioconstrucción se distinguen, a simple vista, oncolitos (1), algas Dasycladáceas (2), corales solitarios (3), radiolas y placas de equínidos (4), bivalvos (5) y gasterópodos (6). Dichos «baffles» alternan y se suceden con costras de algas tipo Spongiostromata.

*Internal structure of the Sierra de la Joya mounds (from a field sketch). Section transverse to bedding. Oncolites (1), Dasycladacean algae (2), solitary corals (3), echinoderm fragments (4), bivalves (5) and gastropods (6) stand out clearly in the baffles forming the core facies. These baffles alternate with Spongiostromata crusts (cap facies).*

descansando al tiempo sobre éstas; así como de foraminíferos bentónicos atrapados entre las láminas de algas. La transición entre el «baffle» y las costras de algas viene marcada por la presencia de crecimientos de cianofíceas ramificadas sobre la propia micrita litificada.

Resumiendo pues, los «mounds» de la Sierra de la Joya corresponden a pequeñas construcciones en el «lagoon». Sólo raramente se encuentran en ellos huecos rellenos por cementos sinsedimentarios. Se

trata de facies micríticas con textura «bafflestone» litificadas tempranamente y encostradas por algas. Las facies de brechas a ellas asociadas, al igual que los huecos rellenos por cementos sinsedimentarios, indican litificación temprana.

Cabe aquí referirse a una facies particular que aparece limitando tanto a muro como a techo la bioconstrucción (fig. 3) y que nosotros hemos venido a denominar «facies de cementos», dada la abundancia en ella de cementos sinsedimentarios. El aspecto de campo es el de una micrita muy oscura con abundantes fenestras que muestran, al menos, dos generaciones de cemento, el primero de ellos de naturaleza fibrosa. Al microscopio la micrita se presenta aglutinada alrededor de unos tubos muy tenues y poco definidos atribuibles a cianofíceas. Cabe también señalar la presencia en la micrita de pequeños agregados esparíticos similares al Problemático 1 de ZORN (1972).

La micrita que constituye el grueso de esta facies se presume debió litificar tempranamente y no se excluye la posibilidad de que en parte

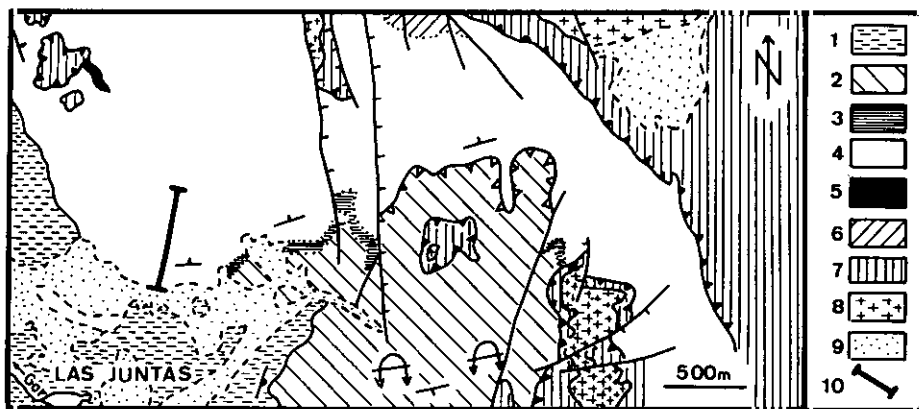


FIG. 5.—Situación geográfico-geológica detallada del corte de Las Juntas. Cartografía según DELGADO (1978). Unidad de Santa Bárbara: 1. Filitas y cuarcitas verde-azuladas.—2. Calizas, calizas margosas, dolomías y arcillitas (miembro A de DELGADO op. cit.).—3. Filitas rojas y cuarcitas rosadas y/o blancas (miembro B).—4. Dolomías (calizas de fucoides en la extrema base) (miembros C y D).—5. Rocas verdes (doleritas).—6. Calizas grises. Unidad de Quintana: 7. Filitas y cuarcitas.—8. Calizas y dolomías.—9. Cuaternario.—10. Corte estudiado.

Detailed geographical and geological setting of the Las Juntas section. Geology after DELGADO (1978). Santa Bárbara Unit: 1. Green and bluish phyllites and quartzites.—2. Limestones, marly limestones, dolostones and shales (member A of DELGADO op. cit.).—3. Red phyllites and pinky and/or white quartzites (member B).—4. Dolostones (Highly burrowed limestone beds in their lowermost part) (member C and D).—5. «Green rocks» (dolerites).—6. Grey limestones. Quintana Unit: 7. Phyllites and quartzites.—8. Limestones and dolostones.—9. Quaternary. 10. Studied section.

corresponda también a cemento micrítico submarino precipitado directamente como tal.

Sobre la facies de cementos al techo de la bioconstrucción aparece una calcarenitas bioclástica con abundantes restos orgánicos, similares a los de la bioconstrucción, que se interpreta como barras resultado del retrabajado de parte de la misma.

