

Características sedimentológicas de la terminación del ciclo marino del Eoceno superior en el sector oriental de la Depresión del Ebro (Catalunya, N.E. de España).

por Antoni BARNOLAS(*), Pere BUSQUETS(**) y Josep SERRA-KIEL(***)

(*) Div. de Geologia. I.G.M.E.

(**) Dep. Estratigrafia. Univ. C. Barcelona.

(***) Dep. Paleontologia. Univ. C. Barcelona.

SUMMARY

The Catalanian late Biarritzian and Priabonian sedimentation shows deltaic characteristics. The deltaic lobes can be abandoned and they are reworked by the marine action. Then, on the deltaic paleotopography reefs are developed. Often the reefs are covered by the siliciclastic sediments from the new deltaic events. In the Sant Bartomeu del Grau Reef two episodes of growth reef are superposed. There, the reef truncations are related with the evaporitic sedimentation. The paleogeographic proposed model, based on sedimentological evidences, envisages the existence of a connection between the Priabonian Bassin and the «Mediterranean Sea». Furthermore this model is consistent with the chronostratigraphical study.

RESUMEN

Durante el «Biarritzense» superior y el Priabonense, la sedimentación en el Eoceno autóctono de Catalunya, adquiere caracteres deltaicos acumulándose los sedimentos en forma de lóbulos deltaicos que translapán sucesivamente y progradan hacia el interior de la cuenca. Cuando los canales distributarios que originan a estos lóbulos son abandonados, se produce un retrabajamiento de sus materiales por la acción marina (oleaje y posiblemente mareas). Es en este episodio cuando, sobre la morfología deltaica heredada, se desarrollaron con mucha frecuencia arrecifes de corales y algas rojas que murieron al depositarse sobre ellos los materiales silicoclásticos procedentes de la progradación de un nuevo lóbulo deltaico. Una excepción la constituye el arrecife de Sant Bartomeu del Grau, resultante de la superposición de dos periodos de crecimiento arrecifal, cuya muerte guarda relación, en cada caso, con las primeras etapas de sedimentación evaporítica de la Cuenca evaporítica central catalana. El mecanismo de cierre para este extremo de la cuenca evaporítica se interpreta originado por el estrangulamiento de la misma por la acción de los lóbulos deltaicos procedentes de los bordes Sur y Norte de la cuenca. El estudio cronoestratigráfico efectuado corrobora al modelo paleogeográfico que se expone, el cual, presupone una conexión «mediterránea» por el Empordà durante el Priabonense.

INTRODUCCIÓN

Con el Priabonense termina la sedimentación marina en la cuenca surpirenaica catalana. Ello representa la culminación de un ciclo que se inició durante el «Biarritzense», o tal vez Luteciense superior, con la sedimentación de la Formación Folgueroles (Areniscas de Folgueroles, Reguant, 1967) en el área comprendida entre la Plana de Vic y el Mediterráneo, y con la Formación Collbàs (Ferrer, 1971) en el área de Igualada. Este ciclo, que se inicia con la sedimentación de las formaciones antes indicadas, se caracteriza por la rápida implantación de una sedimentación margosa (margas de *offshore* o *prodelta* según zonas) y por la

aparición de materiales más arenosos e incluso conglomeráticos, ordenados con los materiales lutíticos en una serie de secuencias *thickening and coarsening upwards* que representan a la progradación deltaica procedente de los márgenes Norte (pirenaico) y Sur (catalánide) y a los que se asocia, en la parte superior, un conjunto de formaciones carbonatadas (*grainstones* bioclásticos, arrecifes, *grainstones* de miliólidos, etc.) y a los niveles de yesos del margen de la cuenca evaporítica central catalana.

En esta nota se presentan algunas observaciones efectuadas, especialmente en el área de Vic, en relación a los siguientes puntos:

1.º Relación entre progradación deltaica y desarrollo arrecifal.

2.º Relación entre facies arrecifales y facies evaporíticas.

3.º Paleogeografía de la cuenca durante la sedimentación evaporítica.

LA PROGRADACIÓN DELTAICA

Las primeras referencias a la génesis deltaica de los sedimentos silicoclásticos del Eoceno superior marino de Catalunya fueron hechas por Kromm (1968, 1969) y posteriormente por Luterbacher et al. (1973) al señalar en ambos casos a las Margas de Vic (Reguant, 1967) como la parte distal (*prodelta*) de los complejos deltaicos procedentes de la Cordillera prelitoral catalana y del Pirineo.

Los aparatos deltaicos (*Delta Fans* en su mayoría) se encuentran bordeando a la Cordillera prelitoral y al Pirineo (fig. 1) y las margas de Vic e Igualada corresponden en parte a la sedimentación margosa del interior de la cuenca y en parte al *prodelta* de los distintos aparatos. Así, en el sector comprendido entre Sant Bartomeu del Grau y Santa Cecilia de Voltregà, puede observarse como una serie de secuencias del tipo *thickening and coarsening upwards* que se encuentran sobre el nivel de Gurb (Margas de Gurb, Reguant, 1967) en el sector de Santa Cecilia de Voltregà, evolucionan hacia el Sur pasando lateralmente a las Margas de Vespella (Reguant, 1967) en el sector de Sant Bartomeu del Grau-Vespella. Foto 1.

