

## Estudio geológico del sector de Puerto-López (Granada, zona subbética)

por GARCÍA-DUEÑAS\*, F. NAVARRO VILÁ\* y P. RIVAS\*\*

### RESUMEN

La geología del sector de Puerto-López, situado al NW de Granada, ofrece varios aspectos de interés. Hemos podido establecer la sucesión estratigráfica, con términos comprendidos entre el Lías y el Senonense, con dataciones muchas veces precisas gracias a las faunas de Ammonites. La estructura es relativamente violenta y son de destacar los pliegues vergentes al S y las fallas inversas del mismo sentido. Por la naturaleza de la serie y por su posición en el Subbético medio, se ha llegado a la correlación de la serie establecida con otras series subbéticas, de la transversal de Granada.

### SUMMARY

The geology of the surroundings of Puerto-López, placed at the NW of Granada, offers several interesting aspects. The stratigraphic succession, including terms between the Lias and the Senonian, often accurately dated by means of Ammonites faunas, has been established. The structure is relatively violent and both southward folds and reverse faults are to be pointed. The nature and position in the Medium Subbetic Realm of the series have lead to its correlation with other subbetic series of the Granada Meridian.

### INTRODUCCIÓN

Al N y NW de la población de Puerto-López existen importantes afloramientos jurásicos. Hace tiempo que dos de nosotros (V. G-D. y F. N-V.) hicimos el estudio geológico de este sector. Las primeras faunas de Ammonites recogidas fueron amablemente estudiadas por A. LINARES, de la Universidad de Granada; desde entonces sabíamos la existencia de Domerense, Toarcense y Aalenense fosilíferos. Más recientemente otro de nosotros (P. R.) ha efectuado una recogida sistemática de Ammonites con el fin de efectuar una datación más precisa.

Podemos adelantar que la serie estratigráfica establecida puede incluirse, por sus características, en el Subbético medio meridional (GARCÍA-DUEÑAS, 1967). En efecto, el Jurásico del sector de Puerto-López, estudiado en las inmediaciones de los Cortijos El Mon-

ticar, Cañada Alta y Cortijo Nuevo, presenta grandes afinidades con la serie del Cortijo del Zegrí, serie tipo del Subbético med. merid. (1).

Una descripción somera de la serie estratigráfica del Zegrí ha sido publicada por V. GARCÍA-DUEÑAS (1967, 1969), descripción completada posteriormente (GARCÍA-DUEÑAS, *et al.*, 1970).

Conviene destacar que existen ciertas diferencias entre la serie de El Monticar (Puerto-López) y la serie tipo del Zegrí, diferencias particularmente acusadas entre los términos correspondientes a Dogger y Malm.

En la Fig. 1 se adjunta una cartografía detallada del sector de Puerto-López, en la que se ha cuidado especialmente la representación de los accidentes tectónicos. Más adelante comentaremos los principales rasgos estructurales de esta reducida área de la Zona Subbética.

### LA SERIE ESTRATIGRÁFICA DEL CORTIJO EL MONTICAR

Las estructuras no han sido suficientemente erosionadas como para descubrir los términos basales de la serie.

Ni siquiera más al W, en las elevaciones de sierra Pelada (VERA, 1969), se llegan a ver el Triás o las dolomías base del Jurásico. Tanto en el corte de sierra Pelada como en el nuestro, los materiales más antiguos que afloran son las calizas blancas del Liásico. Es de suponer que existen por debajo de ellas las dolomías base del Jurásico y que la serie entera reposa sobre el Keuper.

#### 1. Calizas blancas oolíticas (más de 100 m). Lías inferior? y medio

Son calizas de color blanco y crema, similares a los términos de la misma posición en otros cortes. Suelen tener algunos crinoides, preferentemente en los bancos más altos, pero carecen de cualquier otro fósil que permita una datación precisa.

\* Departamento de Geotectónica y Geomorfología, Fac. Ciencias. Universidad de Granada.

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

(1) El Cortijo del Zegrí está situado 20 km al ENE de Puerto-López, junto a la carretera de Granada a Madrid, km 394.

