

## Nota sobre la escama de corrimiento del Montsec de Tost en el Prepirineo español (pro. de Lérida)

por L. SOLÉ SUGRAÑES\* y P. SANTANACH PRAT\*

### RESUMEN

En esta nota se estudian las reacciones tectónicas entre diversas unidades del Prepirineo español (prov. de Lérida), junto a la zona axial pirenaica. El estudio tectónico permite evidenciar el carácter alóctono de la Unidad Montsec de Tost (terminación oriental de la denominada Zona de los Nogueras) y la existencia de dos fases tectónicas perfectamente diferenciadas.

### SUMMARY

In this paper the tectonic relations between several units of the Spanish Prepyrenees (Province of Lerida) — near the contact with the axial Pyrenaic zone — are studied. The tectonic study makes possible to show the allocthonous character of the Montsec de Tost Unity (eastern part of the so called Nogueras Zone) and the existence of two clearly differentiated tectonic phases.

### INTRODUCCIÓN

En recientes publicaciones de algunos geólogos franceses (principalmente SEGURET, 1964, 1966, 1969, y HENRY, 1967) se niega, para gran parte de los materiales posthercinianos del Prepirineo español, el carácter autóctono que se les venía atribuyendo desde los trabajos de ASHAUER (1934). Ahondando en esta hipótesis ciertos autores (MISCH, 1934; LLOPIS, 1945) han atribuido también un carácter autóctono a fragmentos de materiales prehercinianos que, en el Prepirineo leridano, aparecen superpuestos a sedimentos posthercinianos, y que constituyen la llamada zona de los Nogueras, de la cual el Montsec de Tost es su terminación oriental. Sin embargo, no todos los autores admiten la autoctonía de esta unidad, aun admitiendo el carácter autóctono de las unidades constituidas por sedimentos posthercinianos (GUERIN DESJARDINS & LATREILLE, 1961); sin embargo, éstos suponen el corrimiento realizado en sentido de Sur a Norte (corte n.º 7).

El Montsec de Tost presenta, sobre gran parte de la zona de los Nogueras, la ventaja de hallarse situado en el contacto entre diversas unidades de significación muy distinta (Zona axial, Unidad Cadí, Unidad Pedraforca, Zona de los Nogueras) y que la reducida superficie del afloramiento permite estudiar con detalle todo el contacto que limita esta unidad y que siempre es bien visible. Los primeros datos significativos que se conocen sobre el mismo son los de FALLOT (en JACOB & al., 1926), que incluyen una buena descripción estructural pero con una interpretación genética condicionada a las teorías de los grandes mantos de corrimiento del Prepirineo, y los de DALLONI (1930) que son esencialmente estratigráficos.

En este trabajo nos proponemos únicamente describir la disposición estructural de las distintas unidades y, en particular, los accidentes tectónicos que las relacionan entre sí.

### ESTRATIGRAFÍA

Nos limitamos aquí a dar una breve descripción de las unidades estratigráficas representadas en el esquema cartográfico (fig. 1). Se aceptan, sin entrar en discusión sobre la edad ni su significación paleogeográfica, las hipótesis clásicas sobre las mismas, y cuando es posible se respetan las formaciones definidas por MEY & al. (1968). Las iniciales que figuran entre paréntesis, después del nombre de cada unidad, corresponden a las empleadas en la fig. 1.