Las secuencias del tipo *thickening and coarsening up-*

- 1-Castellolí
- 2-Calders
- 3-St. Feliu de Codines
- 4-Centelles
- 5-Pont del Llop
- 6-Sta Cecilia de Voltregà
- 7-St Bartomeu del Grau
- 8-La Trona
- 9-Alpens
- 10-Verges
- 11-Torroella de Montgri
- 12-Pals

Fig 1

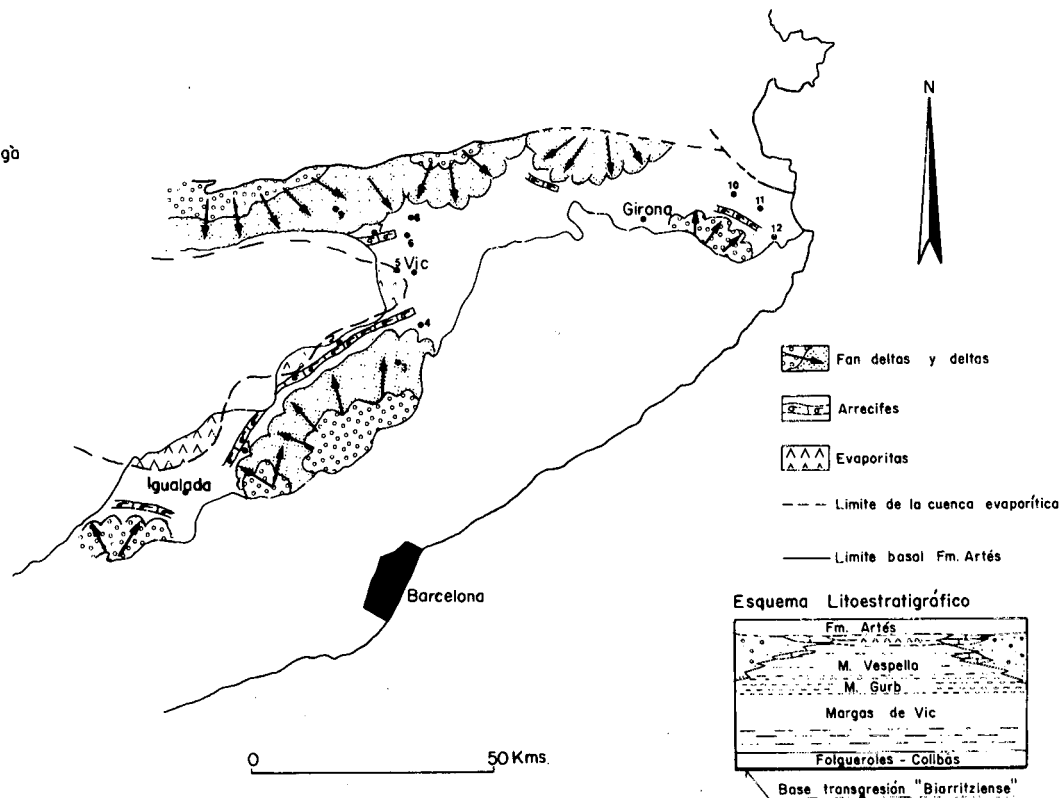


Fig. 1. Esquema paleogeográfico durante el Priaboniense (modificado de Salas, 1979). Esquema litoestratigráfico del Eoceno superior.

wards se caracterizan por un tramo inferior lutítico con fauna de gasterópodos mal conservados seguido de un tramo de areniscas de grano fino, bien seleccionadas y con estratificación horizontal, que lateralmente hacia el Norte y hacia el techo pasan a barras con estratificación cruzada a gran escala y paleocorrientes al Sur (hacia la cuenca) en el sector de Voltregà. Este tipo de secuencias fue señalado por Vilaplana (1977) en el área de Calders, el cual las interpretó como el ciclo deposicional de una barra de desembocadura *stream mouth bar*. Santisteban y Taberner (1978) interpretan como barras de marea a secuencias del mismo tipo encontradas en el sector de Sant Feliu de Codines-Centelles.

Este mismo tipo de secuencias se encuentran en los sedimentos de la misma edad en la cuenca de Jaca donde fueron estudiadas por Hehuwat (1970) y por Puigdefàbregas (1975); ambos les atribuyeron un origen deltaico. Hehuwat observó como sobre estos ciclos, cuya sucesión de estructuras (aumento de energía) y contenido faunístico (paso a condiciones salobres) nos definen un proceso de *off lap* (*), se instala una intensa bioturbación y acumulación de fauna marina, lo que nos indica un descenso o detención en la sedimentación y el paso a condiciones marinas, caracteris-

tico de un proceso de *onlap*. Este proceso observado por Hehuwat (1970) es reproducido por Puigdefàbregas (1975), el cual para su interpretación expone dos hipótesis: 1.^a Sucesivas subsidencias bruscas en toda la cuenca o, 2.^a Abandono de la anterior desembocadura y subsidencia más o menos continuada. El mismo proceso se observa también en las secuencias *thickening and coarsening upwards* del sector de Santa Cecilia de Voltregà y constituye, a nuestro entender, un elemento muy importante para interpretar las relaciones existentes entre deposición de materiales silicoclásticos y bioconstrucción.

Estas secuencias, en el área de Sant Bartomeu del Grau-Oris, no siempre son completas faltando ocasionalmente el tramo superior (barras) en las secuencias inferiores, mientras que en las secuencias superiores pueden encontrarse otros términos (areniscas y conglomerados con canales conglomeráticos, etc.).