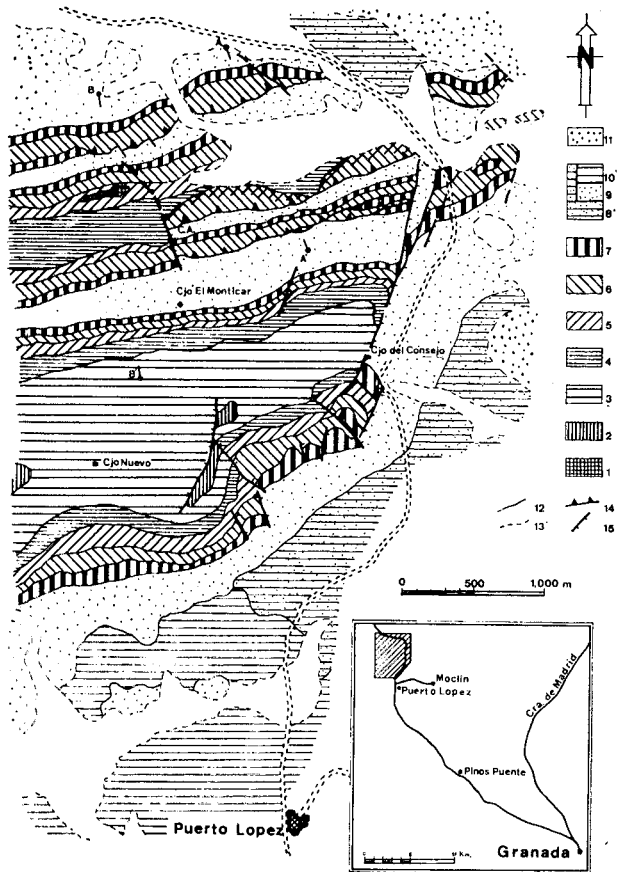


Fig. 1. - Mapa geológico del sector de Puerto-López.

1: Doleritas. 2: Calizas blancas y calizas con sílex (Lías inferior-Domerense). 3: Margas y margocalizas azuladas (Domerense medio y superior). 4: Margocalizas rojas y calizas amarillas (Toarcense-Aalenense). 5: Radiolaritas, calizas y margocalizas rojas (Dogger-Malm). 6: Turbiditas y calizas detríticas (Titónico superior). 7: Margocalizas rojas con sílex (Titónico superior). 8: Margas del Cretáceo indiferenciadas. 9: Margas y margocalizas blancas (Neocomiense). 10: "Capas rojas" (Senonense, a veces Paleoceno rojo). 11: Flysch calizo (Eoceno). (En blanco, Cuaternario.) 12: Contacto normal. 13: Id. discordante. 14: Falla inversa. 15: Falla normal.

C.A. = Cañada Alta.

El contacto con el tramo siguiente está casi siempre jalonado por fallas normales de pequeño salto.

## 2. Calizas grises con sílex (12 m). Lías medio?

La potencia es aproximada porque el contacto con las calizas blancas es generalmente de falla.

Las calizas grises con sílex están bien estratificadas, en bancos de 0,20—0,80 m. Los bancos más finos suelen situarse en la parte superior, así como los lechos más continuos de sílex.

Al microscopio se nos muestra la caliza como algo detrítica, con granillos de cuarzo que no llegan a totalizar el 10 % del total. La microfauna es banal, de biseriados, Ostrácodos, etc.

## 3. Margas y margocalizas azules (150 m?) Domerense con Ammonites

Sucedan a las calizas con sílex, probablemente en contacto normal. Los bancos más calizos tienen una potencia media de 0,35 m y se ven afectados por varios sistemas de fracturas, cuya intersección con las superficies de estratificación dibuja un entramado geométrico característico.

Entre estos bancos se intercalan otros, más finos, de color gris azulado también, de margas pizarrosas.

No es posible hacer un corte seriado completo de todo el Domerense. Por ello, para la recogida de Ammonites se han muestreado detalladamente los últimos 30 m, es decir, los niveles más altos.