## EL CORTE DE LAS JUNTAS (SIERRA DE BAZA)

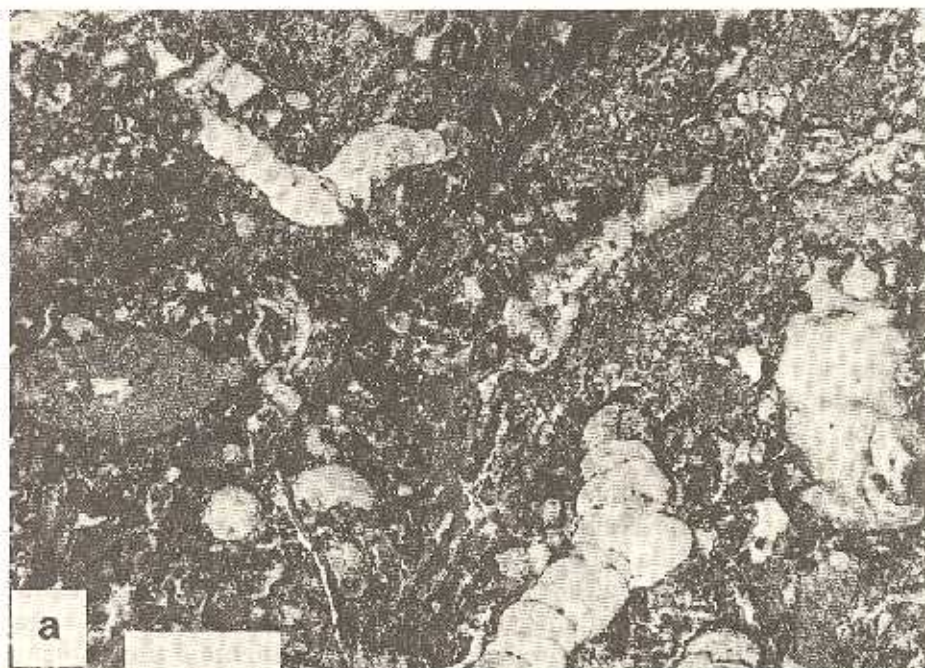
La Sierra de Baza es un macizo montañoso situado al NE de la provincia de Granada, donde afloran materiales, esencialmente carbonatados, pertenecientes a diversas unidades del Complejo Alpujárride (DELGADO, 1971, 1978). De todas ellas la que alcanza una mayor representatividad es la denominada Unidad de Santa Bárbara, cuya secuencia litoestratigráfica es totalmente equiparable a la de la Unidad de Lújar. De ahí que se considere que, desde el punto de vista paleogeográfico, ambas unidades formaban originalmente parte de un mismo dominio (DELGADO *et al.*, 1981). La Unidad de Santa Bárbara es también la que presenta un menor grado de metamorfismo y es en ella donde se localizan las bioconstrucciones objeto de este estudio.

En la formación carbonatada de dicha unidad, DELGADO (1978) y DELGADO *et al.* (1981) distinguen una serie de miembros cuya edad abarca desde el Anisiense hasta el Noriense. Las bioconstrucciones en cuestión se sitúan en el tránsito Anisiense-Ladiniense en el denominado «miembro D» de DELGADO (1978) o «dolomía basal» de MARTIN (1980 a y c) y DELGADO *et al.* (1981). El corte estudiado, único donde aparecen bien representadas, es el de Las Juntas (figs. 5 y 6). Junto a dicha localidad afloran los miembros más basales de la formación carbonatada de la Unidad de Santa Bárbara (miembros A, B, C y D de DELGADO, 1978). El miembro A corresponde a una potente intercalación carbonatada que se sitúa justo al techo de las filitas; el B a una sucesión (de aproximadamente 120 m. de potencia) de filitas rojas y cuarcitas rosadas y/o blancas; el C a un nivel de calcoesquistos de unos 20 m. de potencia fuertemente bioturbados; y el D a una

---

LAM. I.—a) «Bafflestone» con sphinctozoos y corales. Bioconstrucciones del corte de Las Juntas (núcleo de la bioconstrucción). Tamaño de la barra: 1 cm. b) «Bafflestones» con corales hermatípicos en posición de vida. Bioconstrucciones del corte de Las Juntas. Núcleo de la bioconstrucción. Diámetro de la moneda: 2,5 cm.

a) Bafflestone with sphinctozoans and corals. Las Juntas bioconstructions. Core facies (1st stage of development of the mounds). Bar: 1 cm. b) Bafflestones with hermatypic corals in growth position. Las Juntas bioconstructions. Core facies (1st stage of development of the mounds). Coin diameter: 2,5 cm.



potente secuencia dolomítica, intensamente recristalizada en su parte más alta (fig. 6). La secuencia, de la cual se presenta el esquema detallado de las facies que la constituyen, y que incorpora, así mismo, las bioconstrucciones, corresponde esencialmente al miembro dolomítico en su parte no recristalizada. La parte basal de dicha secuencia es equivalente a la de la Sierra de La Joya en cuanto a edad y facies, aunque aquí es menos potente y no incluye las bioconstrucciones del «lagoon», tan características de ese último corte.