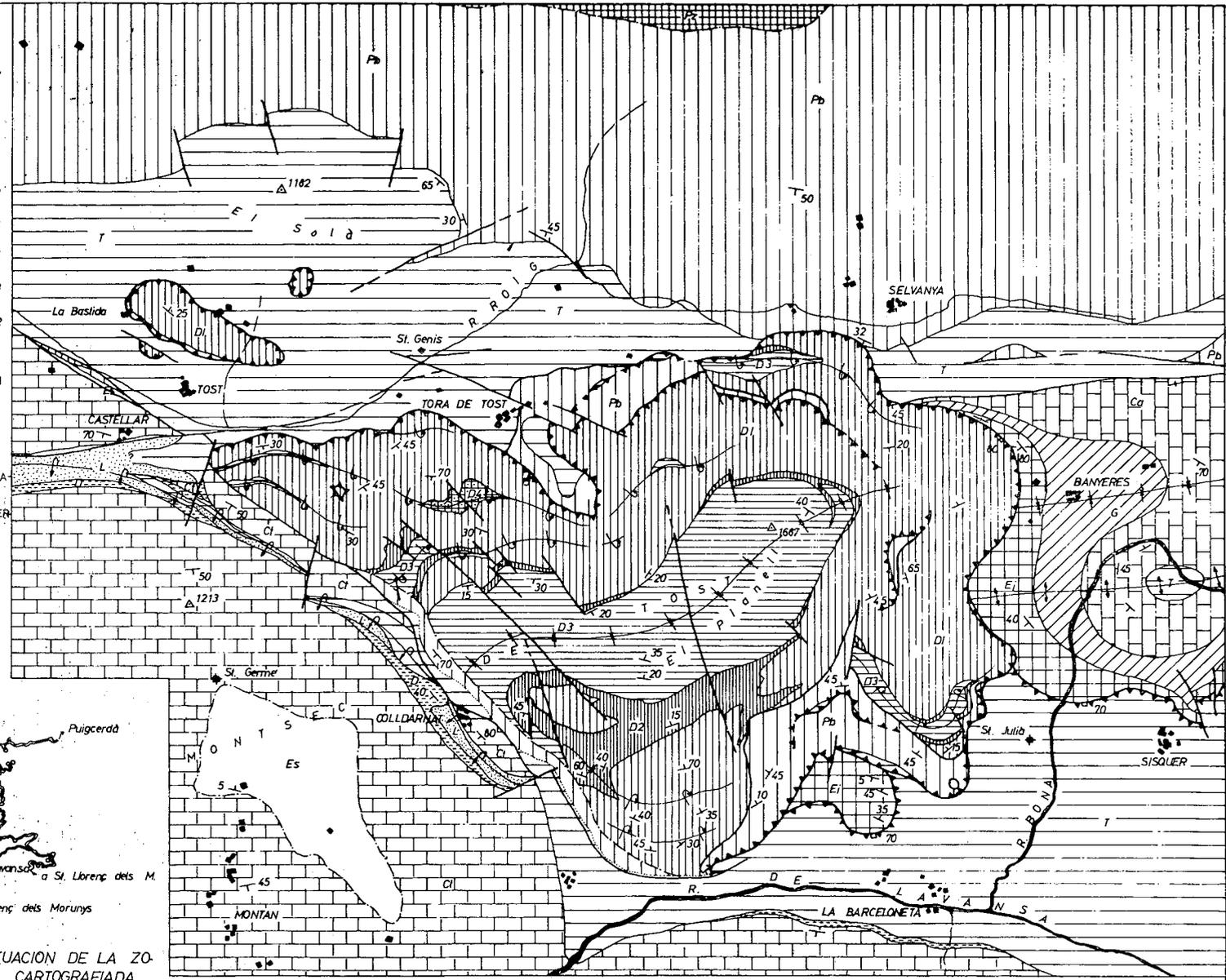
### Terciario

“*Conglomerados de Montan*” (Es). Son depósitos heterométricos, formados por materiales bastante locales, con matriz arcillosa y muy poco cementados. Descansan discordantemente sobre las calizas de Prada. Pueden corresponder a la formación conglomerados de Collegats (MEY & al.), pero posiblemente su edad sea más reciente.

\* Departamento de Geomorfología y Geotectónica de la Universidad de Barcelona.