Se pueden distinguir los siguientes paquetes:

- 3.1. Nivel con *Lioceratoides* situado a 30 m de la transición Domerense-Toarcense. Se trata de un banco de margocalizas grises sin ninguna peculiaridad en su litología y con *Lioceratoides* cf. *mansuehumi* FuCC.
- 3.2. Niveles con *Fontanelliceras* localizados a unos 10 m del techo del Domerense, con margocalizas grises oscuras muy hojosas, ricas en fauna. Contienen *Fontanelliceras* sp., *F. fontanellense* GEMM., *Dactylioceras* sp. *Dactylioceras peloritani* FuCC., *D. cf. mirabile* FuCC. *Murleyiceras?* sp., *Di-Stefania* sp., *Belemnites* sp.
- 3.3. Niveles con *Di-Stefania* que comprenden los 3 m últimos del Domerense y dan paso a unas margocalizas amarillas atribuibles al Toarcense inferior. La fauna es de: *Di-Stefania fabianni* FuCC., *D-S. cf. rotulata* FuCC., *Trinacrioceras canavari* (GEMM.), *T. cf. eroicum* FuCC., *Naxensiceras* cf. *andrianaci* FuCC., *N. cf. rigidum* FuCC., *Naxensiceras* sp., *Dactylioceras?* sp., *Pecten (Chlamis) cf. zigoplocus* Di Bl.

Las margas recogidas datan el Domerense superior, zona de *Pleuroceras spinatum*. Los bancos más bajos, sin macrofaunas, podrían contener un Domerense medio y eventualmente algo de Domerense inferior.

## 4. Margas y margocalizas grises y amarillas (45 m) Toarcense con Ammonites

La transición Domerense-Toarcense es gradual en cuanto a la litología, de modo que es difícil de cartografiar con exactitud. Precisamente en esta transición se localizan horizontes bastante margosos. Gracias a los numerosos Ammonites encontrados se han podido distinguir hasta siete tramos, que se detallan a continuación.

- 4.1. 7 m de margas amarillas sin fauna. Por su posición puede decirse que son del Toarcense inferior.
- 4.2. 2 m aproximadamente de margas amarillas, con *Dactylioceras braunianum* (D'ORB.), *Dactylioceras* sp., *Harporoceras* sp., *H. cf. falciferum* (Sow), *H. cf. concinnum*

Buck., que nos sitúan en un Toarcense inferior, parte baja del medio, por debajo de la zona de *bifrons* (s.l.).

- 4.3. 5 m de margocalizas (bancos 0,3 m) y términos más margosos con *Hildoceras sublevisoni* Fucc., *H. sublevisoni* Fucc. var. *raricostata* MITZ., *H. sublevisoni* Fucc. var. *sulcosa* MITZ., *H. cf. undicosta?* MERLA, *Zugodactylites cf. crassiuscolosum* (SIMP.). Se trata de un Toarcense medio, zona de *bifrons*, subzona *sublevisoni*.
- 4.4. 20 m de margocalizas amarillas piritosas en bancos de 0,2-0,4 m que alternan con margas en bancos de unos 0,15 m. Contienen *Hildoceras* sp., *H. bifrons* BRUG., *H. cf. bifrons* BRUG., *H. bifrons* BRUG. var. *involutissima* MITZ., *H. bifrons* BRUG. var. *quadrata* PRINZ, *H. bifrons* BRUG. var. *angustisiphonata* PRINZ, *Calliphylloceras* sp., *Mercaticeras* sp., *Phylloceras* sp., *Peronoceras* sp. Corresponden, por tanto, estos 20 m a un Toarcense medio, zona *bifrons* (s. str.).
- 4.5. 3 m de margocalizas grises claras. Presentan *Hildoceras undicosta* MERLA, *H. semipolitum* BUCK., *Collina* sp., *Calliphylloceras* sp., *Polyplectus discoides* (ZIETEN), *Peronoceras* sp., *P. cf. subarmatum* (Y. y B.), lo que nos sitúa al final de la zona de *bifrons*, subzona de *semipolitum*.
- 4.6. 3 m de calizas y margocalizas, en conjunto menos arcillosas que 4.5 y más que 4.7. También ricas en fauna, con: *Brodieia* sp., *B. cf. alticarinata* MERLA, *B. bayani* (DUM), *B. gradata* MERLA, *B. cf. clausa* MERLA, *B. viallii* (VENZO), *Hammatoceras?* sp. Esta fauna marca la zona de *variabilis*, siguiendo a R. MOUTERDE (1967).
- 4.7. 5 m de calizas grises bien estratificadas en bancos de 0,4 m, con *Pseudogrammoceras* sp., *P. cf. fallaciosum* (BAYLE), *P. fallaciosum* (BAYLE), *P. saemani* (DUM.). Esta fauna data del Toarcense superior, zona de *thouarcense*.