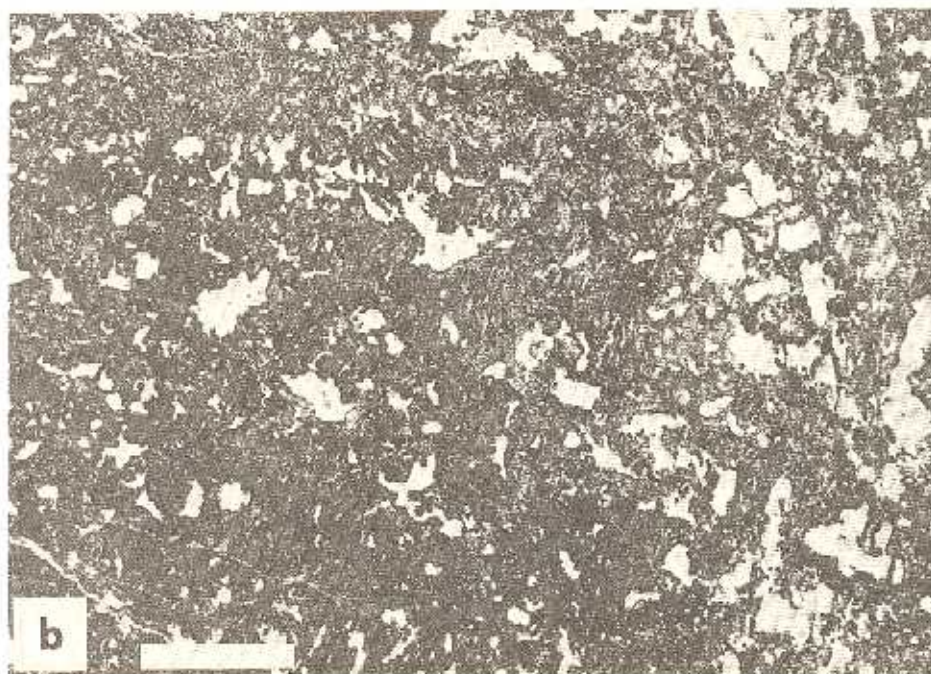
La evolución vertical que muestra esta secuencia es claramente transgresiva (fig. 6). Las facies costeras están aquí representadas por calcoesquistos (facies mixtas terrígeno-carbonatadas) y por «algal mats», que en puntos muestran abundantes moldes de evaporitas. Las facies lagunares s.str. corresponden a biomicritas con abundantes oncolitos, Dasycladáceas (*D. annulatissima*, *Physoporella* sp.) y algún foraminífero bentónico (*Turritellella mesotriásica*, como más significativo, Endothyridae, Fischerinidae y Ammodiscidae, etc.). Sobre ellas aparece una potente secuencia de calcarenitas, generalmente bioclásticas (con fragmentos de Dasycladáceas: *D. annulatissima*, *D. annulata*, *Teutloporella peniculiformis*, equinodermos, foraminíferos bentónicos, etc...), que intercalan asimismo potentes sucesiones de «algal mats». El conjunto se interpreta como correspondiente a un ambiente de barras/islas barrera. En este contexto el «algal mat» representa el sedimento típico de las partes internas, protegidas, de la isla barrera. Cabe aquí también señalar que ambas facies, calcarenitas y «algal mats», incluyen localmente niveles de brechas de intraclastos y se hallan, en puntos, intensamente bioturbadas.

Encima directamente de las calcarenitas se localizan las bioconstrucciones que corresponden aquí a «mounds», con abundantes restos de organismos y huecos tapizados por cementos sinsedimentarios, cuya estructura de detalle y facies asociadas serán descritas más adelante. Dichos «mounds» se superponen y solapan unos a otros, al tiempo que hacia la parte alta del tramo que los incluye empiezan a

---

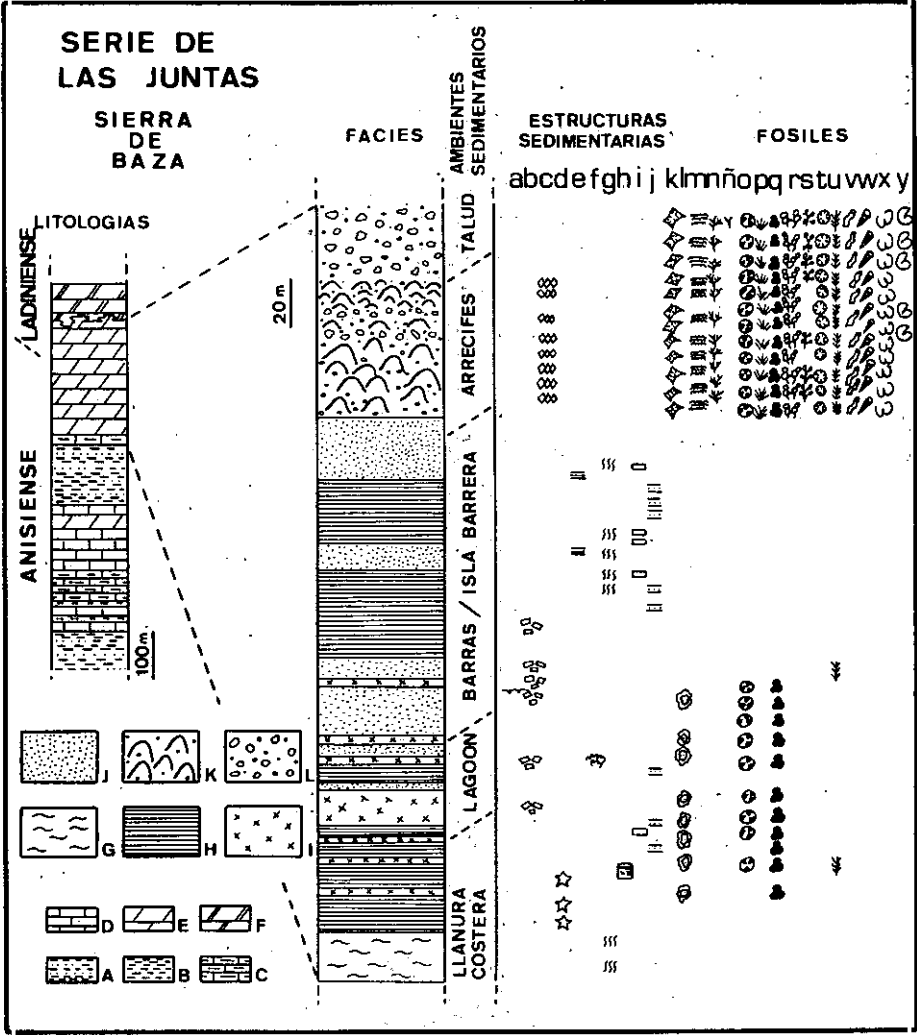
LAM. II.—a) «Boundstone» de serpulidos encostrados por algas (*Spongiostromata*). Bioconstrucciones del corte de Las Juntas. Facies de «cap», parte inferior (2.º estadio). Tamaño de la barra: 2 cm. b) «Facies de cementos». Micrita aglutinada alrededor de pequeños tubos (Cianofíceas), con fenestras rellenas por cementos. Bioconstrucciones del corte de Las Juntas. Facies de «cap» (parte superior). Tercer estadio de desarrollo de los «mounds». Tamaño de la barra: 1 cm.