# Signos convencionales

- |  |    |  |    |
|--|----|--|----|
|  | Es |  | T  |
|  | Ei |  | Pb |
|  | G  |  | Pz |
|  | Ca |  | D4 |
|  | Ct |  | D3 |
|  | D  |  | D2 |
|  | L  |  | D1 |
- LIMITE DE FORMACION  
 ID. DISCORDANTE  
 FALLA  
 FRENTE DE CABALGAMIENTO INDICANDO BUZAMIENTO  
 BUZAMIENTO, ID. VERTICAL, ID. HORIZONTAL  
 EJE ANTICLINAL  
 ID. VOLCANICO  
 EJE SINCLINAL  
 ID. VOLCANICO



ESQUEMA GEOLOGICO DEL MONTSEC DE TOST 0 1km

FIG. 1.—Esquema geológico del Montsec de Tost. Es, Conglomerados de Montan (Eoceno medio-superior); Ei, Calizas de Alveolinas del Cadí (Ilerdense medio); G, Formación Tremp (facies Garumniana); Ca, Cretácico superior de Adraén (Campaniense sup. Maestrichtiense); Ct, Formación calizas de Prada (Malm-Albiense); D, Dolomías negras (Dogger); L, Margas y calizas arenosas (Lías); T, Formación Pont de Suert (Triás medio y sup.); Pb, Facies permotriásica (Triásico inf.-Pérmico sup.); Pz, Paleozoico indiferenciado zona axial; D4, Facies Grotte (Devónico sup.); D3, Calcoesquistos superiores y calizas coralíferas; D2, Calizas micríticas negras; D1, Calcoesquistos inferiores (D1, D2, D3, Devónico inferior).

"*Calizas de Alveolinas del Cadí*" (Ei) (MEY & al.). Son calizas micríticas algo detríticas y margosas en la base. Contienen una abundante fauna de Alveolinas del Ilerdiense medio (Hottinger, 1960).

#### Terciario-Secundario

"*Formación Tremp*" (G) (MEY & al.). Abarca esta formación la denominada facies garumniana, de edad comprendida entre el Maestrichtiense superior y el Ilerdiense inferior. Está formada por alternancias de margas pardo rojizas y areniscas rojas. En la parte superior se intercalan algunos niveles de calizas negras micríticas de carácter lacustre.

#### Secundario

"*Cretácico de Adraén*" (Ca). Es transgresivo y discordante sobre los materiales del Triás superior. Está formado, en la base, por bancos de conglomerados cuarzosos, que hacia la parte superior pasan a areniscas, calizas detríticas y calizas masivas. Sobre él descansan concordantemente las margas rojizas de la Formación Tremp. Es un tramo compresivo que abarca parte del Campaniense y del Maestrichtiense.

"*Formación Calizas de Prada*" (Ct) (MEY & al.). Constituye también un tramo compresivo, de cerca 2.000 m de espesor, formado por calizas negras masivas con algún tramo más margoso y dolomítico en la parte superior. Según PEYBERNÉS (1968), en el valle del Segre, comprende desde el Malm superior al Albiense.

"*Dolomías negras*" (D.). Entre los niveles fosilíferos del Lías superior y las calizas de Prada se interestratifican unos bancos de dolomías negras, masivas, de unos 100 m de potencia, que por su posición estratigráfica se atribuyen al Dogger.

"*Margas y calizas jurásicas*" (L). Constituyen un nivel de margas arcillosas, negras, coronado por algunas capas de calizas arenosas pardas, que se sitúan debajo de las dolomías negras. Ambos niveles son abundantemente fosilíferos y pueden considerarse como del Toarciense.

"*Formación Pont de Suert*" (T) (MEY & al.). En esta formación se engloban arcillas y yesos del Triás superior, calizas negras, finamente estratificadas, con abundantes fucoideas, atribuidas al Muschelkalk, y algunos afloramientos de ofitas que afectan a las margas yesíferas. Esta serie sólo puede observarse en posición estratigráfica normal en Colldarnat y en el Solà de Torà de Tost, apareciendo, en el resto de los afloramientos, las calizas y ofitas distribuidas anárquicamente entre las arcillas y yesos.