## 5. Niveles con facies de Ammonítico Rosso (menos de 5 m) Toarcense-Aalenense con Ammonites

Se encuentran mejor representados al S del anticlinal del Cjo. del Consejo y son niveles muy característicos, con aspecto noduloso y naturaleza margocaliza. Los fósiles son mucho menos frecuentes pero se han encontrado algunos Ammonites.

Al N del Cjo. del Consejo se han recogido una fauna con *Phylloceras* sp. y una probable *Dumortieria* sp.

En el flanco N del anticlinal de Cañada Alta y en unos niveles en la misma posición, he encontrado un trozo de *Hammatoceras* sp.

1 km al ENE del Cortijo de Cañada Alta hay un pequeño afloramiento también con fauna de *Hammatoceras* sp., *H. planinsigne* VACEK, *Erycites gr. tenax* (VACEK) y *Catulloceras* sp.

Inmediatamente por encima aparecen calizas margosas grises silíceas, de fractura astillosa, en las que se ha recogido un Ammonites de edad Aalenense o Bajocense, todavía en estudio. Coexisten *Lamellaptychus*. Progresivamente se pasa desde la litología descrita a unas margocalizas más silíceas con aspecto de radiolaritas.

## 6. Margocalizas silíceas con Radiolarios (potencia variable, menor de 10 m) Aalenense-Bajocense?

Son de colores rojos, verdes y pardos. Su aspecto es de radiolaritas, aunque vistas al microscopio sólo en contadas ocasiones llegan a ser una pasta de Radiolarios.

Es un tramo difícil de localizar con claridad en este sector. En cambio, en la alineación del Zegrí está perfectamente individualizada.

## 7. Sucesión Dogger-Malm (70 m)

Abarca una serie de niveles de litología cambiante de unos puntos a otros y difíciles de describir por los abundantes derrubios que frecuentemente los cubren.

Carecen de restos fósiles de verdadero valor. El Dogger y Malm de la serie de El Monticar difieren de los del Zegrí. La serie Dogger-Malm en el Zegrí, es muy reducida y quizá carece de niveles correspondientes a ciertas edades. Con estas características en la sedimentación, es fácil comprender que existan diferencias a más de 20 km de distancia.

Reseñaremos una sucesión que se puede reconstruir 1 km al W del Cortijo de El Monticar. Después estableceremos la correspondencia entre estos niveles y los niveles tipo de la serie del Zegrí.

La sucesión consta de:

- 8 m de calizas margosas y margas grises silíceas, en bancos de 0,30 m como máximo, con muchos Belenmites.
- 11 m de calizas potentes, a veces con oolitos, estratificadas en bancos de 1 m de espesor, con delgados lechos margosos interestratificados.
- 6 m de una resistente caliza masiva.
- 5 m de margas de tonos claros (radiolaríticas).
- 3 m de calizas, similares en fractura a las inmediatas precedentes. Tienen apariencia de calizas tableadas. Hacia arriba se continúan por una serie caliza, detrítica, con un intercalación de microbrecha de 30 cm.
- 1,50 m de margas blancas con intercalaciones de calizas con sílex, que se pueden acuñar hasta desaparecer.
- 15-20 m de niveles calizos con espesores de hasta 1 m y lechos de sílex. Las intercalaciones margosas son muy finas. Hacia la parte alta aumenta el espesor de algunos lechos margosos y los lechos calizos se muestran más detríticos y con un "graded bedding" apreciable.
- 2 m más de caliza y a continuación unos 20 m de margas y margocalizas rojas con sílex y *Aptychus* muy abundantes (sobre todo *Lamellaptychus* sp.).
- Niveles con espesor variable de carácter turbidítico, en los que se recoge microbrecha con abundantes *Aptychus*. En los cantos existen abundantes Tintinidos que garantizan su atribución al Titónico superior.

La serie Dogger-Malm que se ha descrito no puede correlacionarse fácilmente con la del Zegrí. Excepto el Titónico superior y las margas y margocalizas rojas con sílex, que pueden pertenecer también al Titónico, no existe ninguna equivalencia entre los tramos del Jurásico medio y superior de ambas series.

