

# Estratigrafía del Macizo del Montgrí

## Stratigraphy of the Montgrí Massif

E. Mató (\*), E. Saula (\*), X. Berástegui (\*) y E. Caus (\*\*)

(\*) Servei Geològic de Catalunya-ICC, Parc de Montjuïc, 08038 Barcelona

(\*\*) Departament de Geologia, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona.

### ABSTRACT

The cretaceous carbonates forming the Montgrí massif (Berriasian ? to Santonian) were deposited in the southern, marginal areas of the basin. As they sedimented in shallow platform environments, they were very sensible to sea-level changes. Thus, the section is divided into seven allostratigraphic units (NASC, 1983), numbered from 1 to 7. Some of their bounding discontinuities include erosion with subaerial exposure (lower boundaries of the units 2, 4, 5 and 7), paleokarst (2 and 4) and lateritic-soil developments (lower boundary of the unit 2). The units numbered 2, 4 and 6 respectively show onlap relationships over truncated underlying strata, and the lower boundary of the unit number 7 is a disconformity. The unit number 3 is bounded by a discontinuity recording a non-depositional event, and the bottom of the unit 5 is a condensed section. The units 2 (Aptian) and 6 (Coniacian to Santonian I) record the activity of extensional faulting along two structures known in outcrop; one of them can be observed in its original shape, and the other was inverted during the alpine compression. The uppermost strata in the unit 2 and the unit 7, respectively postdate these extensional structures.

**Key Words:** Montgrí, Cretaceous, allostratigraphic, discontinuity, extensional faulting.

Geogaceta, 20 (1) (1996), 58-61  
ISSN: 0213683X

### Introducción

La realización de la cartografía de las hojas de L'Escala, Montgó, Torroella de Montgrí y L'Estartit, dentro del Proyecto del Mapa Geológico de Cataluña a escala 1/25.000, ha comportado estudios estratigráficos y estructurales del macizo del Montgrí, algunas de cuyas conclusiones se exponen en este trabajo.

El macizo del Montgrí constituye el extremo SE del manto de l'Empordà, definido formalmente por Solé Sabarís *et al.* (1956). Dicho manto está constituido por materiales mesozoicos que cabalgan sobre el Eoceno medio y superior. Posteriormente, como consecuencia del régimen tectónico extensional que afectó a la zona del Mediterráneo occidental durante el Neógeno, el manto de l'Empordà quedó fragmentado en un conjunto de bloques relativamente levantados y relativamente deprimidos, dando lugar a la actual depresión de l'Empordà, a las sierras que la rodean y al propio macizo del Montgrí.

El macizo está formado por materiales mesozoicos que abarcan desde el Triásico Superior (facies Keuper) hasta el Santoniense. Los sedimentos triásicos y jurásicos afloran de manera discontinua a lo largo del cabalgamiento frontal. El Ju-

rásico consiste en margas y calizas margosas con abundantes restos fósiles, que caracterizan el Lías (Pallí y Llompart, 1981).

En la serie cretácica que forma el grueso del macizo, se han identificado 6 discontinuidades que limitan un total de 7 unidades aloestratigráficas (NASC, 1983). Este artículo se centra en la descripción e interpretación de dichas unidades.

### Estructura

La estructura interna del macizo del Montgrí consiste en dos láminas cabalgantes de orden menor, imbricadas y vergentes hacia el SW (Fig. 1). La lámina de Montgó - Roca Maura, situada al NE, está formada básicamente por materiales del Cretácico Inferior. Su estructura interna es sencilla y consiste en un sinclinal laxo y amplio, de dirección NW - SE, paralelo a la traza en superficie del cabalgamiento frontal y demás estructuras menores. La lámina de Santa Caterina, situada al SW, está formada básicamente por materiales del Cretácico Superior. La estructura interna de esta lámina, algo menos evidente en cartografía, está constituida por otro sinclinal, cortado en su flanco sur por una

falla inversa de dirección E-W, vergente hacia el sur. La dirección NW-SE de las estructuras descritas cambia a E - W en la zona sur-oriental y el sinclinal es sustituido por un cabalgamiento, cuyo salto aumenta progresivamente hasta que se entronca con el cabalgamiento frontal. Esto lo hemos interpretado como una estructura subordinada a una rampa oblicua del cabalgamiento frontal de esta lámina. Dicho cabalgamiento frontal se entronca, a su vez, tanto hacia el E como presumiblemente hacia el W, con el cabalgamiento frontal de la lámina de Montgó - Roca Maura, por lo que la lámina de Santa Caterina tiene una extensión lateral muy reducida.