"*Facies permotriásica*" (Pb). Está formada por arcillas, limolitas, areniscas y conglomerados cuarzosos, de coloración predominantemente rojiza y ver-

dosa. Es discordante sobre el Paleozoico de la zona axial y sobre ella descansan las calizas del Muschelkalk. Su edad estaría comprendida entre el Pérmico y el Triás inferior.

#### Primario

Debido a su complejidad y a los fines perseguidos en este trabajo no hemos estudiado los materiales paleozoicos de la zona axial, sino que nos hemos limitado a los que constituyen la Unidad Montsec de Tost, en la que distinguimos los siguientes niveles estratigráficos:

"*Facies griotte*" (D4). Está constituida por calizas griotte, rojizas, y con amigdaloides blancos. Forma un afloramiento muy pequeño, sin aparente continuidad con el resto, y por su facies podría atribuirse al Devónico superior.

"*Calcoesquistos superiores y calizas coralinas*" (D3). Constituyen los niveles del Planell del Montsec de Tost. Comprende, en los niveles más altos, calizas rosadas con crinoideos y tetracoralarios. En la parte inferior de los mismos se ha hallado *Gypidula* sp. aff. *chouberti*, TERMIER. Debajo de estas calizas continúa una serie alternante de calcoesquistos rojos y grises y margas versicolores; se intercala también algún banco de calizas nodulosas. Pertenecen a la parte alta del Devónico inferior.

"*Calizas micríticas negras*" (D2). Los niveles anteriores pasan gradualmente a bancos masivos de calizas negras, micríticas, con abundantes vetas de caliza espática, que en la base pasan progresivamente al tramo siguiente.

"*Calcoesquistos inferiores*" (D1). En la parte superior están formados por niveles de calizas grises nodulosas, que en la base pasan a calcoesquistos grises. En la parte inferior, y pinzados en el núcleo de algunos pliegues, afloran calcoesquistos negros carburados y arcillas también negras. En estos niveles hemos encontrado: *Atrypa reticularis*, LINNÉ; *Acrospirifer cufirmus*, BARRANDE; *Camarotoechia* (?) *douvillei*, C. BARROIS; *C. decemplicata*, SOW; *C. cf. nimpha*, BARRANDE; *Fascicostella gerville*, DEFANCE; *Reticochonetes* sp. aff. *armatus*, BON CHANT; especies todas ellas del Devónico inferior, posiblemente Gedinniense.

En la zona axial, en las inmediaciones de Adraén y de la Bastida d'Hortons, el Paleozoico está representado por pizarras y conglomerados que por su similitud con los de otros afloramientos de facies análogas, datados paleontológicamente, podemos suponer que pertenecen al Carbonífero inferior.

#### TECTÓNICA

Las unidades que hemos diferenciado se caracterizan tanto por su secuencia estratigráfica, como por su

comportamiento frente a los esfuerzos tectónicos de la orogénesis alpina. Siempre que ha sido posible hemos tomado unidades generales, aceptadas por diversos autores antes que nosotros, pero el sentido contradictorio con que a menudo han sido utilizadas algunas de ellas nos ha obligado a utilizar para éstas nombres o interpretaciones locales, que posiblemente no sean generalizables al total de la unidad.

“Zona axial”. Incluimos en esta unidad todos los materiales prehercinianos, afectados por esta orogénesis, y que han actuado a modo de zócalo durante los movimientos alpinos. Contiene algunos niveles plásticos, principalmente del Devónico inferior y Silúrico, que pueden actuar como niveles incompetentes, aun frente a los esfuerzos tectónicos alpinos. Éstos habrían provocado la formación de algunas escamas intercutáneas.