Las Margas de Vespella (Reguant, 1967) representan a la zona de prodelta del aparato deltaico. En conjunto están formadas por margas con fauna (*Spondylus*, *Turritella*, *Cerithium*, *Dentalium*, etc.) que fue estudiada por Farrés y Sataid-Staad (1964).

La progradación deltaica culmina finalmente con la aparición hacia el techo de la serie marina de sedimentos con faunas de gasterópodos salobres y pequeños horizontes de

(*) Se utilizan los terminos *onlap-offlap* respetando el significado de Hehuwat, ver Puigdefàbregas (1975).

lignitos que corresponden a las zonas de marismas y pantanos del delta. Esta fauna de gasterópodos fue estudiada por Farrés y Staid-Staad (1964).

RELACIÓN ENTRE PROGRADACIÓN DELTAICA Y ARRECIFES

Dentro de este sistema deltaico, aparecen frecuentemente edificios bioconstruidos por corales y algas rodofíceas, así como *grainstones* bioclásticos con fauna abundante de epibiontes y también horizontes lumaquéllicos de *Nummulites* formando pequeñas barras.

El problema interpretativo de la relación existente entre crecimiento de edificios coralinos y la sedimentación silicoclástica fue estudiado primeramente por Vilaplana (1975, 1977) en el área de Calders, llegando a la conclusión de que los arrecifes: «se desarrollan ya sea sobre fondos lutíticos (zonas distales de barras, o zonas de bahía protegida entre barras) o, más frecuentemente, sobre los términos proximales de las barras que, en este caso hay que suponer abandonadas». Santisteban y Taberner (1978) en la región de Centelles, llegan a la conclusión de que los arrecifes, se desarrollan sobre la zona de cresta de las barras de marea adaptándose a la morfología de la misma, encontrando frecuentemente corales en posición de vida en la zona de sombra, mientras que en el talud frontal de la barra y en la zona de cresta son más abundantes los corales fragmentados. Salas (1979), en la región de Igualada, observa que los arrecifes se establecen «sobre una rotura de pendiente del substrato con una parte superior horizontal y paralela y un talud progradante con *foresets*.»

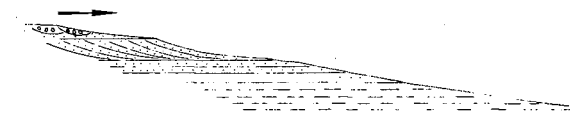
De las observaciones efectuadas en el arrecife de Sant Bartomeu del Grau y en el arrecife de la Trona (ctra. de Sant Hipòlit de Voltregà a Sant Boi del Lluçanés) llegamos a la misma conclusión, en el aspecto geométrico, que los autores precedentes, en el sentido de que los arrecifes se adaptan a la morfología heredada del substrato, que a nuestro parecer, corresponde a la de un lóbulo deltaico abandonado.

El carácter progradante del conjunto se pone de manifiesto también, por la posición relativa de los arrecifes; así, el arrecife de la Trona, más antiguo que el de Sant Bartomeu del Grau, está situado más al Norte. Este carácter progradante hacia el interior de la cuenca ha sido señalado tanto por Santisteban y Taberner (1978) en Centelles como por Salas (1979) en Igualada.

El aspecto más importante a estudiar es, sin embargo, el modelo dinámico que interprete a la relación existente entre el desarrollo arrecifal y la sedimentación silicoclástica y que explique la disposición geométrica de afloramientos. Sobre ella se han barajado dos hipótesis en función del modelo deposicional propuesto para los materiales silicoclásticos; así, Vilaplana (1977) opina que en el caso de la implantación de los arrecifes sobre los términos proximales de barras, éstas deberían estar abandonadas, mientras que para Santisteban y Taberner (1978), la implantación del arrecife significaría un paso de condiciones intramareales a submareales y una disminución en cantidad de detritico grosero.

Un elemento importante a tener en cuenta para la interpretación dinámica lo constituye el tránsito brusco que se observa en el sector de Santa Cecilia de Voltregà y que Hehuwat (1970) observó en los sedimentos de la misma edad en la cuenca de Jaca. Esto nos permite exponer la siguiente interpretación dinámica, expresada en la fig. 2 y

1^{er} ESTADIO: PROGRADACION DELTAICA



2^o ESTADIO: INTERRUPCION EN LA SEDIMENTACION SILICOCLASTICA (Abandono canal distributivo)

→ RETRABAJAMIENTO POR ACCION MARINA Y BIOCONSTRUCCION
(Arrecifes)



3^{er} ESTADIO: REANUDACION DE LA SEDIMENTACION SILICOCLASTICA (Reactivación canal distributivo)

→ MUERTE DEL ARRECIFE

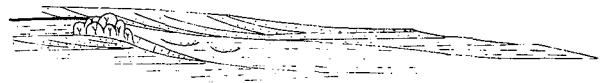


Fig. 2 Interpretación dinámica de la relación existente entre la sedimentación silicoclástica y las bioconstrucciones