a) Boundstone formed by serpulids encrusted by *Spongiostromata* algae. Las Juntas bioconstructions. Lower cap facies (2nd stage of development of the mounds) Bar: 2 cm. b) «Cement facies». Micrite agglutinated around very fine Cyanophyte tubes; with small fenestrae filled in by symsedimentary and/or early diagenetic cements. Upper cap facies (3rd stage of development of the mounds). Bar: 1 cm.



intercalar niveles importantes de brechas que hacia arriba se hacen dominantes. Estas construcciones se interpretan como desarrolladas en un ambiente de plataforma externa/borde de plataforma, por delante de la zona de barras (fig. 7).

Las brechas del techo del corte corresponden ya a facies de talud. Se trata de calcirruditas/calcarenitas intraclástico-bioclásticas en las que a los fragmentos de organismos y elementos procedentes de las bioconstrucciones se asocian también abundantes cefalópodos: ammonoideos (Lám. IIIb), coleoideos y nautiloideos. En ellas se ha detec-





tado también la presencia de *Tubiphytes obscurus* MASLOV (Lämina IIIc). En estas brechas, sobre todo en la parte alta del corte, hay también grandes huecos sinsedimentarios, tapizados generalmente en sus bordes por algas encostrantes de tipo *Spongiostromata*, y rellenos unas veces por cementos sinsedimentarios submarinos de hábito fibroso y disposición laminar, y otras por «micrita» laminada (posible sedimento interno de infiltración litificado tempranamente).

Las facies de «cuenca» no aparecen representadas en este corte, aunque sí lo están en otros próximos tales como «El Romeral» y «Cruz-Santa Bárbara» donde constituyen los denominados miembros E y F de DELGADO (1978), que se sitúan estratigráficamente inmediatamente encima de las «dolomías basales». Dichas facies, de carácter pelágico, marcan el final de la evolución transgresiva para el ciclo sedimentario correspondiente al Triás medio (DELGADO *et al.*, 1981).

La edad de las bioconstrucciones se sitúa sin más precisiones en el tránsito Anisiense-Ladiniense por la presencia en las calcarenitas infrayacentes de la asociación *D. annulatissima*-*D. annulata*, y en las bioconstrucciones y brechas de *Teutoporella vicentina*, *T. nodosa* (Lá-

---

FIGURA 6.—Serie estratigráfica de Las Juntas. Leyenda: Litologías: A) Filitas y cuarcitas. B) Filitas y/o arcillitas. C) Calcoesquistos. D) Calizas. E) Dolomías. F) Dolomías muy cristalinas, recristalizadas. Facies: G) Calizas margosas y margas (costero). H) Mallas de algas (llanura de mareas costera y/o de borde interno de isla barrera). I) Biomicritas («lagoon»). J) Calcarenitas bioclásticas (barras/isla barrera). K) Bioconstrucciones (arrecifes en la plataforma externa/borde de plataforma). L) Brechas calcáreas (talud de la plataforma). Clave de signos: a) Superficies desecadas y/o microcarstificadas. b) Intraclastos y/o brechas de intraclastos. c) Fenestras alineadas y/o aisladas. d) Moldes de evaporitas. e) Finos lechos de mallas de algas. f) Estromatolitos. g) Bioturbación. h) Ciclotemas. i) Finos lechos micríticos/biomicríticos. j) Finos lechos calcareníticos. k) Cavidades rellenas por cementos sinsedimentarios submarinos. l) Oncolitos. m) Costras de algas tipo *Spongiostromata*. n) Cianofíceas. ñ) Tubiphytes. o) Dasycladáceas. p) Solenoporáceas. q) Foraminíferos bentónicos. r) Espongiarios (sphinctozoos e inozoos). s) Hidrozoos. t) Corales hermatípicos. u) Equimodernos. v) Serpúlidos. w) Gasterópodos. x) Bivalvos. y) Cefalópodos.