“Unidad Montsec de Tost”. Está formada por dos escamas de materiales devónicos, que en su desplazamiento habrían arrastrado restos de materiales permotriásicos y triásicos, los cuales afloran en la base de la unidad. El contacto con éstos está fuertemente mecanizado y los materiales triásicos presentan imbricaciones internas. No se observa esquistosidad ni micropliegues. Los materiales devónicos conservan en el SW su cobertera permotriásica y triásica, discordante sobre el Paleozoico.

la Unidad Pedraforca y en la que quedan pinzados algunos restos de conglomerados de Montan. El plano de recubrimiento de la Unidad Montsec de Tost y la falla que lo limita por el SW (falla de Castellar-Coldarnat) se unen en profundidad, quedando esta unidad claramente desenraizada.

La estructura interna del Devónico constituye una serie normal, fuertemente plegada, con imbricaciones de vergencia bilateral. La orientación de los ejes de los pliegues es NE-SW.

“Unidad Cadí”. Constituye la cobertera inmediata de la zona axial. Está formada en la base por los sedimentos continentales de la facies permotriásica, que descansan sobre la superficie de erosión que corta los materiales paleozoicos. A continuación se superponen las calizas y margas yesíferas del Triás medio y superior<sup>1</sup> sobre las que se localiza la transgresión del Cretácico de Adraén, que soporta los sedimentos de la Formación Tremp y las calizas de Alveolinas del Cadí, donde queda interrumpida la serie en este sector.

Por el Sur, esta unidad es cabalgada en todo su frente por la Unidad Pedraforca (con un plano de cabalgamiento inclinado unos 70° al S), apareciendo el Triás medio y superior en el plano de cabalgamiento. Por el W desaparece debajo de los materiales de la Unidad Montsec de Tost, pudiéndose observar este recubrimiento en una ventana tectónica al N de la

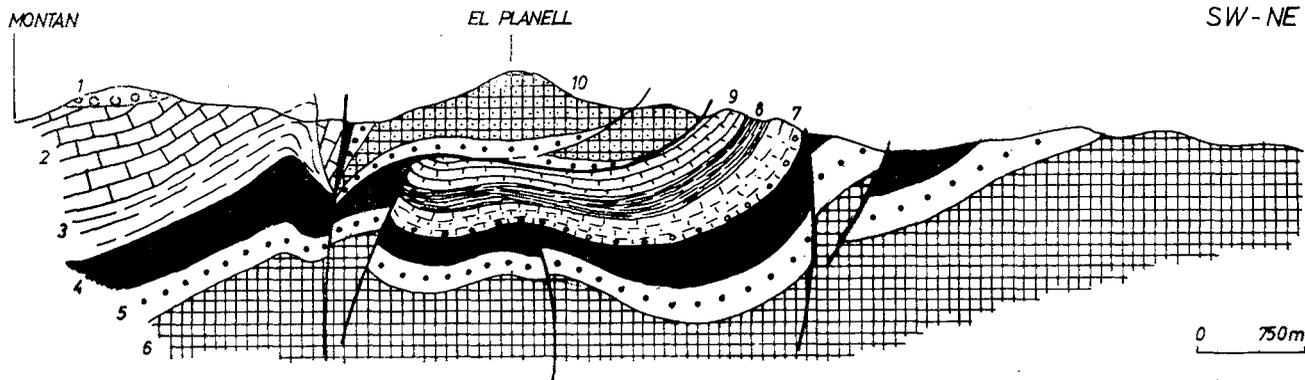


FIG. 2. — Corte geológico esquemático interpretativo de la disposición estructural del Montsec de Tost. 1. Conglomerados de Montan; 2. Cretácico inferior; 3. Jurásico; 4. Triás medio y superior; 6. Facies permotriásica; 6. Paleozoico, zona axial; 7. Cretácico superior de Adraén; 8. Facies Garumniana; 9. Calizas de Alveolinas del Cadí; 10. Paleozoico del Montsec de Tost.