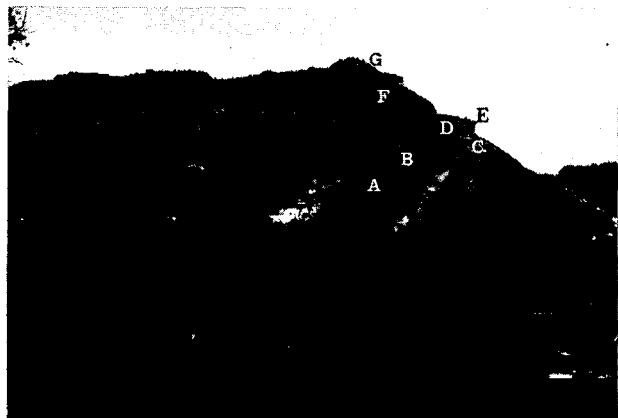


Foto 1. Secuencias *thickening and coarsening upwards* alternando con niveles carbonatados en Sant Martí Xic (área de Santa Cecilia de Voltregà). A. Margas de Vespella (prodelta); B, C, y D. limolitas y areniscas con estratificación horizontal y ocasionalmente cruzada de bajo ángulo (frente y talud deltaico). E. nivel C evoluciona rápidamente hacia el sur a margas con fauna equivalente a la del nivel A. E. *grainstones* bioclásticos con algas y *Nummulites* que traslapan a la serie silicoclástica. F. areniscas, canales de conglomerados y barras arenosas (*distributary mouth bar* y canales distributarios). G. *grainstones* bioclásticos con el mismo significado del nivel E. Estos niveles describen tres mega-secuencias *thickening and coarsening upwards* (A-B, C-D y F) separadas por tres etapas de retorno a condiciones marinas (paso del nivel B al C, nivel E y G) sin aportes deltaicos.

que resumimos en tres estados:

- 1.º Progradación deltaica originando en la vertical una secuencia del tipo *thickening and coarsening upwards*.
- 2.º Abandono del canal distributivo. La progradación deltaica se hace en otra dirección. Con la falta de aportes detriticos y con la subsidencia propia de la acumulación



Foto 2. Arrecife de Sant Bartomeu del Grau con los niveles A y B de *grainstones* de miliólidos. La flecha señala a la cicatriz en la masa bioconstruida que equivale lateralmente al nivel A. El tramo C son margas y areniscas que se desarrollan lateralmente al arrecife y equivalen a un episodio deposicional entre el arrecife y la sedimentación del nivel B.

deltaica se forman las condiciones idóneas para el crecimiento arrecifal aprovechando la morfología deltaica. En otros casos el lugar del arrecife puede ser ocupado por *Nummulites* de gran tamaño, originando barras de *longshore*, y la morfología del talud deltaico ser ocupada por una pradera de algas, briozoos, etc., con abundantes epibiontes que originaron a *packstones* y *grainstones* bioclásticos fosilizándolo.

- 3.º Cuando la progradación deltaica se renueva en el mismo sentido, los detriticos originan la muerte del arrecife. Este hecho fue observado en la zona de Calders por Vilaplana (1977).

Hay que señalar también, el importante papel de la acción marina (oleaje y posiblemente mareas) en el retrabajamiento de los materiales deltaicos. Este hecho se pone de manifiesto por la existencia de secuencias incompletas con barras de materiales arenosos y bioclásticos cuya génesis, por la misma naturaleza de los materiales que la componen, entre los que abunda la fauna marina, hay que atribuir a la acción de procesos marinos (oleaje, mareas, corrientes de *longshore*) sin que podamos precisar por el momento, y en la zona estudiada, cual de estos procesos pueda ser el predominante en el retrabajamiento de los lóbulos deltaicos una vez abandonados.

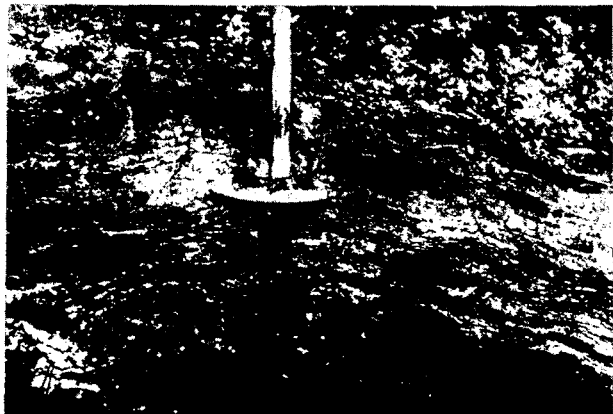


Foto 3. *Algal mat* en el nivel de *grainstones* de miliólidos situado por encima del arrecife de Sant Bartomeu del Grau.

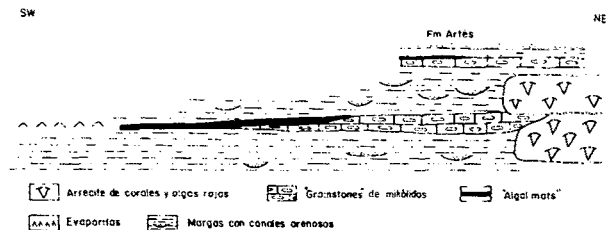


Fig 3

Fig 3. Esquema de las relaciones entre las evaporitas y los arrecifes en Sant Bartomeu del Grau. Se observa que la cicatriz del arrecife, se corresponde con un nivel de miliólidos sobre el cual se desarrolla un nivel de *algal mat* que lateralmente pasa a evaporitas.