El bloque inferior está compuesto por materiales cuya edad abarca desde el Paleoceno hasta el Bartonense-Priabonense, deformados en un conjunto de pliegues, en general muy apretados, y fallas inversas de dirección NW - SE, vergentes hacia el SW.

Tanto el cabalgamiento frontal del manto de l'Empordà, como las estructuras compresivas que afectan al Eoceno, están fosilizados por los conglomerados de Serra de Ventalló (Unidad OM; S.G.C., 1994) de edad imprecisa entre el Oligoceno y la base del Plioceno.

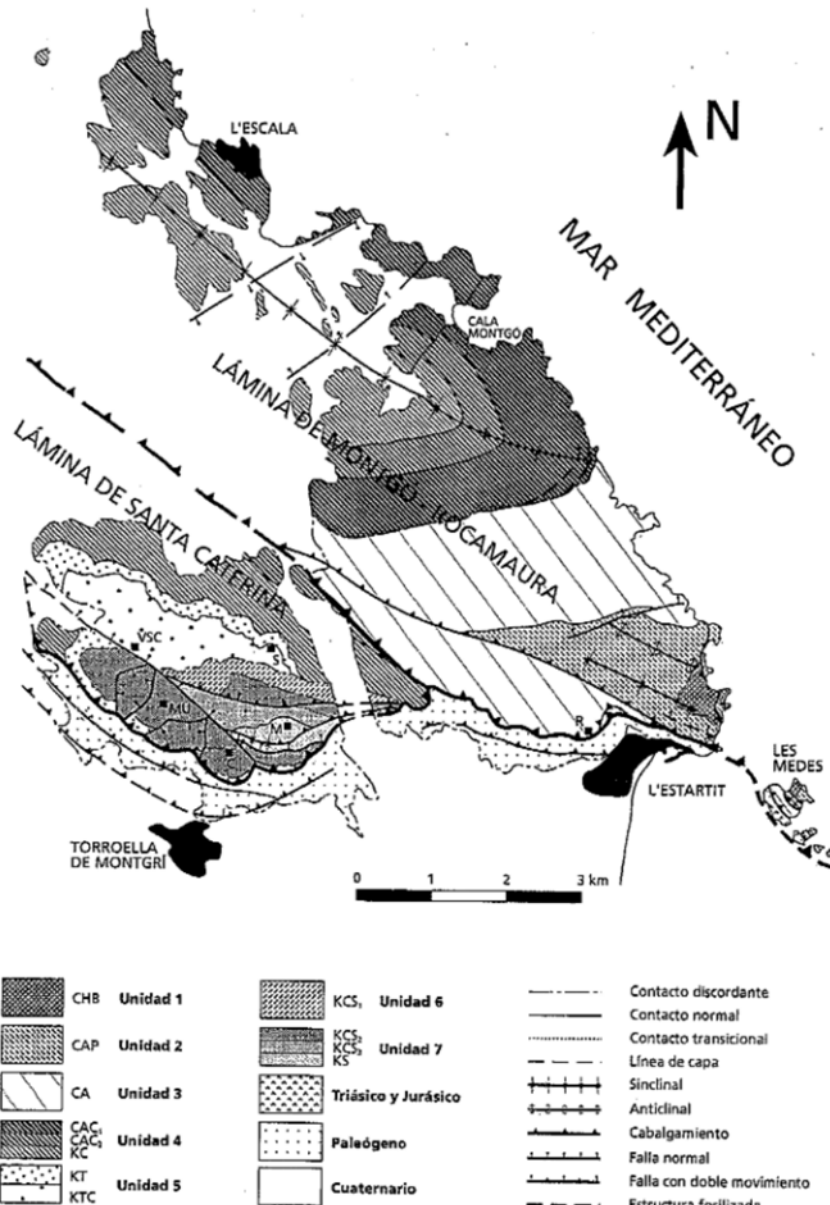


Fig. 1.- Mapa geológico del macizo del Montgrí. Los grupos de siglas de la leyenda corresponden a las unidades cartográficas que integran las unidades aloestratigráficas. Localidades/Sites: R: Rocamaura; M: Montplà; C: Castell del Montgrí; MU: Muntanya d'Ullà; S: Sobrestany; VSC: Valle de Santa Catalina.

Fig. 1.- Geological map of the Montgrí massif. The groups of capitals refer to the cartographic units forming the allostratigraphic units.

no (Saula *et al.*, 1994).

#### Unidades aloestratigráficas

En el mapa geológico a escala 1/25.000 (hojas de Torroella de Montgrí, l'Estartit, Montgrí y l'Escala; Servei Geològic de Catalunya; 1994 y 1995 a, b y c) se han diferenciado unidades cartográficas, atendiendo a criterios fundamentalmente litológicos y estratigráficos. Las unidades cartográficas se identifican en las hojas del mapa mediante unas siglas, reproducidas en la figura 1. Cada unidad aloestratigráfica está constituida por una unidad cartográfica, o por más de una.

Las equivalencias se resumen en la leyenda de la figura 1.

#### Unidad 1. Berriasiense? - Barremiense

Está constituida por un mínimo de 125 metros de calizas (*grainstone* y *packstone*) bioclásticas y oolíticas, que se depositaron en un medio de plataforma que incluye desde shoals hasta plataforma interna. Se trata de un conjunto de afloramientos desconectados, ya sea por el mar, ya sea por estructuras tectónicas, situados bajo una discordancia muy espectacular observable en los acantilados del extremo SE del macizo y de las islas