Todo el conjunto recubre la unidad Cadí y el Triás que aflora en el frente de cabalgamiento de la Unidad Pedraforca sobre la Unidad Cadí. El plano de recubrimiento es ondulado (presenta una cierta adaptación a los pliegues infrayacentes de la Unidad Cadí). De NE a SW su buzamiento varía desde unos 80° a casi horizontal y hasta ponerse otra vez casi vertical en el contacto con la Unidad Pedraforca, siendo la inclinación siempre hacia el SW. El límite suroccidental de la Unidad Montsec de Tost es una falla subvertical de orientación NW-SE, que la pone en contacto con

Barceloneta, donde afloran las calizas de Alveolinas por debajo de las areniscas permotriásicas arrastradas en la base de la Unidad Montsec de Tost.

En Banyeres, al W del Montsec de Tost, los materiales superiores de esta unidad dibujan un doble

1. Las arcillas y yesos del Triás superior constituyen un nivel plástico e incompetente, que frecuentemente actúa de nivel de despegue, haciendo que la parte superior de la Unidad Cadí responda de modo distinto al de la parte inferior frente a los esfuerzos tectónicos. En parte, puede considerarse como si los materiales permotriásicos actuaran solidariamente con el zócalo paleozoico, situándose sobre ellos una unidad separada de los mismos por un nivel de despegue constituido por estos materiales plásticos.

pliegue anticlinal y sinclinal, de orientación E-W y vergencia al S.

"Unidad Pedraforca". Está formada por las arcillas y yesos del Triás superior, las margas y calizas del Lías, las dolomías negras del Dogger y las calizas de Prada y descansa sobre las margas yesíferas despegadas del Triás superior. Por el N. cabalga la Unidad Cadí, apareciendo en el frente de cabalgamiento las margas y yesos del Triás superior que alcanzan gran desarrollo en el valle de Lavansa. La Unidad Montsec de Tost sólo cabalga el Triás de la Unidad Pedraforca. En la zona cartografiada, el límite NE de esta unidad es la falla subvertical de Castellar-Coldarnat, que, como ya se ha indicado, la pone en contacto con la Unidad Montsec de Tost. En cuanto a la estructura interna de la Unidad Pedraforca cabe indicar que presenta un buzamiento prácticamente constante hacia el SW (alrededor de los 45-55°) y que en su límite NE forma un anticlinal volcado al NE (anticlinal de Castellar-Coldarnat). El flanco invertido está laminado y es cortado por la falla que limita esta unidad, aflorando en el núcleo del pliegue las margas toarcienses y las margas yesíferas del Triás superior. El eje del anticlinal presenta una orientación NW-SE, inclinado ligeramente hacia el SE.

#### CONCLUSIONES

Las anteriores consideraciones, junto con los numerosos datos aportados por los autores que anteriormente habían estudiado esta zona, nos permiten suponer para el Montsec de Tost un origen alóctono, con un desplazamiento a modo de escama intercutánea desde el N hacia el S. El sentido de este desplazamiento vendría confirmado por la vergencia S de los pliegues de la Unidad Cadí, recubiertos por la del Montsec de Tost. Este corrimiento se habría efectuado aprovechando los niveles plásticos del Devónico inferior y del Silúrico, los cuales habrían servido de nivel de despegue. Su emplazamiento actual, encauchado debajo de la Unidad Pedraforca, habría sido posible gracias a la movilidad de los materiales yesíferos del Triás superior, arrastrados hacia el N en la reacción de la Unidad Pedraforca.

El anticlinal de Castellar-Coldarnat, volcado hacia el NE y fallado en el flanco NE, y que recubre la Unidad Montsec de Tost, evidencia una reacción de aquella unidad al emplazamiento de los materiales alóctonos procedentes del N. Es difícil precisar la relación exacta entre las edades del emplazamiento de la escama intercutánea y de la reacción de la Unidad Pedraforca; sin embargo, se observan dos fases claramente diferenciadas: una, de plegamiento, anterior a la deposición de los conglomerados de la escama de corrimiento, y otra, de fractura, aproximadamente paralela a la de plegamiento y posterior a dichos conglomerados. Pequeñas fracturas posteriores,

de desplazamiento sobre todo horizontal, interrumpen tanto la falla como el anticlinal de Castellar-Coldarnat.