Más al N del Cortijo del Monticar, Dogger y Malm adquieren más desarrollo. Se duplican los tramos rojos con sílex del Titónico (?) y presentan intercalado un paquete bien desarrollado de calizas detríticas (?) con sílex, que tienen como base un nivel de brecha con Belemnites. Algo al NE (menos de 1 km), del Cortijo del Monticar aflora en buenas condiciones de observación de caliza con sílex referida, pero por estar incorporada a una estructura compleja no se ha podido verificar en este corte la sucesión estratigráfica.

Este Dogger-Malm de más al N y de mayor potencia, recuerda mejor al del Zegrí.

#### 8. *Margas y margocalizas blancas (más de 100 m) Neocomiense con Ammonites*

Son blancas cuando están algo alteradas y grises claras en fractura fresca. Son muy frecuentes los nódulos de pirita, limonitizada.

Pobres en fauna, han proporcionado suficientes restos para efectuar una primera datación. Se han visto: *Phylloceras* sp., *Bochianites* sp., *Lamellaptychus angulicostatus* (PICTET y LORIOI).

Se sabe, por lo menos, que está representado el Valanginense.

Sobre el Neocomiense se sitúan unas margas muy sueltas de color verde oscuro o negro, que parecen inferiores al Senonense. Determinan zonas de deslizamientos de laderas, porque tienen yeso secundario finamente repartido.

No disponemos de ningún argumento paleontológico, pero por su posición se podrían atribuir a un Cretáceo medio.

No se ha distinguido en cartografía con límites precisos, pero en todas las manchas de Cretáceo indiferenciado a los alrededores de Puerto-López hay siempre una gran proporción de estas margas verdes oscuras.

#### LAS VARIACIONES DE ALGUNOS DE LOS TÉRMINOS DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

La extensión del sector estudiado no es suficiente para que puedan apreciarse muchas variaciones en los términos de la serie estratigráfica establecida. Sin embargo, existen algunos cambios de potencia y litología en el Jurásico, que merecen ser resaltados.

La observación de la cartografía (fig. 1) deja ver la notable variación de potencia que existe en el Domerense, principalmente en el medio y superior. Por causa de este cambio de espesor, el anticlinal del Cortijo del Consejo, que es prolongación del anticlinal de sierra Pelada (VERA, 1969), tiene una disimetría entre sus flancos septentrional y meridional. La mayor

potencia corresponde al flanco norte, en donde los términos domerenses alcanzan los 200 m de espesor; en el flanco sur la potencia no debe exceder de los 120 m.

Un cambio tan acusado de potencia se consigue en una distancia S-N reducida (de unos 500 m) y nos demuestra la rapidez con que pueden evolucionar las series estratigráficas subbéticas en sentido transversal a las estructuras (2).

El Toarcense también se adelgaza en el flanco sur del anticlinal del Consejo, si bien la reducción de potencia es comparativamente menor. Los niveles del tránsito Toarcense-Aalenense y una parte al menos del Aalenense (niveles de "ammonítico rosso") son de potencia muy desigual según los puntos, pero sus variaciones no pueden ordenarse según un comportamiento específico. No resultan sorprendentes, por lo demás, unas oscilaciones bruscas y anárquicas en el desarrollo de una facies como el "ammonítico rosso", cuyas condiciones de sedimentación son particulares.

El Dogger y el Malm son menos calizos en la parte N de este sector; a este cambio de facies se asocia un cambio en la potencia, que, no obstante, se mantiene en un orden de magnitud semejante para todos los afloramientos. Las calizas detríticas con sílex del Titónico superior (15-20 m) muestran cambios de cierta importancia; precisamente, al E del Cortijo de Cañada Alta está bien individualizado ese tramo, que en el flanco sur del anticlinal del Consejo reduce netamente su espesor. Hacia el N, el mismo paquete calizo está compuesto por niveles de margas, que alternan con calizas detríticas, de forma que los afloramientos se hacen más erosionables y destacan menos abruptamente en el relieve.

#### COMPARACIÓN CON OTRAS SERIES SUBBÉTICAS

La descripción de la serie de El Monticar y de sus cambios de facies y potencias dentro del sector de Puerto-López, nos permite una correlación con las demás series depositadas dentro del dominio paleográfico Subbético medio.