Medes. En esta unidad se han distinguido dos asociaciones faunísticas de edades diferentes, una de edad Berriasiense, probablemente superior (aunque no se descarta la parte más baja del Valanginiense), y otra de edad Hauteriviense superior - Barremiense. La relación entre los estratos conteniendo ambas asociaciones, nos es desconocida debido a la dispersión de los afloramientos. El límite inferior de la unidad no aflora.

#### Unidad 2. Aptiense

Se trata de una serie carbonática de evolución vertical profundizante, constituida en la parte inferior por sedimentos lacustres (*mudstones* con carófitas y ostrácodos) que progresivamente intercalan hacia techo niveles de calizas (*wackestones*, *packstones* y *grainstones*) de características netamente marinas. La potencia del conjunto es de 350 metros.

En los tramos altos de la unidad se ha datado el Aptiense medio. La parte inferior no ha podido ser datada por el momento.

La discontinuidad basal de esta unidad es una discordancia caracterizada por el desarrollo de paleokarst, paleovalles y afloramientos discontinuos de lateritas que la recubren. Los niveles inferiores de la unidad 2 fosilizan algunas fallas normales y, en ocasiones, las capas se disponen en abanicos semejantes a discordancias progresivas, relacionadas con fenómenos de colapso kárstico o con el movimiento de fallas normales. Algunos de los paleovalles, de anchura hectométrica y profundidad decamétrica, siguen la traza de fallas normales, coincidiendo uno de sus márgenes con el flanco del anticlinal de *rollover* más próximo a la falla y el otro con el plano de falla, en el cual se observan algunas incisiones de dimensiones decamétricas.

Tanto las características de esta discontinuidad (paleokarst, paleovalles y lateritas) como la relación entre las facies infrayacentes (plataforma interna a *shoals*) y las suprayacentes (lacustres) ponen de manifiesto la existencia de una importante bajada relativa del nivel del mar. Además, durante el lapso de tiempo que abarca la discontinuidad y al menos el inicio de la sedimentación posterior, tuvo lugar el desarrollo de fallas en extensión, de orientación NW-SE, que buzaban hacia el NE, algunas de las cuales pueden observarse con su geometría original, no invertida.