Las Juntas stratigraphic section. Legend: Lithologies: A) Phyllites and quartzites. B) Phyllites and/or shales. C) Calcshists. D) Limestones. E) Dolostones. F) Recrystallized coarsely-crystalline dolostones. Facies: G) Marly limestones and marls (coastal). H) Algal mats (coastal tidal flat and/or innermost part of the barrier island). I) Biomicrites (lagoon). J) Bioclastic calcarenites (bars/barrier island). K) Bioconstructions (reef at the outer platform/platform edge). L) Calcareous breccias (platform talus). Key to the symbols: a) Microkarstification and/or dessication surfaces. b) Intraclasts and/or intraclast breccias. c) Fenestras (isolated and/or aligned). d) Evaporite molds. e) Small algal mat intercalations. f) Stromatolites. g) Burrowing. h) Cyclothems. i) Small micrite and/or biomicrite intercalations. j) Small calcarenites intercalations. k) Cavities fill in by syndimentary submarine cements. l) Oncolites. m) Spongiostromata crusts. n) Cyanophytes. ñ) Tubiphytes. o) Dasycladacean algae. p) Solenoporacean algae. q) Benthonic forams. r) Sponges (sphinctozoans and inozoans). s) Hydrozoans. t) Hermatypic corals. u) Echinoderms. v) Serpulids. w) Gastropods. x) Bivalves. y) Cephalopods.

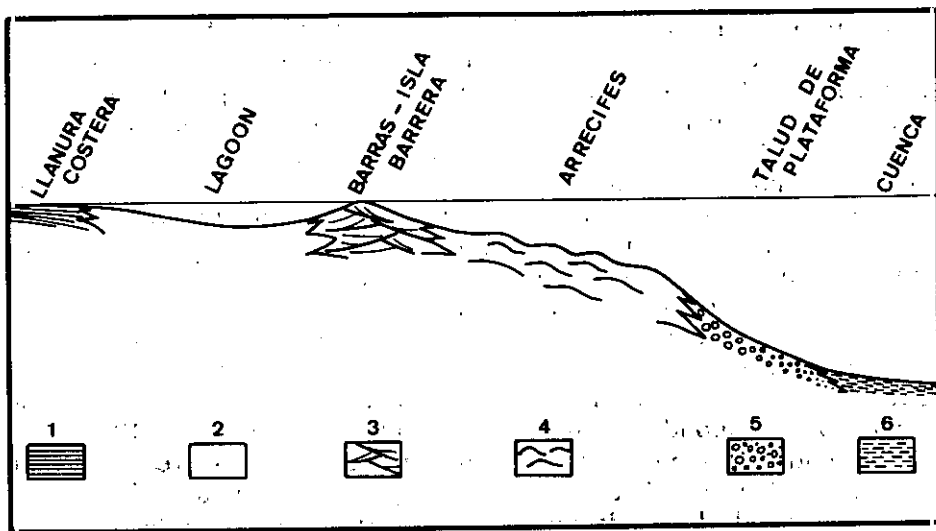


FIG. 7.—Modelo sedimentario inferido para el tránsito Anisiense-Ladimiense.—1. Mallas de algas.—2. Biomicritas y micritas.—3. Calcarenitas limpidas bien seleccionadas.—4. Bioconstrucciones («mounds»).—5. Calcirruditas y calcarenitas bioclásticas.—6. Margocalizas, calizas arcillosas y margas. Las construcciones de Las Juntas se desarrollaron en un contexto de plataforma externa/borde de plataforma.

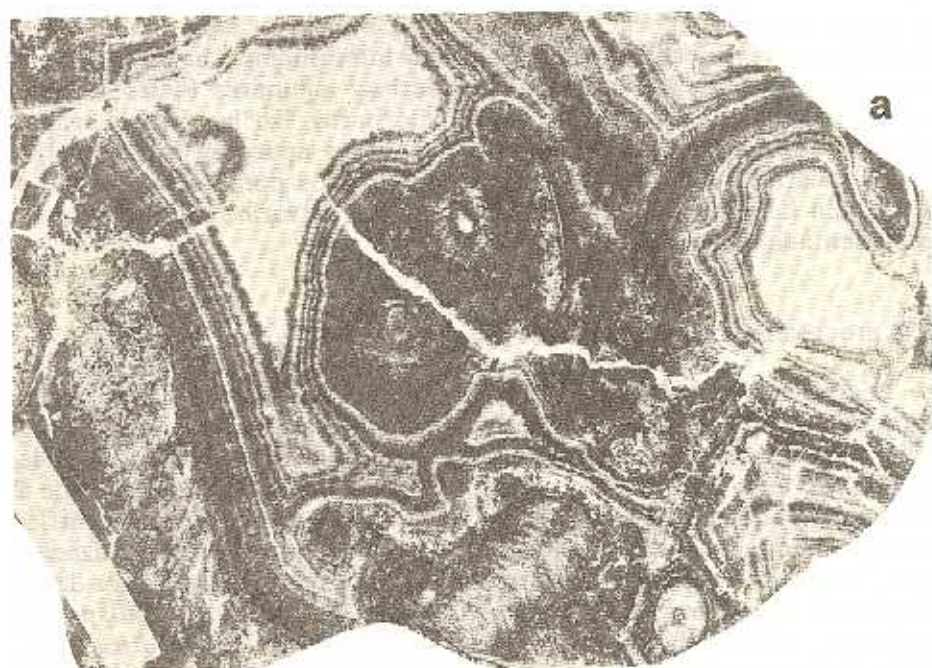
Sedimentary model proposed for the Anisian-Ladinian transition.—1. Algal mats. 2. Biomicrites and micrites.—3. Well-sorted, clear calcarenites.—4. Bioconstructions (mounds).—5. Bioclastic calcirrudites and calcarenites.—6. Argillaceous limestones, marly limestones and marls. Reefs developed in an outer platform/platform edge environment.

mina IIIa) y *T. triasina*, que pueden corresponder tanto al Illyriense superior como ya al Fassaniense.