Más al E, aproximadamente a lo largo del meridiano de Granada, se han estudiado series estratigráficas del Subbético medio, cuya comparación ha permitido (V. G-D.) concretar la situación de una zona de umbral a la altura de Colomera (fig. 2). Pues bien, la serie de El Monticar es comparable a las situadas al N de Colomera y al S del Zegrí.

La transición desde la serie del Zegrí a la de Colomera comporta una clara reducción del Domerense en sentido N-S; lo mismo ocurre con el Toarcense. Una reducción comparable en el Toarcense y Dome-

(2) Uno de nosotros (V. G-D.) ha insistido ya varias veces sobre esta particularidad de la Zona Subbética, ligada al hecho de que los umbrales y surcos de dicha cuenca sedimentaria tenían un trazado subparalelo con las direcciones que posteriormente habrían de tener las estructuras.

rense ha sido señalada para la serie de El Monticar.

También se ha indicado más arriba que, a pesar de las afinidades de la serie de El Monticar con la del Zegrí, sus tramos correspondientes a Dogger y Malm no son exactamente equiparables. En realidad, Dogger y Malm contienen niveles más calizos en el sector de Puerto-López que en el del Zegrí; tales niveles de El Monticar recuerdan a sus equivalentes de las series comprendidas entre la alineación del Zegrí y la de Colomera, ambas definidas en la transversal de Granada.

Por tanto, la serie de El Monticar nos resulta equivalente a las localizadas más al E, inmediatamente al N del umbral de Colomera. Se puede pensar que dicho umbral se prolonga hacia el W más de 20 km, como se prueba además por el hecho de que la serie estratigráfica de Illora, S-SW de Puerto López (VERA, 1969, p. 57), contiene términos domerenses y toarcenses de naturaleza aún más calcárea y de potencia muchísimo menor (menos de 5 m para el Toarcense y ausencia (?) del Domerense). La serie de El Monticar limita por el N la prolongación del umbral de Colomera, a la altura de Puerto-López (3).

Conviene puntualizar que las potencias, si no las facies, del Domerense y Toarcense del Subbético Medio meridional, varían también en el sentido longitudinal de las estructuras. Por ello, además de los cambios de potencia transversales utilizados para definir el carácter de umbral de la serie de Colomera, hay que señalar el incremento de potencia que sufre el Lías superior desde la transversal de Granada hacia el W. El Lías superior del Zegrí no excede de unos 150 m (GARCÍA-DUEÑAS, *et al.*, 1970) y los mismos niveles en El Monticar superan los 250 m.

Al W de la transversal de Granada la subsidencia durante el Lías superior, y quizá también durante una parte del Dogger y Malm, debió ser más acusada. Subsisten bien diferenciados los surcos y umbrales delimitados al N en el meridiano de Granada, pero la potencia de conjunto de las series jurásicas se hace mayor.

#### CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTRUCTURA

La cartografía es suficientemente detallada (véase fig. 1) para reflejar los más destacados rasgos estructurales del sector de Puerto-López. No hablaremos, pues, de las estructuras de plegamiento, cuyas direcciones y conformación se deducen fácilmente.

Merecen un breve comentario las estructuras de fallas inversas, que evolucionan en algún caso hasta poder delimitar sucesivas escamas.

Los cortes de la fig. 2 son una muestra de la disposición del Jurásico y de su complicación estructu-

ral. Ambos cortes describen la misma estructura, con la sola diferencia de que el más oriental corresponde a un bloque hundido por falla normal, al E del Cortijo de Cañada Alta; por tanto refiere la estructura reflejada sobre términos más modernos. En el corte W afloran materiales del Toarcense y quizás algo de Domerense, que no ha podido ser datado.