Situamos la evolución secuencial del conjunto en el contexto tectónico extensional que afectó al área pirenaica durante

el Cretácico Inferior.

#### Unidad 3. *Albiense Superior*

Se trata de una serie de 875 metros de calizas (*grainstones* y *packstones*). En los tramos altos de la unidad se observa la implantación de algunos esporádicos parches arrecifales. Estos materiales se han interpretado como depósitos de plataforma abierta con una batimetría variable, aunque claramente menor en la parte superior, lo que indica una tendencia general somerizante.

La discontinuidad que separa esta unidad de la inferior está representada por un contacto neto, que incluye un hiato sedimentario que abarca como mínimo todo el *Albiense inferior*.

#### Unidad 4. *Albiense Superior - Cenomaniense*

Litológicamente se distinguen tres tramos, cada uno correspondiente a una unidad cartográfica en el mapa 1/25.000 (S.G.C., 1994 y 1995a).

El tramo basal, de tendencia somerizante, está constituido por 500 metros de niveles de *grainstones* en los que se intercalan *packstones* y *wackestones* hacia el techo. Estos materiales se han interpretado como sedimentos de plataforma, con influencia submareal en la mitad inferior del tramo. La edad es *Albiense Superior-Cenomaniense Inferior*.

El tramo intermedio está compuesto por 220 metros de margas y margocalizas nodulosas que hacia el techo incluyen niveles de *wackestones*, *packstones* y *grainstones*. Este conjunto, de tendencia somerizante hacia arriba, se interpreta como sedimentos depositados en un medio energético que incluye facies arrecifales y facies de zonas protegidas.

El tramo superior está constituido por 250 metros de *wackestones* y en menor proporción *packstones* y *grainstones*. En las áreas más meridionales se intercalan niveles con carofitas. Se interpretan como sedimentos de plataforma proximal que evolucionarían hacia el sur a facies lacustres. La edad del tramo superior alcanza el *Cenomaniense medio*.

La discontinuidad basal de la unidad 4 es una discordancia angular con desarrollo de paleokarst y solapamiento expansivo sobre la unidad 3.

#### Unidad 5 *Turonense - Coniaciense inferior?*

Litológicamente se distinguen dos tramos, diferenciados como unidades car-

tográficas en el mapa 1/25.000 citado; el conjunto muestra una tendencia somerizante hacia arriba.

El tramo basal, de 50 metros de potencia, son *mudstones* y *packstones* con calcisféridos y foraminíferos planctónicos, indicativos de un medio deposicional de plataforma abierta. Se atribuyen al *Turonense s.l.*

El tramo superior sólo está presente en el sector de Sobrestany. Está constituido por 250 metros de *grainstones* bioclásticos y oolíticos depositados en ambientes de plataforma proximal. Por su posición estratigráfica, se le atribuye una edad *Turonense - Coniaciense Inferior*.

La discontinuidad que limita la base de la unidad está caracterizada por uno o varios niveles de condensación muy continuos, con acumulaciones de glauconita.

Interpretamos esta discontinuidad como el producto de una subida relativa del nivel del mar, siendo los niveles de condensación con glauconita, la expresión de una superficie de inundación máxima. Se desconoce por el momento el lapso de tiempo registrado en los niveles de condensación.

#### Unidad 6. *Coniaciense-Santonense I*

Esta unidad sólo existe en el sector de Sobrestany, de la lámina cabalgante de Santa Caterina. Está constituida por 110 metros de *packstones* y margocalizas nodulosas que incluyen intercalaciones de *grainstones* hacia el techo de la unidad. Estos materiales se interpretan como sedimentos de plataforma abierta.

La discontinuidad basal es una discordancia angular con truncación de estratos cada vez más antiguos en dirección norte; la unidad 6 solapa expansivamente en la misma dirección a las unidades 4 y 5.