El modelo sedimentario esbozado para el tránsito Anisiense-Ladimiense (fig. 7), aunque deducido fundamentalmente de la evolución vertical que muestra la serie, es también aplicable lateralmente para

LÁM. III.—Brecha bioclástica con *Dasycladáceas* (*T. nodosa* SCHAFFHAULT) y huecos rellenos por cementos sinsedimentarios. Facies del talud de la plataforma del corte de Las Juntas. Tamaño de la barra: 2 cm. b) Brecha bioclástica con un ammonoideo. Facies del talud de la plataforma del corte de Las Juntas. Tamaño de la barra: 0,5 cm. c) Tubiphytes obscurus MASLOV. Microfacies de las brechas del talud. Tamaño de la barra: 1 mm.

a) Bioclastic breccia with *Dasycladacean* remains (*T. nodosa*, SCHAFFHAULT) and abundant submarine laminated cements filling in syndepositional open spaces. Las Juntas sections. Platform-talus facies. Bar: 2 cm. b) Ammonite shell embedded in a bioclastic breccia. Las Juntas section. Platform-talus facies. Bar: 0,5 cm. c) Tubiphytes obscurus MASLOV. Microfacies from the platform-talus breccias of Las Juntas section. Bar: 1 mm.



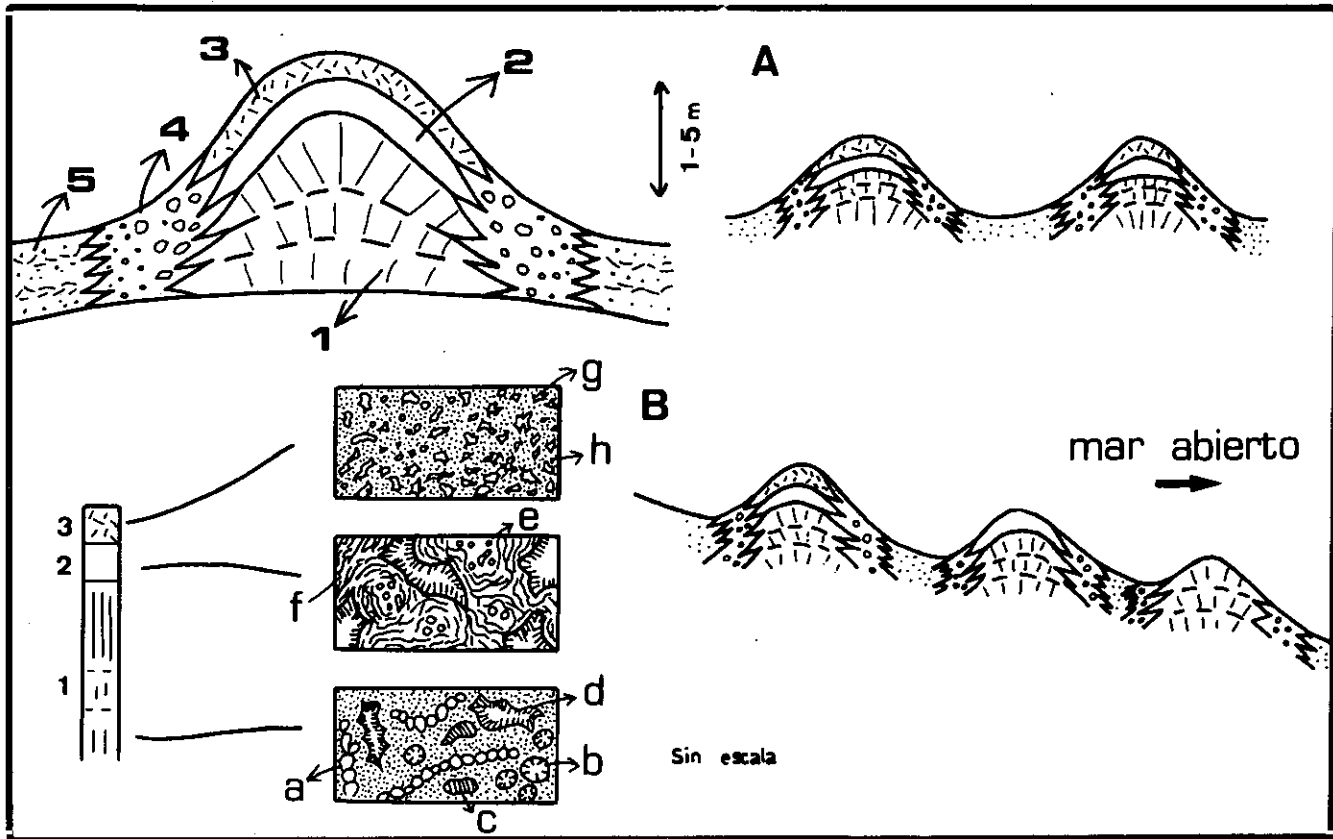
dicho intervalo temporal a la escala del conjunto de la Sierra de Baza, dado que estas bioconstrucciones pasan lateralmente, hacia el E, primero a calcarenitas y luego a las micritas lagunares (estas últimas representadas en el corte Cruz-Santa Bárbara). En la zona de transición de las calcarenitas a las facies lagunares aparecen interestratificados biostromas de Dasycladáceas constituidos por *Macroporella benecki*. En las facies lagunares s.str., por el contrario, sólo aparece ya representada *D. annulata*.