El comportamiento de los materiales del Lías su-

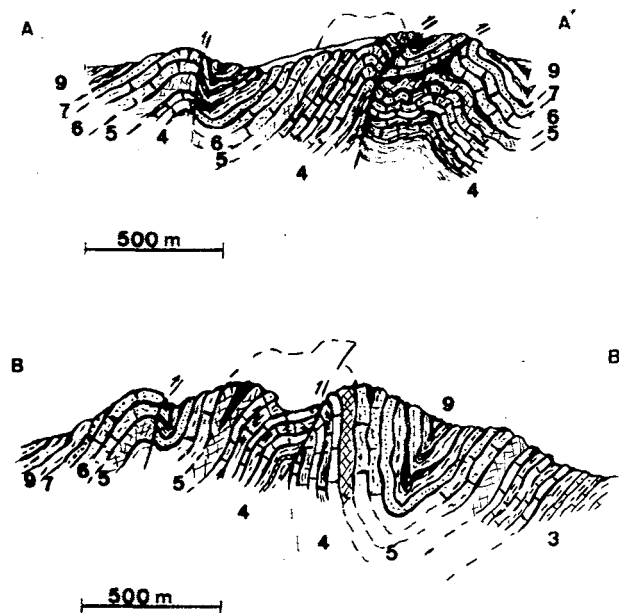


Fig. 2. — Cortes del anticlinal de Cañada Alta.

Los números corresponden con la leyenda de la Fig. 1. La dirección de los cortes A-A' y B-B' está señalada también en esa figura.

perior es suficientemente plástico como para que en ellos no se reconozcan las huellas de la estructura en escamas, tan ostensible en el Malm superior (en el Titónico calizo sobre todo). Las escamas se han individualizado por el comportamiento rígido de las calizas titónicas y seguramente se hallan despegadas de una parte de la serie Dogger-Malm; a su vez, todo el conjunto Dogger-Malm debe acortarse con relativa independencia de las estructuras que afectan al Lías superior, margoso y bastante incompetente.

Es muy posible que el anticlinal que dibujan las capas toarcenses, junto al Cortijo de Cañada Alta, quede atenuado hacia el E. El acortamiento se consigue entonces por una serie de imbricaciones locales, que configuran de un modo diferente el flanco sur de ese anticlinal. De este modo el agudo isosinclinal con núcleo cretáceo, situado al S del anticlinal de Cañada Alta, se hace menos apretado hacia el E, mientras que su flanco norte invertido evoluciona al W, hasta dar la estructura en escamas que describimos.

En realidad, el desarrollo de fallas inversas y de escamas no es, así lo creemos, más que un detalle en la estructura general. Es poco probable que tal disposición afecte a otros términos que los del Malm.

(3) La extensión del umbral de Colomera y su delimitación más exacta se ha tratado en otro trabajo (GARCÍA-DUEÑAS, 1970).

## CONCLUSIONES

El estudio geológico del sector de Puerto-López ha servido para que pueda ponerse en claro la continuidad hacia el W del umbral de Colomera, tan netamente diferenciado en el Subbético medio durante el Lías superior. La serie de El Monticar, establecida en buenas condiciones de observación, puede correlacionarse con las series estudiadas en el meridiano de Granada.

La estructura que afecta a los materiales jurásicos del sector estudiado, ofrece la curiosidad de una estructura en escamas, ocasionadas a favor del despegue entre los materiales incompetentes del Lías superior y del Dogger-Malm con un paquete Titónico de calizas detríticas más rígidas.

El umbral de Colomera queda reconocido en una longitud superior a los 20 km. Se trata, por tanto, como había indicado uno de nosotros (V. G-D.) de un rasgo notable de la cuenca sedimentaria subbética.

Desde la transversal de Granada hacia el W la subsidencia de conjunto se hace mayor en el Subbético medio meridional. Es curioso que se conserven, a pesar de todo, las diferencias de subsidencia en sentido transversal, causantes de la disposición en surcos y umbrales.

## BIBLIOGRAFÍA

- FUCCINI, A. (1929-30).—Fosili domeriani dei dintorni di Taormina. *Pal. Italica*, vol. 31, pp. 63-91.
- GARCÍA-DUEÑAS, V. (1967).—Unidades paleogeográficas en el sector central de la Zona Subbética. *Not. y Com. I. G. M. E.*, núm. 101-102, pp. 73-100.
- GARCÍA-DUEÑAS, V. (1969).—Les unités allochtones de la Zone Subbétique, dans la Transversale de Grenade (Cordillères Bétiques, Espagne). *Revue Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, vol. II, pp. 211-222.
- GARCÍA-DUEÑAS, V. (1970).—Geología de la Zona Subbética al N de Granada. Tesis Fac. Ciencias, Granada. *Memorias de I.G.M.E.* (en curso de publicación).
- GARCÍA-DUEÑAS, V.; GONZÁLEZ-DONOSO, J. M.; LINARES, A., y RIVAS, P. (1970).—Contribución al estudio bioestratigráfico del Liásico del Zegrí (Zona Subbética, Provincia de Granada). *Cuadernos de Geología*, núm. 1 (en prensa).
- MOUSTERDE, R. (1967).—Le Lias du Portugal, une d'ensemble et division en zones. *Commun. Serv. Geol. de Portugal*, tomo III, pp. 210-226, 1 fig.
- VERA, J. A. (1969).—Estudio geológico de la Zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes. *Memorias del I.G.M.E.*, tomo LXXII.
- ZANZUCCHI, G. (1963).—Le Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) di Entratico in Val Cavallina (Belfamasco orientale). *Mem. Soc. Ital. Sci. Natur.*, vol. 13, fasc. 3, 8 láms.