RELACIÓN ENTRE EL ARRECIFE DE SANT BARTOMEU DEL GRAU Y LAS EVAPORITAS

En Sant Bartomeu del Grau puede observarse la relación existente entre el arrecife, que forma el cantil sobre el que se asienta la urbanización del «Roc Llarg», y las evaporitas, que afloran en el camino a Sant Julià Sassorba, en las proximidades del lugar donde éste se une a la carretera a Sant Bartomeu del Grau. Esta relación fue estudiada por Busquets (1973, 1975) y queda esquematizada en la fig. 3 que resulta de una ligera modificación de la figura representada en Busquets (1975), modificación que no altera las relaciones geométricas observadas en su día pero que introduce nuevos datos que nos son útiles para establecer el modelo deposicional.

Así, podemos observar que el primer nivel de *grainstones* de miliólidos, sobre el que se asienta una pequeña cantera junto al arrecife, (foto 2), evoluciona hacia el interior del arrecife desapareciendo y siendo sustituido por una cicatriz que puede observarse perfectamente en todo el arrecife. Hacia el otro extremo se observa como este nivel es rápidamente sustituido por un *algal mat* que incluye progresivamente moldes de cristales de yeso hasta que, en el punto antes indicado (cota 797 del Mapa Topográfico Nacional del Inst. Geográfico y Catastral ed. 1952), las evaporitas son predominantes.

Por otra parte, en el camino a la cantera antes indicada, puede observarse también como el segundo nivel de *grainstones* de miliólidos, es coronado por un *algal mat* que incluye abundantes moldes de evaporitas (foto 3). Este nivel es ya posterior a todo el arrecife de Sant Bartomeu del Grau, que al igual que el arrecife de la Trona y que los arrecifes estudiados por Vilaplana (1973, 1975, 1977) en Calders y por Salas et al. (1977) y Salas (1979) en Igualada está bioconstruido por corales y algas rojas con abundantes organismos perforantes e incrustantes.

Por todo lo expuesto anteriormente se deduce la existencia de un mínimo de dos ciclos de deposición evaporítica que se relacionan hacia los márgenes de la cuenca evaporítica con *algal mats* y *grainstones* de miliólidos. Del mismo modo se deduce también que anteriormente y entre ambos ciclos evaporíticos existen dos periodos de desarrollo arre-

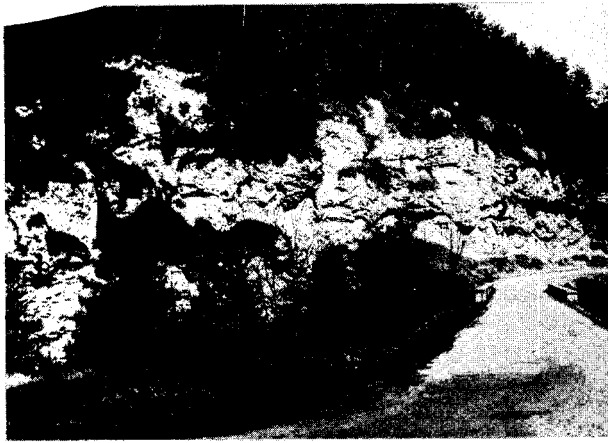


Foto 4. Tres niveles de yesos alternando con margas azules, en la carretera de Vic a Prats de Lluçanés (Pont de Llop). Son el equivalente lateral en la cuenca evaporítica del completo arrecife-barras de miliólidos y *algal mats* de Sant Bartomeu del Grau

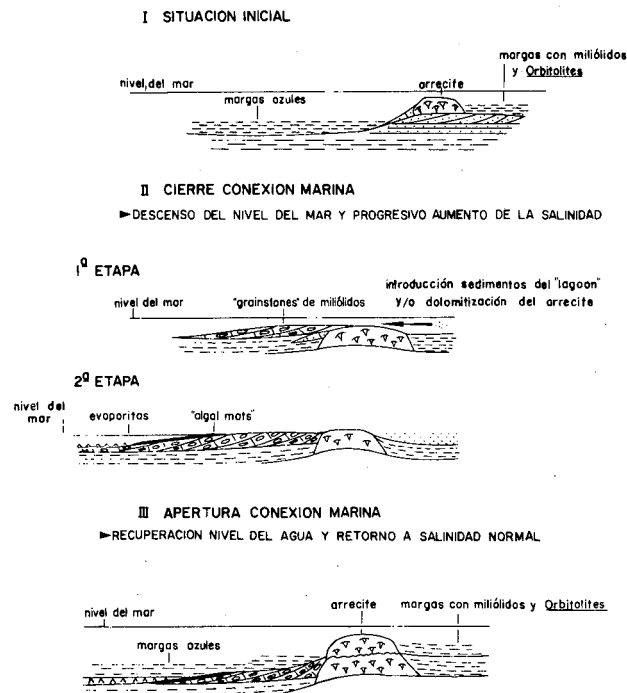


Fig. 4

Fig. 4. Interpretación dinámica de la relación existente entre la sedimentación evaporítica y los arrecifes.

cifal. Por otro lado, en el Pont del Llop (foto 4) puede observarse la existencia de tres niveles de evaporitas con margas azules intercaladas.

La relación entre evaporitas y arrecifes es clara y nos permite establecer un modelo dinámico para la terminación de este ciclo sedimentario en el que las evaporitas representan, al Oeste de Vic, su fase última. En este sentido, no hay que interpretar a las evaporitas como representando a un ciclo posterior a la sedimentación marina arrecifal sino que ambos fenómenos se suceden en el tiempo, a tenor de los

datos expuestos anteriormente, y representan la culminación de una unidad tectosedimentaria: el ciclo deposicional «Biarritziense»-Priaboniense.