El estudio de esta reducida región no permite aportar nuevos argumentos en favor o en contra de la autoctonía o aloctonía de la Unidad Pedraforca, sin embargo, si se admite la aloctonía de ésta, seguramente debe considerarse su emplazamiento como anterior al del Montsec de Tost, ya que es de suponer que el anticlinal de Castellar-Coldarnat representa una reacción al emplazamiento de éste.

#### AGRADECIMIENTOS

No queremos cerrar este trabajo sin agradecer la incomparable ayuda y colaboración que nos han prestado en la interpretación y elaboración del mismo tanto el Dr. L. SOLÉ SABARÍS, que nos acompañó durante varios días a visitar sobre el terreno la zona estudiada, como al Dr. J. F. DE VILLALTA, que nos ha determinado los fósiles.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ASHAUER, H. (1934): "Die Ostliche Endigung der Pyrenäen". *Abh. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl Bd., III, H. 10*, 115 pp.
- DALLONI, M. (1930): "Étude géologique des Pyrénées Catalanes". *Ann. Fac. Scien. de Marseille*, t. XXVI, 373 pp., 65 figs., XII láms., fots., 3 láms. con mapas y cortes geol.
- GUERIN DESJARDINS, B. & LATREILLE, M. (1961): "Étude géologique dans les Pyrénées espagnoles entre les fleuves Segre et Llobregat (Provinces de Lérida et Barcelonne)". *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, 19/9, pp. 922-940, París.
- HENRY, J. (1967): "Le problème des étages tectoniques dans les Pyrénées occidentales. Comparaison entre les accidents nord-pyrénéens et l'accident de Larrau-Gourette". In J. P. Schaer (Editor), *Colloque Etages tectoniques*, Baconnière Neuchâtel, pp. 253-267.
- HOTTINGER, L. (1960): "Recherche sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène". *Memoires Suisses de Paléontologie*, vol. 75/76, 1960, Bâle, 18 pl., 1 tbl., 117 figs., 243 pp.
- JACOB, CH.; FALLOT, P.; ASTRE, G. & CIRY. (1926): "Observations tectoniques sur le versant méridional des Pyrénées orientales et centrales". *C. R. XIV Congr. Géol. Intern. Madrid*, fasc. 2, pp. 335-412. Madrid, 1927.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1945): "Sobre la tectónica del Paleozoico de la zona de los Nogueras". *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 14, pp. 199-228, 2 figs., 1 mapa. Madrid.
- MEY, P. H. W.; NAGTEAAL, K. J.; ROBERTI, P. J. C. & HARTEVELT, J. J. A. (1968): "Lithostratigraphic subdivision of post-hercynian deposits in the south-central Pyrenées, Spain". *Leidsse Geol. Med.*, vol. 41, pp. 221-228.
- PEYBERNÉS, B. (1968): "Précisions stratigraphiques sur le Jurassique terminal et le Crétacé inférieur aux abords de la vallé du Segre (prov. de Lérida, Espagne)". *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 1, pp. 15-16. París.
- SEGURET, M. (1964): "Sur le style en têtes plongeantes des structures pyrénéennes de la zone des Nogueras (versant sud des Pyrénées centrales)". *C. R. Acad. Sc.*, t. 259, pp. 2895-2898. París.
- SEGURET, M. (1966): "Sur les charriages de la zone des Nogueras (versant sud des Pyrénées)". *S. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 1966, pp. 17-18, 1 mapa, 1 corte. París.
- SEGURET, M. (1969): "La nappe de la Pedraforca: nouvelle unité alloctone du versant sud des Pyrénées". *C. R. Acad. Sc.*, t. 269, pp. 552-555. París.