#### LAS BIOCONSTRUCCIONES DE LAS JUNTAS

Las bioconstrucciones de Las Juntas se desarrollaron como hemos indicado en un contexto de plataforma externa/borde de plataforma (fig. 7) y corresponden a «mounds», de estructura interna compleja (fig. 8), cuya altura de conjunto en cada uno de ellos oscila de 2 a 10 m. En ellos cabe distinguir un núcleo («core») de textura «baffle» con abundantes organismos afectados por una intensa recristalización que prácticamente borra sus estructuras internas y dificulta su determinación: sphinctozoos (*Dictyocoelia* sp.?, *Uvanella* sp.?, *Colospongia* sp.?, etc.), corales hermatípicos (*Margarosmia* sp., entre otros), inozoos, hidrozooos (*Spongiomorpha* sp.?), equinodermos, Dasycladáceas (*T. nodosa*) y Solenoporáceas (*Parachaetetes* sp., etc...) (Lám. Ia). La

FIG. 8.—Bioconstrucciones de Las Juntas (Sierra de Baza). Estructura interna de uno de los «mounds». El núcleo («core») (1) corresponde a un «bafflestone» con abundantes sphinctozoos (a), corales hermatípicos (b) y Solenoporáceas (c). Dispersos en él se encuentran grandes huecos rellenos parcialmente por cementos sinsedimentarios submarinos (d). Por encima se sitúa un «boundstone» (2) constituido por agregados de serpulidos (e) trabados por costras de algas tipo Spongiostromata (f). Coronando el montículo aparece una «facies de cementos» (3) constituida por micrita (h) con abundantes fenestras (g). Las facies de flanco de los montículos (4) corresponden a brechas que transicionan lateralmente a calcarenitas bioclásticas (5) (facies interconstrucción). Los diferentes estadios de desarrollo se corresponden a distintas condiciones de profundidad y acontecieron simultáneamente en diferentes montículos gracias al dispositivo en rampa de la plataforma. A) Corte perpendicular a la pendiente. B) Corte pendiente abajo.

Las Juntas bioconstructions (Sierra de Baza). Internal structure of one of the mounds. Its core consists of a blaffestone (1) with abundant sphinctozoans (a), hermatypic corals (b) and Solenoporacean algae (c). Symsedimentary voids are partially filled by submarine cements (d). Overlying it, there appears a boundstone (2) formed by serpulid aggregates (e) encrusted by Spongiostromata algae (f). On top of the mound there is a «cement facies» (3) made up of micrite (h), interpreted as micrite submarine cement, with abundant fenestras (g). The flank facies (4) correspond to breccias that pass laterally to bioclastic calcarenites (5) (interreef facies). The ramp disposition of the outer platform favoured the simultaneous development of mounds in different stages of growth, depending on depth conditions and position within the platform. A) Cross section perpendicular to the slope. B) Cross section downslope.



mayoría de estos organismos se presentan, en posición de vida o escasamente fragmentados, envueltos en la micrita. Las colonias de coral alcanzan a veces gran tamaño (hasta 0,5 m.) (Lám. Ib). Dispersos en la micrita se encuentran también, localmente, grandes huecos de trazado irregular rellenos, al menos parcialmente, por cementos sinsedimentarios.

Estos «mounds» micríticos están coronados y recubiertos por «boundstones» muy similares a los que constituyen los arrecifes norienses de la Unidad Trevenque descritos por FLÜGEL *et al.* (1984) y BRAGA & MARTIN (1986a). En ellos cabe diferenciar un núcleo (s) de organismos tubulares o racimos de organismos tubulares (generalmente serpúlidos), entre ellos *Lamellitubus cauticus* OTT, etc..., encostrados por algas de tipo *Spongiostromata*, que dejan entre sí gran cantidad de huecos rellenos por cementos sinsedimentarios (Lám. IIa y fig. 8). En la base del «boundstone» es relativamente frecuente que, en sustitución de los serpúlidos en su papel de núcleos aglutinantes de la construcción algal, aparezcan corales, sphinctozoos, Solenoporáceas y/o Dasycladáceas idénticos a los existentes en el «baffle» infrayacente. Cuando ello ocurre, fragmentos de estos organismos aparecen también a veces atrapados entre las costras de algas.

A techo de los «mounds» se encuentra una típica «facies de cementos» constituida por una micrita negra en la que aparecen dispersas abundantes ventanas rellenas por cementos sinsedimentarios (lámina IIb y fig. 8), cuyas características de detalle han sido ya descritas al referirse a las bioconstrucciones de la Sierra de La Joya. Aquí sólo cabe resaltar la presencia, además, en el interior de las ventanas, y precediendo al cemento fibroso de primera generación, de pequeños serpúlidos y gasterópodos.