Este modelo dinámico, queda expresado en la fig. 4, y puede resumirse a partir de una situación inicial, en la que en el interior de la cuenca evaporítica hay sedimentación margosa marina normal mientras que los arrecifes se desarrollan de acuerdo con el modelo expuesto anteriormente.

Con el cierre de la conexión marina, que puede ser provocado por un ligero descenso del nivel del mar o por la misma dinámica deltaica, se desencadenaría un proceso en la cuenca restringida que hemos resumido en dos etapas.

Muestras	Situación Geográfica	Coordenadas		UNIDADES	
		X	Y	Litoestratigráficas	Cronoestratigráficas
1	Margas encima del pueblo de Castellolí	5° 23' 4"	41° 36' 3"	Fm. Margos de Igualada	"BIARRITZIENSE" SUPERIOR
2	Techo de la Fm. Tossa	5° 23' 12"	41° 36' 18"	Fm. Calizas de la Tossa	PRIABONIENSE INFERIOR
3	10 mts. por debajo de la muestra 4	5° 41' 19"	41° 46' 48"	Fm. Calizas de Colluspina	"BIARRITZIENSE" SUPERIOR
4	Km. 36,5 carretera Monistrol de Calders a Calders	5° 41' 5"	41° 46' 46"	Fm. Calizas de Colluspina	"BIARRITZIENSE" SUPERIOR
5	20 mts. por encima de la muestra 4	5° 41' 10"	41° 46' 58"	Fm. Calizas de Colluspina	PRIABONIENSE INFERIOR
6	30 mts. por encima de la muestra 3	5° 41' 13"	41° 47' 3"	Fm. Calizas de Colluspina	PRIABONIENSE INFERIOR
7	Mas Güells (municipio de Tona)	2° 9' 51"	41° 50' 346"	Mb. Margos de Gurb	"BIARRITZIENSE" SUPERIOR
8	Niveles inferiores al arrecife de St. Bartomeu del Grau	2° 11' 8,1"	41° 58' 383"	Mb. Margos de Vespella	PRIABONIENSE INFERIOR
9		2° 11' 8,1"	41° 58' 415"	Mb. Margos de Vespella	PRIABONIENSE INFERIOR
10	Base del cerro de Sta. Perpètua	2° 11' 43,2"	41° 59' 419"	Fm. Calizas de St. Marí Xic	"BIARRITZIENSE" SUPERIOR
11	Cima del cerro de Sta. Perpètua	2° 11' 47,1"	41° 59' 56"	Fm. Calizas de St. Marí Xic	PRIABONIENSE INFERIOR
12	Norte de St. Bartomeu del Grau	4° 32' 60"	46° 54' 25"	Fm. Margos de Vidrà	PRIABONIENSE INFERIOR
13	N.O. de Alpens	5° 45' 28"	42° 7' 53"	Fm. Conglomerados de Bergo	PRIABONIENSE "s.l."
14	Cementerio de Castell de l'Empordú	6° 45' 37"	41° 59' 2"	Fm. Margos de Igualada	"BIARRITZIENSE" SUPERIOR
15	Carretera entre Colomés Verges	6° 43' 35"	42° 3' 55"	Fm. Margos de Igualada	"BIARRITZIENSE" SUPERIOR
16	Carretera País Torroella de Montgrí	6° 50' 25"	41° 59' 30"	Fm. Calizas de la Tossa	PRIABONIENSE "s.l."
17	Municipio de Monells	6° 40' 50"	41° 58' 44"	Fm. Calizas de la Tossa	PRIABONIENSE MEDIO
18	Junto poblado ibérico de Ullastret	6° 45' 27"	41° 59' 54"	Fm. Calizas de la Tossa	PRIABONIENSE MEDIO
19	Junto camping "Delfin Verde"	6° 21' 5"	42° 50' 0"	Fm. Calizas de la Tossa	PRIABONIENSE SUPERIOR

Fig. 5

Fig. 5. Situación geográfica, litoestratigráfica y cronoestratigráfica de las muestras estudiadas.

En una primera etapa, y al disminuir el nivel del agua, aumenta la salinidad lo que provoca la muerte del arrecife junto con la exposición aérea y/o la introducción de sedimentos procedentes del antiguo lagoon. En los márgenes de esta cuenca se depositan *grainstones* de miliólidos.

En la segunda etapa, y al aumentar la salinidad se desarrollan *algal mats* marginales asociados a la sedimentación evaporítica.

Al restablecerse las condiciones marinas, se recupera el nivel del agua dentro de la cuenca evaporítica y se reanuda la sedimentación original incluso en el arrecife de Sant Bartomeu del Grau. Este hecho es muy importante y demuestra que al Este de la cuenca evaporítica han subsistido las condiciones marinas o lo que es lo mismo, que la cuenca