## CRONICA

### I SEMINARIO DE GEOLOGÍA LUNAR

Los días 19 y 20 del pasado mes de mayo se celebró en la Universidad de Barcelona el I Seminario de Geología Lunar organizado por el Instituto de Investigaciones Geológicas de la Excma. Diputación Provincial de Barcelona, con la colaboración del Excmo. Ayuntamiento de dicha ciudad. Ostentaba la presidencia el profesor Dr. Alfredo San Miguel, Director del Instituto de Investigaciones Geológicas.

La sesión de apertura corrió a cargo del presidente del Seminario quien pronunció la lección inaugural destacando la gran importancia y trascendencia que para la humanidad representa la exploración espacial. En la 1.ª Sesión de trabajo intervinieron el profesor Dr. J. Orús, catedrático de la Universidad de Barcelona, que desarrolló el tema "El sistema Luna-Tierra" resaltando la singularidad de la Luna como satélite dentro del sistema solar y la fuerte acción de tipo gravitatorio que la Tierra ejerce sobre la Luna, provocando en ésta notables tensiones internas. D. Ramón Vaquer, profesor de la Universidad de Barcelona, que habló sobre "Geoquímica lunar", estableciendo una comparación entre la composición geoquímica de los materiales lunares, terrestres y meteoríticos conocidos, indicando su similitud fundamental. El profesor Dr. E. Shoemaker, del California Institute of Technology (U.S.A.), disertó sobre el tema "Origin and dispersion of fragmented debris on the lunar surface". Primero describió detalladamente la morfología de los fragmentos de roca de la superficie lunar e indicó su indudable origen por impacto de la materia cósmica sobre las rocas superficiales. Después afirmó que la dispersión y rotura son producidas fundamentalmente por cuerpos de gran masa, mientras que las

partículas pequeñas ayudan a la comparación de los fragmentos sueltos y finalmente señaló que el flujo de partículas de impacto sobre la superficie lunar ha disminuido rápidamente, en forma exponencial simple, una vez pasados los primeros mil millones de años después de la formación de la Luna.

En la 2.ª Sesión de trabajo intervinieron D. R. Carreras, profesor de la E.T.S.I. Industriales de Tarrasa, que en su comunicación "Atmósferas planetarias", habló de la posibilidad de retención de gases por un planeta, la cual, depende de la masa y del peso molecular. Estableció la relación numérica entre ambas magnitudes para llegar a la conclusión de que la Luna sólo puede retener gases de peso molecular muy elevado. El Dr. F. de Pedro, jefe del Servicio de Geoquímica de la Junta de Energía Nuclear, Madrid, quien, al desarrollar el tema "Geonucleónica lunar", indicó la enorme importancia de los rayos cósmicos y el viento solar tienen sobre la composición isotópica de los materiales superficiales lunares de modo que se han encontrado nucleidos completamente desconocidos en materiales terrestres y meteoríticos. D. M. Serra, de la Agrupación Astronáutica Española, quien hizo, en su charla sobre "Exploración automática de superficies planetarias", una descripción de los programas espaciales en marcha y los futuros y una rápida exposición de las trayectorias seguidas por los satélites y sondas de exploración. D. M. Esteban, profesor de la Universidad de Barcelona, que en su intervención "Bases para la cartografía geológica lunar", indicó que actualmente se reconocen tres grandes sistemas de marcada significación crono estratigráfica; de abajo a arriba se han definido: Ímbrico, Eratosteniano y Coperniano. El Dr. M. Montoto, profesor de la Universidad de Barcelona,