La geometría cartográfica observada sugiere la inversión tectónica de una falla normal, de orientación aproximada NW-SE y buzamiento hacia el NE, cuya expresión actual es el cabalgamiento menor más septentrional del interior de la lámina de Santa Caterina (Fig. 1). La no existencia del tramo superior de la unidad 5 y de toda la unidad 6 en el bloque inferior de esta estructura (sector Muntanya d'Ullà-Castell del Montgrí-Montplà), sugiere que el bloque inferior de la falla en extensión actuó como un alto sedimentario durante, al menos, la deposición de la unidad 6. Las relaciones estratigráficas observadas en el bloque superior de la estructura, indican que la unidad 6 se depositó durante el funcionamiento en extensión de la falla. La discontinuidad ba-

sal se interpreta por tanto como una combinación de los factores tectónicos expresados y una bajada relativa del nivel del mar.

#### Unidad 7. *Coniaciense?-Santonense II.*

Constituida por 580 metros de *grainstones*, *packstones* y *wackestones*, que en el mapa 1/25.000 (SGC, 1994) se han diferenciado en tres unidades cartográficas. En el sector de la Muntanya d'Ullà-Castell del Montgrí predominan los *packstones* y *wackestones* con algunas intercalaciones de *grainstones*. En el sector Montplà - Sobrestany la unidad muestra una clara tendencia somerizante hacia arriba; la base está formada por niveles de *grainstones*; hacia la parte superior, alternan progresivamente con niveles de *packstones*, que en los últimos metros incluyen parches arrecifales de pequeñas dimensiones. La evolución vertical de las facies se interpreta como el tránsito desde ambientes de plataforma abierta y energética, con influencia submareal, a una plataforma proximal con pequeños edificios arrecifales que dejaban zonas protegidas.

La discontinuidad basal es una discordancia que, en el sector Muntanya d'Ullà-Castell del Montgrí-Montplà (bloque inferior de la falla en extensión citada más arriba), incluye concreciones ferruginosas sobre el tramo inferior de la unidad 5 y, en el sector de Sobrestany (bloque superior de aquella estructura), superpone la unidad 7 sobre la unidad 6, quedando fosilizada la falla en extensión. Esta discordancia se interpreta como el resultado de una caída relativa del nivel del mar.

#### Conclusiones

Los sedimentos cretácicos del macizo del Montgrí se depositaron en áreas de plataforma de aguas someras del margen meridional de la cuenca; como consecuencia, los sedimentos depositados sufrieron frecuentes exposiciones subaéreas, quedando registradas así las caídas relativas del nivel del mar.

Las relaciones estratigráficas y geométricas entre las unidades descritas y la caracterización de las discontinuidades que las limitan, permiten deducir el funcionamiento de accidentes tectónicos en extensión, que fueron activos, uno durante el Cretácico Inferior (*Aptiense inferior*), el cual ha conservado su geometría original, y el otro durante el Cretácico Superior (*Coniaciense-Santonense I*), que resultó invertido durante la compresión alpina.

**Agradecimientos**

A Mariona Losantos y a Lluís Pallí por la lectura crítica del manuscrito.

**Referencias**

Solé Sabarís, L.; Fontboté, J.M.; Masachs, V.; Virgili, C. (1956): Publ. Instituto Geol. Univ. Barcelona, 229: 145-152.

Saula, E.; Picart, J.; Mató, E.; Llenas, M.; Losantos, M.; Berástegui, X.; Agusti, J. (1994): *Acta Geol. Hisp.*, 29, 2-3:55-75.  
 Pallí, L.; Llompарт, C. (1981): Publ. Inst. Estudis del Baix Empordà. Sant Feliu de Guíxols, 209-256.  
 NASC (1983): Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 67: 841-875.  
 Gibbs, A.D. (1984): *Jour. Geol. Soc.* (London), 141: 609-620.  
 S.G.C.. (1994): Mapa Geològic de Cata-

lunya 1:25.000. Torroella de Montgrí (296-2-2). Publ. ICC.

S.G.C. (1995a): Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, L'Estartit (297-1-2). Publ. ICC.

S.G.C. (1995b): Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Montgó (297-1-1). Publ. ICC.

S.G.C.. (1995c): Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, l'Escala (296-2-1). Publ. ICC.