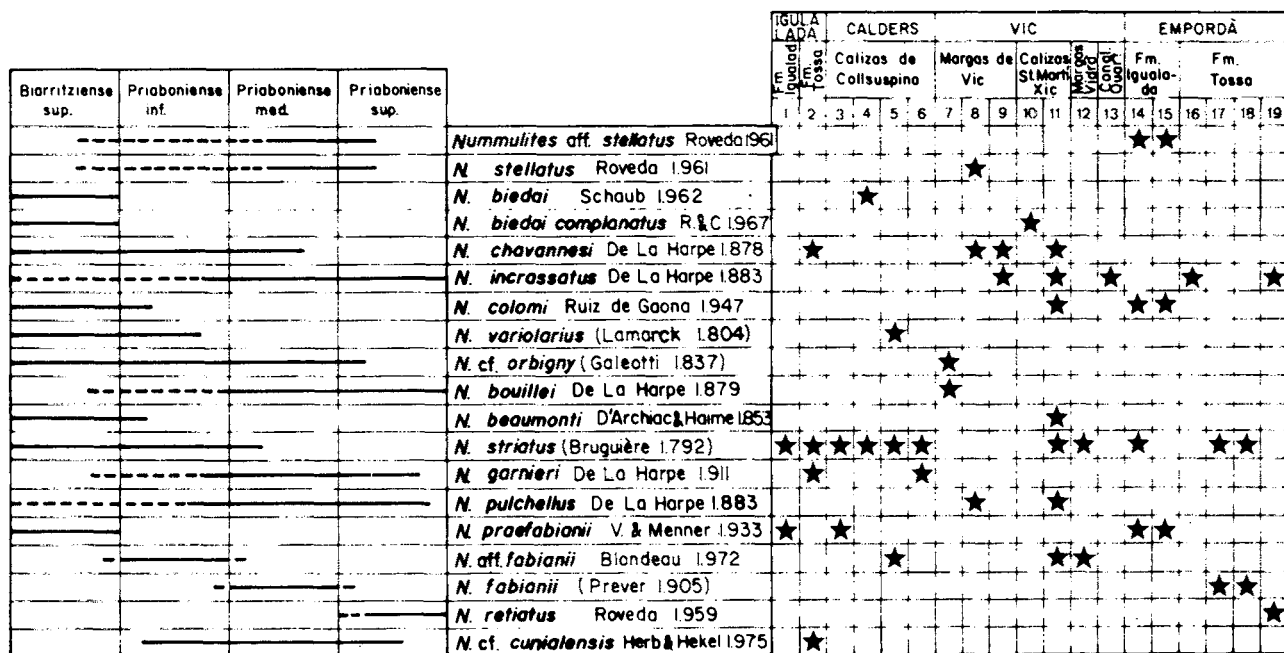


Fig. 6

Fig. 6. Relación de las especies contenidas en las muestras estudiadas, indicando su rango cronoestratigráfico y la unidad litoestratigráfica a que pertenecen.

estaba abierta al «Mediterráneo» y que al finalizar el ciclo el mar se retira en esta dirección, como se demuestra también en el estudio cronoestratigráfico efectuado.

Este modelo se repite por lo menos en tres ocasiones, como se demuestra en el corte del Pont del Llop, donde, como hemos indicado anteriormente existen tres niveles de yesos con margas azules intercaladas. Dos de estas etapas evaporíticas están registradas (fig. 3) en el arrecife de Sant Bertomeu del Grau.

Las molasas de la Formación Artés (Ferrer, 1971) representan un nuevo ciclo, una nueva unidad tectosedimentaria, que erosiona en parte a los sedimentos del ciclo «Biarritzense»-Priaboniense.

CRONOESTRATIGRAFÍA

A fin de establecer la correlación estratigráfica se han recogido muestras del Eoceno superior marino en las áreas de Igualada, Calders, Vic y Empordà; la situación geográfica, litoestratigráfica y cronoestratigráfica se ha especificado en la fig. 5.

En la fig. 6, se detallan las especies contenidas en cada muestra con su rango cronoestratigráfico.

Hay que señalar dos observaciones: 1.ª La atribución cronoestratigráfica dada a la muestra 7 se basa más en la correlación por criterios de campo con la muestra 10 que en su contenido faunístico. 2.ª La muestra 13 se ha tomado de una pequeña cuña marina intercalada en la unidad litoestratigráfica de los Conglomerados de la Quart (Riba, 1975).

De la observación de las dos figuras (5 y 6) se deduce que en Igualada, Calders y Vic el Eoceno superior marino más alto corresponde al Priaboniense inferior, mientras que en el Empordà el Priaboniense está totalmente representado del inferior al superior (Clavell, 1971).

CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente se pueden sintetizar las siguientes conclusiones:

1. La sedimentación deltaica del Eoceno superior de Catalunya se caracteriza por la sucesión de procesos de *offlap-onlap*, al igual que los descritos por Hehuwat (1970) para los sedimentos de la misma edad de la cuenca de Jaca.

2. El proceso de *offlap* viene dado por la progresión del lóbulo deltaico que se deposita frente a un canal distributivo originando a una secuencia del tipo *thickening and coarsening upwards*.

3. El proceso de *onlap* viene dado por el abandono del canal distributivo con el consiguiente retrabamiento de los materiales de su lóbulo deltaico por la acción marina (oleaje, mareas, corrientes de *longshore*). Esto se pone de manifiesto, o bien por la instalación sobre los materiales arenosos de un ciclo *thickening and coarsening upwards*, de un proceso de intensa bioturbación seguido por la sedimentación de margas azules con fauna francamente marina, o bien por la instalación de barras de *longshore* con restos de fauna marina.

4. Aprovechando la morfología de un lóbulo deltaico abandonado se instalan ocasionalmente arrecifes de corales y algas rojas.

5. El proceso deltaico es en su conjunto progradante hacia el interior de la cuenca en un proceso general regresivo. Este hecho se pone de manifiesto también por la distinta posición ocupada en el tiempo por los arrecifes.