«Facies de cementos» han sido también citadas en el Trías superior alpujarride en relación con las calcirruditas/calcarenitas de Dasycladáceas que aparecen inmediatamente por debajo de las bioconstrucciones norienses del Corte de Los Cahorros en Sierra Nevada (FLÜGEL *et al.*, 1984), y en relación con biostromas de Dasycladáceas de la base de las dolomías norienses de la Sierra de Baza (BRAGA, 1986).

Las facies de flanco de los montículos corresponden a brechas, con cantos procedentes de las diferentes partes y elementos que constituyen los «mounds», que transicionan lateralmente a calcarenitas bioclásticas que incluyen lumaquelas de gasterópodos y bivalvos de pequeño tamaño (facies interconstrucción).

La zonación que presentan los montículos («mounds») del Corte de Las Juntas responde presumiblemente a la diferente posición respecto al mar abierto, y subsecuente estadio de desarrollo de éstos en

un momento dado, y viene controlada fundamentalmente por la profundidad (fig. 8). Las fases iniciales del desarrollo (estadio «baffle») se corresponden con las de máxima profundidad. La progresiva somerización que se alcanza conforme los montículos crecen hacia arriba conduce sucesivamente a la fase 2 (estadio del «boundstone» algal) y, finalmente, en condiciones ya muy someras, al desarrollo de la fase 3 (estadio de la «facies de cementos»). Todo esto parece estar de acuerdo, en cuanto a condiciones de profundidad y desarrollo en el caso de los «boundstones» algales, con el contexto asignado a los «boundstones» de serpúlidos, algas y cementos del Triás superior alpujarride (FLÜGEL *et al.*, 1984; BRAGA & MARTÍN, 1986a), y con las condiciones de profundidad que se deducen para las «facies de cementos» por la relación con las facies a las que se encuentran asociadas en otros contextos donde aparecen (Sierra de La Joya, Sierra Nevada y Norriense de Sierra de Baza). En nuestro ejemplo (el de Las Juntas) el dispositivo presumiblemente en rampa de la plataforma favoreció el desarrollo simultáneo de los diferentes estadios (fig. 8), en distintas condiciones de profundidad.

## REFERENCIAS

- BRAGA, J. C. (1986): «Upper Triassic Dasycladaceans in the Sierra de Baza (Alpujarride Complex, Betic Cordillera, SE Spain)». *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, pp. 239-247.
- BRAGA, J. C., y MARTÍN, J. M. (1986): «Sedimentación cíclica lagunar y bioconstrucciones asociadas en el Triás Superior Alpujarride» (esta monografía).
- BRAGA, J. C., y MARTÍN, J. M. (1986): «Distribución de las algas Dasycladáceas en el Triás Alpujarride» (esta monografía).
- DELGADO, F. (1971): «Observaciones sobre las unidades alpujarrides de la Sierra de Baza». *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 2, pp. 41-48.
- DELGADO, F. (1978): «Los alpujarrides en Sierra de Baza (Cordilleras Béticas, España)». *Tesis Universidad de Granada*, 483 pp. (inérita).
- DELGADO, F.; ESTÉVEZ, A.; MARTÍN, J. M., y MARTÍN-ALGARRA, A. (1981): «Observaciones sobre la estratigrafía de la Formación Carbonatada de los mantos alpujarrides (Cordillera Bética)». *Estud. Geol.*, 37, pp. 45-57.
- ESTÉVEZ, A.; DELGADO, F.; SANZ DE GALDEANO, C., y MARTÍN-ALGARRA, A. (1985): «Los Alpujarrides al Sur de Sierra Nevada. Una revisión de su estructura». *Mediterránea, Ser. Geol.*, 4, pp. 5-32.
- FLÜGEL, E.; FLÜGEL-KÄHLER, E.; MARTÍN, J. M., y MARTÍN-ALGARRA, A. (1984): «Middle Triassic Reefs from Southern Spain». *Facies*, 11, pp. 173-218.
- MARTÍN, J. M. (1980a): «Las Dolomías de las Cordilleras Béticas». *Tesis Universidad de Granada*, 265, 201 pp.
- MARTÍN, J. M. (1980b): «Crisis de salinidad y estromatolitos». *IX Congreso Nacional de Sedimentología*. Salamanca, 1980. Resumen, pp. 80-81.
- MARTÍN, J. M. (1980c): «Dolomías alpujarrides». *Rev. Inst. Inv. Geol. Dip. Provincial Barcelona*, 34, pp. 125-134.
- MARTÍN, J. M., y DELGADO, F. (1980): «Biostromes of Dasycladacean algae and stromatolites: a peculiar interbedding». *Sediment. Geol.*, 25, pp. 117-126.

- MARTÍN, J. M., y TORRES-RUIZ, J. (1985): «Stratigraphic, Sedimentological and Petrological Controls on the Stratiform and/or Stratabound F-Pb-Zn-Ba deposits of the Triassic of the Alpujarrides (Betic Cordillera, Southern Spain)». *6th European Regional Meeting of Sedimentology I. A. S. Lleida 85 (Abstract Book)*, pp. 277-280.
- ZORN, H. (1972). «Mikrofazielle Analyse eines Mitteltriassischen Riffkomplexes in den Tessiner Kalkalpen». *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, 21, pp. 123-142.