6. La progradación deltaica desde el Pirineo y desde los Catalánides originó en la región actual de la Plana de Vic el cierre oriental de la Cuenca evaporítica catalana.

7. En los márgenes de la cuenca evaporítica que afloran al Oeste de Vic, pueden observarse un mínimo de tres ciclos evaporíticos con margas azules intercaladas. Dos de estos

ciclos quedan registrados en el arrecife de Sant Bartomeu del Grau.

8. La existencia de estos ciclos de sedimentación evaporítica-sedimentación marina en el margen oriental de la cuenca evaporítica apoya la hipótesis de la existencia de cuenca marina abierta hacia el Este de la Plana de Vic.

9. El estudio cronoestratigráfico efectuado demuestra que la sedimentación marina perduró en el Empordà hasta el Priabonense superior, mientras que en la Plana de Vic y en Igualada los sedimentos marinos más altos que han sido datados pertenecen al Priabonense inferior.

BIBLIOGRAFÍA

- BUSQUETS, P. 1973: «Análisis estratigráfico (fundamentalmente por microfacies) de los niveles marinos superiores del área de Sant Bartomeu del Grau (Vic).» *Tesis de Licenciatura Fac. Geología Univ. Central Barcelona* (inédita).
- BUSQUETS, P. 1975: «La transition Eocène marin-Eocène continental aux environs de Sant Bartomeu del Grau.» *IX Congr. Intern. Sedim. Nice. Libreria excurs. n.º 20*, pp. 37-39.
- CLAVELL, E. 1971: Bioestratigrafía del Paleógeno Ampurdanés *Tesis de Licenciatura Fac. Geología Univ. Central Barcelona* (inédita).
- FARRES, F. & STAUD-STAADT, J.C. 1964: «Las correlaciones faciales del Lediense y su fauna de moluscos en la comarca de Vic.» *Patronato de Estudios Ausonenses*, Vic, pp. 1-42.
- FERRER, J. 1971: «El Paleoceno y Eoceno del borde Sur-oriental de la depresión del Ebro (Cataluña).» *Mém. Suisses de Paléont.*, v. 90, 70 p., Basilea.
- HEHUWAT, F. A. 1970: «The transition from Marine to Continental Sedimentation in the Eocene of the Guarga Synclinorium Huesca province, Spain.» *Tesis Utrecht* (inédita).
- KROMM, F. 1968: «Stratigraphie comparée des formations éocènes du revers sud des Pyrenées et de la Cordillère pré-littorale catalane (province de Gerone et Barcelona, Espagne).» *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, tome 105, sér. B, n.º 2, 10 p.
- KROMM, F. 1969: «Résultats d'une étude géodynamique en Catalogne orientale: Chronologie des déformations, paléogéographie à l'Eocène» *Act. Soc. Linn. Bordeaux*, Sér. B, 106 (3) 11 p., Burdeos.
- LUTERBACHER, H., FERRER, J. & ROSELL, J. 1973: «El Paleógeno marino del Noreste de España.» *XIII Col. Europeo de Micropal.* pp. 29-62.
- PUIGDEFABREGAS, C. 1975: «La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca.» *Monografías del Inst. Est. Pirenaicos* n.º 104, 188 p., Jaca.
- REGUANT, S. 1967: «El Eoceno marino de Vic (Barcelona).» *Mem. Inst. Geol. y Min. de España* Tomo 68, 350 p., Madrid.
- RIBA, O. 1975: «Le bassin tertiaire catalan et les gisements de potasse: 5. Conglomerats de Sant Llorenç de Morunys.» *IX Congr. Intern. Sediment.*, Nice, Excur. n.º 20, pp. 65-75, Niza.
- SALAS, R. 1979: «El sistema arrecifal del Eoceno superior de la cuenca de Igualada (Barcelona).» *Tesis de Licenciatura Fac. Geología, Univ. Central Barcelona*, Ed. R. Salas, Barcelona.
- SALAS, R., ALVAREZ, G. & ESTEBAN, M. 1977: «El sistema arrecifal del Eoceno superior del sector de Igualada.» *1.ª Sem. Práctico de Asoc. Arrecifales y Evaporíticas*, Ed. R. Salas, pp. 3-11 a 3-28, Barcelona-Alacant, Dept. Petrología Univ. Central Barcelona.
- SANTISTEBAN, C. & TABERNER, C. 1978: «Barras de marea como control de la formación de arrecifes en el Eoceno medio y superior en el sector de Sant Feliu de Codines-Centelles.» *Public. Inst. Invest. Geol.*, vol. XXXII (1977), pp. 203-214, Barcelona.
- VILAPLANA, M. 1973: «El límite Marino-Continental en el Terciario inferior del área de Moia-Colluspina.» *Tesis de Licenciatura. Fac. Geología Univ. Central Barcelona* (inédita).
- VILAPLANA, M. 1975: «Le Bassin tertiaire Catalan et les Gisements de Potasse. Cap. 2. Aire de Vic: Les problèmes de la limite supérieure.» *IX Congr. Intern. Sedim.*, Nice, Excur. n.º 20, pp. 25-31, Niza.
- VILAPLANA, M. 1977: «Los arrecifes del Eoceno superior de Calders.» *1.ª Sem. Práctico de Asoc. Arrecifales y Evaporíticas*, Ed. R. Salas, pp. 3-43 a 3-66, Barcelona-Alacant. Dpt. Petrología Univ. Central. Barcelona.

Recibido, octubre 1981